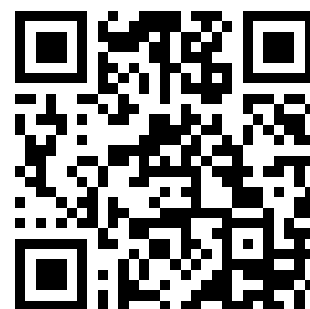


---

This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google<sup>TM</sup> books

<https://books.google.com>







## Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

## Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

## Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>



Scanned by

39B-1

Scatt. G

ISTITUTO di FISICA  
2012 R. 111. 188-72



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME DECIMOQUARTO

XXXI DEGLI ATTI



REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

MILANO (102) — Via Annunciata, 4

1927

PROPRIETÀ LETTERARIA

*È vietato riprodurre articoli della presente Rivista senza citarne la fonte*

# INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscolo si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni.  
(A) comunicazioni; (V) verbali; (L) lettere alla Redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

Achatz R. V. - Anderegg F. O. — La autocorrosione dei cavi sotto piombo. - Studio sperimentale delle corrosioni coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici . . . . .	330
ALBANESE C. - MAZZUCA T. — Sistemi telegrafici moderni (A) . . . . .	645
ALESSANDRI E. — Sulla tecnica degli isolatori (A) . . . . .	488
Alger P. L. — Confronto del rendimento di macchine sincrone determinato con vari metodi . . . . .	266
Allen Johnson J. - Burnham E. J. — Protezione contro gli incendi degli alternatori accoppiati a turbine idrauliche . . . . .	225
ALTMANN E. — Sul selezionamento termico degli isolatori (L) . . . . .	495
— Proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione (A) . . . . .	693
Auchincloss J. — Note sulla polarità e connessioni dei trasformatori . . . . .	377
Anderegg F. O. Achatz R. V. — La autocorrosione dei cavi sotto piombo. - Studio sperimentale delle corrosioni coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici . . . . .	330
Anderson C. N. - Espenschied L. - Bailey A. — Sulla trasmissione radiotelefonica transatlantica . . . . .	69
Anderson A. E. — Interruttori a richiusura automatica per alimentatori di linee di trazione a corrente continua . . . . .	245
— Interruttori a chiusura automatica per la protezione di sezionamenti di linee di contatto . . . . .	442
ANDERSON. — The Metallurgy of Aluminium and Aluminium Alloys (r) . . . . .	914
Appleton E. V. — Lo strato di Heaviside . . . . .	376
Apt R. — Le portate dei conduttori isolati . . . . .	699
Aquillon L. - Valensi G. — La trasmissione telefonica in una grande città moderna e nei suoi dintorni esaminata dal punto di vista economico . . . . .	864
Arnold R. G. — Le centrali elettriche e l'importanza dell'industria dell'illuminazione . . . . .	551
Austin L. W. — Determinazioni della direzione dei disturbi atmosferici all'istmo del Panama . . . . .	333
BACCHINI C. — Sulle misure delle lunghezze d'onda nelle stazioni di radiotelegrafia circolare (A) . . . . .	778
Bailey A. - Anderson C. N. - Espenschied L. — Sulla trasmissione radiotelefonica transatlantica . . . . .	69
Buny H. - Donald G. R. — Comando automatico di gruppi motore-sincrono-dinamo alimentanti reti di illuminazione a corrente continua sistema Edison . . . . .	137
Barringer L. E. — Un ritrovato per gli isolanti a base di mica . . . . .	290
Bearce W. D. — Tipo speciale di locomotore ad accumulatori con gruppo ausiliario benzo-elettrico . . . . .	379
Beckmann H. — La macchina elettrica come dinamo-freno e come motore di misura . . . . .	108
BIANCHI G. — Alcuni dati sullo sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti. (A) . . . . .	49
BIFFI E. — Lo sfasamento degli impianti di utilizzazione nelle vendite dell'energia elettrica . . . . .	880
BINZ W. C. — Montaggio di una grande linea a 220.000 volt in California . . . . .	643
BOLIS P. — Gli alti salari e il cosiddetto «nuovo Vangelo industriale» . . . . .	253
BONI L. — Misure di piccoli allungamenti per mezzo di apparecchi radiotecnici (L) . . . . .	639
BONCINELLI L. — Combustione e combustibili (r) . . . . .	820
BORDONI U. — A proposito di alcuni articoli recenti sulla «marcatura» delle lampade ad incandescenza . . . . .	260
— Sulla struttura dei suoni e la loro percezione (A) . . . . .	733-758
BOSONE L. — Il riscaldamento dei cavi in carta impregnata a carico continuo ed intermittente . . . . .	73-93
BOSONE L. — Cavo per linea a 75.000 volt (A) . . . . .	629
Brand F. F. — Trasformatori da 28.886 kVA a 220.000 V per la Pennsylvania Power and Light Company . . . . .	159
Bredenberg Jr. A. — Frenatura di recupero per locomotori a corrente continua . . . . .	180
Brown W. W. - Lindenblad N. — Considerazioni per il progetto di antenne r. t. trasmettenti . . . . .	267
BRUNETTI M. — Prova di linee elettriche mediante resistenze . . . . .	263
BÜCHI G. — Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione (A) . . . . .	321-341-365-389-433
BUCHHOLZ M. — I relais di protezione Buchholz per trasformatori . . . . .	219
Bullard W. R. — Caratteristiche di operazione dei relais automatici per reti di distribuzione . . . . .	518
Burnham E. I. - Allen Johnson. — Protezione contro gli incendi degli alternatori accoppiati a turbine idrauliche . . . . .	225
Burnham L. H. — Trasformatori in olio per grande potenza e per alte tensioni a raffreddamento a circolazione forzata dell'aria . . . . .	206
— Trasformatori con raffreddamento e ventilazione forzata dell'aria . . . . .	268
Camilli G. — Un voltmetro di flusso per misure magnetiche . . . . .	179
Carlson C. B. - Michener H. — La linea Vincent a 220.000 volt in California . . . . .	378
Carroll J. - Kyan H. J. — La carica nello spazio circostante un conduttore durante la formazione del fenomeno corona . . . . .	264
Carter E. F. — Impianti di telefonia ad onde convogliate su linee di trasmissione di energia . . . . .	309
CASTELLANI C. — Sul comportamento degli isolatori (L) . . . . .	605
CELLONI A. - SACCO L. — Manuale elementare di radiotecnica (r) . . . . .	914
CERILLO G. - FOCACCIA B. - SELMO L. — Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori (A) . . . . .	619
— Sul collegamento del neutro a terra negli impianti ad alta tensione (A) . . . . .	724
Cerretelli B. — Costruzioni elettromeccaniche italiane ed americane (L) . . . . .	154
Chadwick R. H. — Avvolgimenti di trasformatori con numero frazionario di spire . . . . .	939
St. Clair B. W. — Alcuni aspetti del problema della misura delle perdite nei dielettrici . . . . .	87
Clarke E. — Calcoli semplificati di linee di trasmissione . . . . .	90
CLERICI C. — Per trovare un nome alla nuova tecnica della luce (L) . . . . .	67
— Sulla continuità dei servizi elettrici (L) . . . . .	67
— L'illuminazione pubblica nelle grandi città (A) . . . . .	117
— Sulla «marcatura» delle lampade ad incandescenza (L) . . . . .	306
— Sulla marcatura delle lampade (L) . . . . .	551
CIVITA D. — Sulla rivalsa degli aumenti di canone demaniale (L) . . . . .	18
COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO. — L'opera svolta dal Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento nel 3° anno del suo funzionamento . . . . .	871
CORBINO O. M. — La crisi odierna della fisica (A) . . . . .	750
Crawford M. T. — Il sistema di distribuzione adottato dalla Puget-Sound Power and Light Co. . . . .	333
Currier Ph. M. — Protezione delle sbarre omnibus . . . . .	19
DALLA VERDE A. — La linea a 135.000 volt dalla valle d'Aosta a Torino . . . . .	191
— Particolarità ed accessori delle catene di isolatori (A) . . . . .	565
DANESI S. — Qual'è il termine adatto a denominare sinteticamente il movimento per la illuminazione razionale? . . . . .	239
— Alcune considerazioni circa la necessità di indicare con uno speciale termine (lucicultura?) le norme che caratterizzano l'illuminazione cosiddetta «razionale» . . . . .	125



Davis W. J. — Resistenza alla trazione di locomotori e treni elettrici . . . . .	159	Hallan E. Mendenhall - Sorensen R. W. — Esperienze con interruttori nel vuoto . . . . .	307
DE AMENTI G. — L'installatore elettricista (r) . . . . .	820	Hamilton C. P. — Equipaggiamento elettrico per elevatori per silos . . . . .	291
DELLA SALDA C. — Trasformatori a tre avvolgimenti per duplice alimentazione primaria . . . . .	318	Harvey T. — Le acciaierie e i laminatoi della Ford Motor Co. . . . .	641
DEL NUNZIO B. — La misura della velocità dell'acqua alla parete delle condutture . . . . .	7	Heising R. A. - Schelleng J. C. - Southworth G. C. — Alcune misure sulle trasmissioni con onde corte . . . . .	606
— Nuovi esperimenti sulla relazione tra perdita di calore ed attrito superficiale nei condotti cilindrici . . . . .	234	HERZOG - FELDMANN. — Die elektrische Leitungsnetze (r) . . . . .	848
— Le lampade ad arco di tungsteno nel vuoto . . . . .	891	Holland W. A. — Comando e protezione di dinamo per distribuzioni a tre fili . . . . .	156
DELORAIN E. M. — Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby (V) . . . . .	364	Hoover P. L. — Il meccanismo della rottura dei dielettrici . . . . .	68
— Radiotelefonia transatlantica (V) . . . . .	872	— Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici . . . . .	743
DE MARCHI G. — La produzione di energia elettrica in Italia nel 1925 (r) . . . . .	230	Hough E. L. — Sezionamento di circuiti per miniere . . . . .	207
— La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926 (r) . . . . .	848-869	Hoyt Taylor A. — Relazione fra l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside e i fenomeni delle trasmissioni radio ad altissima frequenza . . . . .	242
Dempsey W. T. — Comando a distanza di impianti di illuminazione stradale . . . . .	497	Hughes W. E. — La placcatura elettrica dei metalli . . . . .	890
De Pistoye H. — Perdite parassite alle estremità dello statore nelle macchine a grande passo polare e mezzi per ridurle . . . . .	520	Hund A. — Determinazione delle frequenze ultra-radio per mezzo di oscillazioni elettriche stazionarie lungo un sistema di fili paralleli . . . . .	376
Dewhurst J. A. — Il miglioramento della circolazione nel centro di Chicago determinato dal «rerouting» e dalle segnalazioni luminose . . . . .	292	Huston C. B. — La laminazione a freddo delle piattine d'acciaio . . . . .	89
DICKINSON R. E. — Electric trains (r) . . . . .	138	JANSEN T. — Technische Wirtschaftslehre (r) . . . . .	138
Dietze R. — Un nuovo sincronoscopio . . . . .	202	Jensen A. G. — Apparecchio portatile per la misura delle intensità di campo elettromagnetico prodotto da stazioni radiotelefoniche . . . . .	158
DI PIRRO G. — Sui progressi della telefonia a grande distanza (A) . . . . .	525-593	Kapper F. — Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica (r) . . . . .	72
Dodge J. W. — Ausiliari di centrali azionate elettricamente . . . . .	86	Karapetoff V. — Collaborazione tra fisici ed elettrotecnici . . . . .	520
Doetsch C. W. — Il centro radiotelegrafico di «Malabar Radio» . . . . .	227	Kawazoe S. - Takagishi E. — Discussione sopra un metodo di misura di lunghezze d'onda cortissime e sulla sua applicazione alla taratura di frequenze ultra-radio . . . . .	376
Dornig M. — Sulla utilizzazione dell'energia solare (L) . . . . .	104	Keinath G. — L'uso dei condensatori di misura al posto dei trasformatori di misura . . . . .	40
Dow A. — Il collegamento degli impianti . . . . .	554	KENNELLY A. E. — «Alcuni metodi matematici svolti negli ultimi cinquant'anni nel campo della elettrotecnica applicata» (V) . . . . .	296
DUCATI A. — Le onde corte nelle comunicazioni radiotelegrafiche (r) . . . . .	940	Knowlton A. E. — Apparecchi e misure . . . . .	699
Dudding e Winch. — Lampade elettriche. Loro caratteristiche e metodi di prova. Relazioni fra temperatura lunghezza e diametro del filamento . . . . .	331	KOECHLIN R. — Mécanisme de l'eau et Principes Généraux pour l'Établissement d'Usines Hydroélectriques (r) . . . . .	252
Eachron E. B. — Misura delle sovratensioni colle figure di Lichtenberg . . . . .	204	Kusunose Y. — Bucatura del palloncino di vetro dei triodi trasmettenti . . . . .	909
— Caratteristiche di tempo, tensione e corrente degli scaricatori . . . . .	224	Laue G. — Nuovi perfezionamenti alle lampade ad arco . . . . .	307
Emanueli L. — Sulle inclusioni gaseose nei cavi ad altissima tensione . . . . .	18	Lawton L. F. - Nickle C. A. — Ricerche sui limiti di potenza delle reti di trasmissione . . . . .	109
Emerson R. F. — L'applicazione del comando elettrico ai trasportatori . . . . .	606	Lee E. S. - Foust G. M. — Misura delle sovratensioni dovute a scariche atmosferiche sulle linee di trasmissione . . . . .	700
ENTE AUTONOMO PER L'ACQUEDOTTO PUGLIESE. — Relazione al Parlamento sull'andamento dell'Azienda durante l'anno 1926 (r) . . . . .	385	Lenegán D. V. — Scelta degli apparecchi di comando per motori sincroni . . . . .	242
Espenschied L. - Anderson C. N. - Bailey A. — Sulla trasmissione radiotelefonica transatlantica . . . . .	69	LEVI G. — Applicazione dell'elettricità alla fabbricazione dei concimi chimici (V) . . . . .	364
ESSELBORN. — Lehrbuch des Maschinenbaues (r) . . . . .	138	Levin S. A. - Young C. J. — Distribuzione del campo e resistenza di radiazione di un'antenna verticale non caricata, oscillante su una delle sue armoniche . . . . .	770
Everett L. Lee. — L'uso del wattmetro dinamometrico per la misura delle perdite nel dielettrico e del fattore di potenza dei cavi . . . . .	156	Lewis W. W. — Sistemi di messa a terra per centrali e sottostazioni . . . . .	107
Fairman J. F. - Rifenburg R. C. — Recenti progressi nella distribuzione di energia della Brooklyn Edison Company . . . . .	409	Lichtenberg Ch. — Equipaggiamenti di comando automatico per impianti di laminatoi . . . . .	157
FALCO R. — La scuola e l'industria (L) . . . . .	889	Lindenblad N. - Brown W. W. — Considerazioni per il progetto di antenne r. t. trasmettenti . . . . .	267
Falkner Nuttall. — La più recente linea di trasmissione a 220.000 volt sulle coste del Pacifico . . . . .	291	Liston I. — Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 . . . . .	495
FARANDA A. — «Sulla struttura degli impianti di telefonia automatica» (V) . . . . .	315	LIWSCHITZ. — Die Elektrische Maschinen (r) . . . . .	561
— La telefonia urbana e i sistemi automatici (A) . . . . .	684	LOMBARDI L. — Corso teorico pratico di elettrotecnica - Compendio di elettrotecnica (r) . . . . .	20
Farmer F. — Prove su cavi per alte tensioni isolati con carta . . . . .	240	LOVISETTI L. — Sulle corrosioni dei cavi (L) . . . . .	638
FELDMANN - HERZOG. — Die elektrische Leitungsnetze (r) . . . . .	848	Lucia P. J. — Un'importante elettrificazione ferroviaria in Spagna . . . . .	70
Fessenkoff B. — L'evoluzione del sistema solare . . . . .	379	Maddalena L. — Gli impianti idroelettrici di Suviana e Castrola . . . . .	937
FINZI G. — La resilienza nelle costruzioni elettriche . . . . .	329	MAGRINI L. — Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio (r) . . . . .	472
FISCHER HINNEN I. — L'électrotechnique des praticiens (r) . . . . .	115	Malamud G. — Montaggio di linee a 220 kV e a 380 kV . . . . .	465
FOCACIA B. — «Radiazione e propagazione dell'energia per mezzo delle onde elettromagnetiche» (V) . . . . .	362	Mangiagalli L. — Impianto sul Serchio da Pontecosì a Castelnuovo di Garfagnana . . . . .	288
FOCACIA B. - CERILLO G. - SELMO L. — Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori . . . . .	619	MARCHETTI M. — Sulla marcatura delle lampade elettriche ad incandescenza . . . . .	233
— Sul collegamento del neutro a terra negli impianti ad alta tensione . . . . .	724	Martinet P. — Studio e specificazione degli oli per turbine a vapore . . . . .	907
GALLINA V. — Sulla misura elettrica della velocità dell'acqua (L) . . . . .	66	MATEINI C. — Rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti (A) . . . . .	591
GANZ (Soc. An. di Elettricità). — Galileo Ferraris e l'invenzione dei trasformatori (L) . . . . .	442	MAZZOCCHI M. — Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata (r) . . . . .	472
Geiger P. H. - Grondahl L. C. — Un nuovo rettificatore elettronico . . . . .	863	— Atlante di schemi di avvolgimenti per macchine elettriche (r) . . . . .	820
Givard L. I. — Nuovo tipo di relais a massima corrente . . . . .	742	MAZZUCCA - ALBANESE. — Sistemi telegrafici moderni (A) . . . . .	645
GLUNK E. - SCHOENBERG A. — Landeselektrizitätswerke (r) . . . . .	145	MEARES AND NEALE. — Electrical Engineering Practice (r) . . . . .	820
Goldbacher E. — Fili smaltati . . . . .	358	MEDICI M. — Intorno alle direttive attuali della tecnica per le turbine a vapore (A) . . . . .	142-165
GORI V. — Induzione mutua fra circuiti e propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche . . . . .	305	MELLER K. — Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen (r) . . . . .	914
— «Filtri elettrici» (V) . . . . .	500	Mershon A. V. — Registratore di vibrazioni . . . . .	84
— Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici (A) . . . . .	753-784	— Micrometro elettrico . . . . .	308
GORIO - PESSON. — Impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radiotelegrafiche . . . . .	849	Meyer E. — Caratteristiche d'altoparlanti . . . . .	443
Gracie J. J. — Fabbricazione delle moderne lampade termoioniche . . . . .	815	MEYER G. S. — Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen (r) . . . . .	115
Griffiths W. E. — Leghe ferro-nichel . . . . .	331	MEZZANA M. — Criteri per la scelta e l'esercizio degli impianti telefonici privati . . . . .	82
Grissniger G. G. — Interruttori automatici per reti di distribuzione a corrente alternata . . . . .	408		
Grondahl L. C. - Geiger P. H. — Un nuovo rettificatore elettronico . . . . .	863		
GRUENFELDT. — Element der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen (r) . . . . .	138		
Gurewitsch D. — Lo sviluppo dell'industria elettrica russa . . . . .	553		
GUTTON C. — Radiotechnique générale (r) . . . . .	229		

Michener H. - Carlson C. B. — La linea Vincent a 220.000 volt in California	378	RATTI N. — Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica (V)	915
Millikan R. A. — Le nuove vedute della fisica	640	Raube W. C. — Paragone fra il sistema di comando Ward Leonard e quello reostatico per grue a ponte per trasporto di carbone e di minerale	308
Mirone L. — Diga sul Reno	937	REBORA G. — Isolamento e prova degli avvolgimenti	548
Mitsuda R. — Studio sulle scariche atmosferiche in Giappone	698	Rengier H. — Camera d'esplosione o interruzione multipla	793
MONTEFINALE G. - PESSION G. — Il Centro Radiotelegrafico di Roma (San Paolo) (A)	413	Replogle D. E. - Burkholder T. M. — Studi col Kenotron sull'isolamento dei cavi	744
MONTIROLI L. — Dispositivo autoricaricatore per le linee di distribuzione a corrente alternata	81	Rich T. — Elettrificazione suburbana di Parigi - Alimentazione delle ferrovie dell'Ovest - Particolari degli impianti di produzione e delle sotto stazioni	333
MORELLI E. — Costruzioni elettromeccaniche americane e italiane (L)	66	Rifenburg R. C. - Fairman J. F. — Recenti progressi nella distribuzione di energia della Brooklyn Edison Company	409
MOTTI F. — Contributo allo studio comparativo sulle norme per gli isolatori di porcellana ad alta tensione (A)	626	RIGHI A. — Contatori per la tarifficazione in base al valore medio e in base al valore istantaneo del fattore di potenza	821
— «Impianti della Società Meridionale di Elettricità» (V)	915	ROBERTI G. — Tesatura delle grandi linee (L)	177
Nairy J. W. — Interruttori ultra rapidi per reti di alimentazione per servizi di trazione	134	Robinson E. L. — Note sul confronto di rendimenti di turbine a vapore	180
NERI F. — Su certe proprietà elettriche ed applicazioni delle lampade a luminescenza catodica	506	RONCALDIER A. - PALESTRINO C. — Il concetto della continuità dei servizi elettrici nei grandi impianti degli Stati Uniti d'America (A)	2
Nickle C. A. - Lawton L. F. — Ricerche sui limiti di potenza delle reti di trasmissione	109	ROSSI F. — Sulla trazione ad accumulatori (L)	154
Nottingham W. B. — Curve caratteristiche dell'arco normale; dipendenza dell'esponente $n$ dalla temperatura assoluta dell'anodo	443	ROSSI L. V. — Perni Michell ed altri soppori per carichi elevati (A)	873
OGLIETTI G. — Sui moderni sistemi telefonici automatici (V)	872	ROSSI DANIELI S. — Nota sulla commutatrice in cascata La Cour	99
PACORET E. — Aide-mémoire-formulaire de la T.S.T. (Radiotélégraphie - Radiotéléphonie - Radiomécanique - Radiotélévision) (r)	295	Rosemberg E. — Miglioramento del fattore di potenza e motori in corto circuito	842
— Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique (r)	252	ROTH A. — Hochspannungstechnik (r)	562
PAOLIANI F. — La regolazione graduale sotto carico del rapporto dei grandi trasformatori ad alta tensione con l'autotrasformatore Stragiotti (V)	848	Roy K. P. — Alternatori a velocità doppia di quella di sincronismo	202
PALESTRINO C. - RONCALDIER A. — Il concetto della continuità dei servizi elettrici nei grandi impianti degli Stati Uniti d'America (A)	2	ROYDS R. — Les essais de Machines (r)	562
PALESTRINO C. — Diagramma pratico per il calcolo delle lunghe linee ad altissima tensione	214	RUGGERO C. — Utilizzazione delle acque per irrigazione (r)	115
Palme A. - Stephens H. C. — Due gruppi di trasformatori da 60.000 kVA con variazione di rapporto sotto carico	291	RUMMEL E. — Die Asynchronmotoren (r)	870
PANNELL E. V. — High tension line practice - Materials and Methods (r)	914	RZIHA - SEIDENER. — Manuel de l'Ingénieur Electricien (r)	115
Parsons J. S. — Evoluzione dei relais per reti di distribuzione	769	SACCO L. - CELLONI A. — Manuale elementare di radiotecnica (r)	914
PASSERINI L. — Sulle dighe ad archi multipli	151	SAN NICOLÒ R. — Note economiche e finanziarie 43-111-182-246-310-382-468-557-773-845-916	
PAVONE. — Regolatori e multimetri per caldaie sistema Roucka	281	— L'Elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano	350
Paterson C. C. — Fabbicazione delle valvole termoioniche	814	— L'Esposizione Voltiana di Como	917
Peek P. W. — Parafulmini	375	SALVADORI R. — «Radiotrasmissione delle immagini e televisione» (V)	387
— «Scariche atmosferiche e linee di trasmissione» (V)	915	SANTARELLA L. — Il cemento armato nelle costruzioni civili e industriali (r)	385
PERETTI E. — Problema nazionale del carbone (V)	363	SANTUARI E. — Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo (L)	464
PERI G. — In materia di illuminazione stradale (L)	133	SARTORI G. — Per la storia dei trasformatori (L)	551
— Note e rilievi sulla illuminazione di strade (A)	189	SCHAIT H. F. — Der Drehstrom - Inductions Regler (r)	848
PERILLI G. — Lo sviluppo della telegrafia sottomarina (A)	701	Schelleng J. C. - Heising R. A. - Southworth G. C. — Alcune misure sulle trasmissioni con onde corte	606
PESCI L. — L'imposta sulle industrie e commerci in relazione alle Società elettriche	162	Schiebler C. — Valutazione della potenza dei motori per grue	225
— Modificazione al R. D. L. 4 marzo 1926, n. 681	162	SCHOENBERG A. - GLUNK E. — Landeselektrizitätswerke (r)	115
— Sulla rivalsa per gli aumenti dei canoni demaniali (L)	201	SCHWAIGER A. — Elektrische Festigkeitslehre (r)	870
— Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica	314	Scimeni G. — La misura delle portate nelle condotte degli impianti idroelettrici	134
— Dell'esercizio arbitrario delle proprie ragioni in materia di condutture elettriche	561	SEIDENER - RZIHA. — Manuel de l'Ingénieur electricien (r)	115
— L'art. 429 del Codice di Commercio e le condutture elettriche ad alta tensione	561	SELMO L. — Sul selezionamento termico degli isolatori	176
— I Comuni e le reti di distribuzione dell'energia elettrica	561	SELMO L. - FOCACCIA B. - CERILLO G. — Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori	619
— La distinzione giuridica tra linee di trasmissione e linee di distribuzione di energia elettrica e la relativa distribuzione di competenza	868	— Sul collegamento del neutro a terra negli impianti ad alta tensione	724
PESSION G. - MONTEFINALE G. — Il Centro Radiotelegrafico di Roma (San Paolo) (A)	413	SEMENTA E. — Conduttori per linee ad altissima tensione (A)	613
PESSION G. — La rete telefonica interurbana in cavi (A)	473	Shirley O. E. — Caratteristiche di stabilità degli alternatori	89
— Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche (A)	866	SILVA A. — Sulla continuità dei servizi elettrici (L)	104
PESSION G. - GORIO T. — Impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radiotelegrafiche	849	SILVA G. — Isolatori passanti per altissime tensioni (A)	401-420
PETTENATI R. — Misura delle temperature nelle macchine elettriche	131	SIMION E. — Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della radiotelegrafia (r)	870
PIAZZOLI E. — Sulla marcatura delle lampade (L)	374	Sindeband M. L. - Sporn P. — Dati di pratica d'esercizio su linee di trasmissione a 132.000 volt	41
Plan A. — L'accensione automatica dei raddrizzatori a vapori di mercurio	699	Smith F. V. — Automatismo e comando a distanza di centrali idroelettriche	86
Plumer W. C. - Dodge I. W. — Equipaggiamento di comando dei motori per servizi ausiliari nelle grandi centrali	241	SOLARI A. — Sulla continuità dell'esercizio (L)	201
Pohl R. — I nuovi turbogeneratori (R)	284	Soleri E. — Sulla telefonia a grande distanza con cavi a conduttori caricati uniformemente di induttanza (cavi Krarup)	135
POMINI O. — Riduttori - Principii, materiali, calcolo, esempi (r)	71	SOMEDA G. — Sull'attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria (A)	634
PONTI G. G. — Il problema telefonico in Italia (A)	452	— Trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni	801
Pouillard A. — Recenti perfezionamenti negli impianti a torre per raffreddamento d'acqua	106	Sordet J. — Il problema della elettrificazione in Francia	159
Prescott M. L. — Esperienze sulle radiotrasmissioni	641	Sorensen R. W. - Hallan E. Mendenhall. — Esperienze con interruttori nel vuoto	307
PUGNO VANONI E. — Sui trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni (L)	840	Southworth G. C. - Heising R. A. - Schelleng J. C. — Alcune misure sulle trasmissioni con onde corte	606
— Il Congresso Internazionale dei Fisici	928	Speranza U. — «Telefonia automatica»	562
RAIMONDI F. — Il fattore di potenza e i motori in corto circuito (L)	907	Spooner T. — Perdite nelle fasciature dei motori	155
Rasetti F. — Il problema dell'elettricità terrestre e le radiazioni penetranti	890	Sporn P. - Sindeband M. L. — Dati di pratica d'esercizio su linee di trasmissione a 132.000 volt	41
RATTI N. — Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica	274	Stephens H. C. - Palme A. — Due gruppi di trasformatori da 60.000 kVA con variazione di rapporto sotto carico	291
		Stevenson Ir. A. R. — La tecnica del freddo	134
		— Il limite economico della correzione del fattore di potenza	206
		Stoetzel D. — Sistemi di comando elettrico per escavatori	206
		Sydney L. P. — Metalli puri nel macchinario elettrico. Distinzione fra purezza chimica e commerciale. Alcune proprietà essenziali del ferro «Armco»	265

Sylman J. — La temperatura di contatto e problemi relativi alle interruzioni di corrente . . . . .	154	VALLAURI G. — Confronti fra misure di frequenza per mezzo di piezorisuonatori (A) . . . . .	445
Takagishi E. - Kawazoe S. — Discussione sopra un metodo di misura di lunghezze d'onda cortissime e sulla sua applicazione alla taratura di frequenze ultra-radio . . . . .	376	— Confronti fra misure di frequenza, per mezzo di piezorisuonatori (A) . . . . .	682
TECNOMASIO ITALIANO BROWN BOVERI. — Costruzioni elettromeccaniche americane e italiane (L) . . . . .	66	Vandersluis W. M. — Elettrificazione dell'Illinois Central Railroad Co . . . . .	818
TEDESCHI F. — La dinamo Ossanna . . . . .	127	Varney T. — Note sulle vibrazioni dei conduttori di linea . . . . .	85
THOMES E. — Il percorso di una scarica atmosferica (L) . . . . .	223	VECCHIACCHI F. — Taratura dei cimometri radiotelegrafici . . . . .	298
TOMASICCHIO R. — Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo (L) . . . . .	606	VENTRELLA L. — Considerazioni sulla possibilità della trazione elettrica con accumulatori (A) . . . . .	34-58
Trendelenburg F. — Un nuovo altoparlante Siemens . . . . .	818	Vernon H. H. — Apparecchiatura di comando per ponti mobili . . . . .	266
TROSSARELLI O. — « Piccoli impianti elettrici in Sicilia » (V) . . . . .	296	Villiers W. H. C. — Una linea di contatto di tipo « standard » . . . . .	268
UBALDI M. — Sul selezionamento termico degli isolatori (L) . . . . .	288	Walls H. J. — Trasmissione simultanea con un solo triodo su una onda e su una sua armonica . . . . .	467
Umansky L. A. — Analisi del funzionamento dei regolatori di scorrimento . . . . .	106	Wetzel C. — L'importanza dei freni automatici sulle tramvie urbane ed interurbane per la sicurezza dei passeggeri e dei pedoni . . . . .	227
UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — Standard Yearbook 1927 (r) . . . . .	848	White H. R. — Sostegni per linee di trasmissione ad alta tensione . . . . .	640
L'UNIVERSO (r) . . . . .	138	Winne H. A. — Applicazione di motori sincroni al comando di treni laminatoi . . . . .	88
Valensi G. - Aquillon L. — La trasmissione telefonica in una grande città moderna e nei suoi dintorni esaminata dal punto di vista economico . . . . .	864	Woodward A. J. — Locomotori con carrelli senza telaio . . . . .	181
VALLAURI G. — Misura di angoli di fase col tubo di Braun. Errore di fase delle resistenze voltmetriche . . . . .	26	Wright J. D. — Treni laminatoi a vergella . . . . .	180
		W. C. Yates. — Tendenze nei comandi per impianti industriali . . . . .	206
		ZUCCA R. — Tesatura delle grandi linee (L) . . . . .	177

# INDICE DELLE MATERIE

**SOMMARIO:** 1. A. E. I. — 2. Accumulatori ed accumulazione dell'energia — 3. Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc. — 4. Applicazioni agricole — 5. Applicazioni termiche — 6. Applicazioni varie — 7. Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche — 8. Brevetti — 9. Condutture — 10. Costruzioni elettromeccaniche — 11. Decreti, leggi, norme e regolamenti — 12. Domande e risposte — 13. Elettrochimica ed elettrometallurgia — 14. Elettrofisica — 15. Elettrotecnica generale — 16. Fisica e chimica — 17. Generatori elettrici e pile — 18. Idraulica — 19. Illuminazione e fotometria — 20. Impianti — 21. Indice bibliografico — 22. Industria nazionale — 23. Insegnamento, istituti, scuole e laboratori — 24. Libri e pubblicazioni — 25. Magnetofisica — 26. Materiali — 27. Meccanica — 28. Misure: metodi ed strumenti — 29. Motori elettrici — 30. Motori primi, caldaie, ecc. — 31. Necrologie — 32. Note e questioni economiche e finanziarie — 33. Note e questioni legali — 34. Radiotelegrafia e radiotelefonica — 35. Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc. — 36. Statistiche. — 37. Tarifficazione e vendita — 38. Telefonia, telegrafia, segnalazioni — 39. Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc. — 40. Trasmissione e distribuzione — 41. Trazione e propulsione — 42. Varie.

## 1. - A. E. I.

### a) Comunicati

Il nuovo Presidente Generale . . . . . 23

### b) Consiglio Generale.

Verbale dello scrutinio per le elezioni della Presidenza Generale del triennio 1927-29 . . . . . 24  
Vita dell'Associazione - Consiglio Generale . . . . . 141  
Ancora dell'ultimo Consiglio Generale . . . . . 213  
Verbale del Consiglio Generale . . . . . 230

### c) Riunioni annuali.

La XXXII<sup>a</sup> Riunione dell'A. E. I. a Como:

Note di Redazione . . . 141-165-233-273-297-317-341-389-413-565  
613-645-701-749-777  
Programmi . . . . . 339-444-643-745  
Cronaca . . . . . 796

### d) Sezioni.

Sezione di Bari . . . . . 139-361  
» » Bologna . . . . . 232-315-499  
» » Catania . . . . . 644  
» » Firenze . . . . . 163-295  
» » Genova . . . . . 523-940  
» » Livorno . . . . . 340  
» » Milano . . . . . 412-915-916  
» » Napoli . . . . . 71-210-272-362  
» » Palermo . . . . . 188-290  
» » Roma . . . . . 187-315-363-387-500-562  
» » Torino . . . . . 163-339-643-848-872  
» » Trieste . . . . . 564  
» » Sarda . . . . . 296-411-500-611  
» » Veneta . . . . . 84-164-212-500

### e) Commissioni e Comitati.

Problemi d'illuminazione . . . . . 117  
Alcune considerazioni circa le necessità di indicare con uno speciale termine (Lucicoltura?) le norme che caratterizzano l'illuminazione cosiddetta «razionale» - L. Danesi . . . . . 125  
L'isolamento delle linee aeree, le Norme per gli isolatori e la Riunione di Como . . . . . 165  
Verbale del Consiglio Generale . . . . . 230  
Comitato Elettrotecnico Italiano . . . . . 232  
La Riunione del prossimo autunno a Como . . . . . 297  
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . . 317  
Riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . . . . 337  
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione Comitati di Studio . . . . . 523  
Prove di isolamento interno . . . . . 525  
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale . . . . . 525-562

Dalla riunione della C. E. I. al Congresso dell'A. E. I. . . . . 565  
Riunioni e Congressi a Como . . . . . 613  
Riunione della C. E. I. . . . . 645  
Commissione e Comitato dell'A. E. I. . . . . 746  
Un manuale di tecnica della illuminazione . . . . . 849  
L'opera svolta dal «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e Riscaldamento» nel terzo anno di funzionamento . . . . . 871  
La Riunione Internazionale di Bellagio . . . . . 893  
La nuova Commissione mista per le Norme Impianti . . . . . 893  
Norme Impianti . . . . . 915

### f) Votazioni - Statuti - Regolamenti.

Rielezione della Segreteria Generale . . . . . 116  
Regolamento per la compilazione, approvazione e pubblicazione delle Norme dell'A. E. I. . . . . 163

### g) Varie.

La nuova Presidenza . . . . . 1  
La celebrazione di Volta dell'A. E. I. . . . . 25  
L'opera di Alessandro Volta - Francesco Massardi . . . . . 48  
Il primo socio dell'A. E. I. in India . . . . . 48  
Echi dell'Esposizione di Basilea . . . . . 116  
Personalità . . . . . 116-252-296-316-412  
L'opera di Volta . . . . . 117  
Il centenario della morte di Volta . . . . . 141  
Le Norme . . . . . 141  
L'opera di Alessandro Volta . . . . . 165  
Riunioni internazionali . . . . . 189  
Onoranze al Prof. Grassi . . . . . 189  
Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione . . . . . 207  
Relazione al Congresso internazionale dei Fisici . . . . . 207  
Sottoscrizione per le onoranze al Prof. G. Grassi . . . . . 210  
Il Presidente generale dell'A. E. I. nel Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici . . . . . 213  
Le nuove sedi Centrali e l'organizzazione delle riunioni del 1927 . . . . . 233  
L'Annuario A. E. I. 1927 e le Norme . . . . . 273  
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . . 317  
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . . 445  
La 4<sup>a</sup> sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . . 457  
Simpatia iniziativa americana in onore di Volta . . . . . 501  
Borsa di studio italo-americana in onore di Volta . . . . . 522  
Riunioni e Congressi a Como . . . . . 613  
L'Elettrotecnica . . . . . 748  
Premi Jona e Bianchi . . . . . 800

## 2. - Accumulatori ed accumulazione dell'energia.

### Note di redazione.

Trazione ad accumulatori . . . . . 25

### Articoli e comunicazioni.

Considerazioni sulla possibilità della trazione elettrica con accumulatori - L. Ventrella . . . . . 34-58

## Lettere alla redazione.

Sulla trazione ad accumulatori - F. Rossi . . . . .	154
-----------------------------------------------------	-----

## Sunti e sommari.

Tipo speciale di locomotore ad accumulatori con gruppo ausiliario benzo-elettrico - W. D. Bearce . . . . .	379
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Libri e pubblicazioni.

Piccoli raddrizzatori di corrente per la carica degli accumulatori con la corrente alternata dell'illuminazione pubblica - G. Chierchia . . . . .	20
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

**3. - Apparecchi di manovra, protezione, regolazione, ecc.**

## Note di redazione.

Interruttori a richiusura automatica . . . . .	73
La protezione dei trasformatori col sistema Buchholz . . . . .	214
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti . . . . .	389
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . .	413
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474

## Articoli e comunicazioni.

Dispositivo autoricaricatore per le linee di distribuzione a corrente alternata - L. Montiroli . . . . .	81
I relais di protezione Buchholz per trasformatori - M. Buchholz . . . . .	219
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . .	350
Isolatori passanti per altissime tensioni - G. Silva . . . . .	401-420
Sulla tecnica degli isolatori - E. Alessandri . . . . .	488
Contatori per la tarifficazione in base al valor medio e in base al valore istantaneo del fattore di potenza - Righi . . . . .	821
Lo sfasamento degli impianti di utilizzazione nelle vendite dell'energia elettrica - E. Biffi . . . . .	880
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . . . .	894
L'Esposizione Veltiana di Como - R. San Nicolò . . . . .	917

## Lettere alla redazione.

Sul sezionamento termico degli isolatori - E. Altmann . . . . .	495
-----------------------------------------------------------------	-----

## Sunti e sommari.

Protezione delle sbarre omnibus - M. Currier . . . . .	19
Registratore di vibrazioni - A. V. Merzhon . . . . .	84
Ausiliari di centrali azionati elettricamente - J. W. Dodge . . . . .	86
Automatismo e comando a distanza di centrali idroelettriche - Frank V. Smith . . . . .	86
Analisi del funzionamento dei regolatori di scorrimento - L. A. Umanski . . . . .	106
Interruttori ultra rapidi per reti di alimentazione per servizi di trazione - J. W. Mc. Naizy . . . . .	134
Comando automatico di gruppi motore sincro-dinamo alimentanti reti di illuminazione a corrente continua sistema Edison - H. Bany e G. R. Mc. Donald . . . . .	137
La temperatura di contatto e problemi relativi alle interruzioni di corrente - J. Sylvan . . . . .	154
Comando e protezione di dinamo per distribuzione a tre fili - W. A. Holland . . . . .	156
Equipaggiamenti di comando automatico per impianti di laminatoi - Ch. Lichtenberg . . . . .	157
Un nuovo sincronoscopio - R. Dietze . . . . .	202
Sistemi di comando elettrico per escavatori - D. Stoetzel . . . . .	206
Sezionamento di circuiti per miniere - E. L. Hough . . . . .	207
Caratteristiche di tempo, tensione e corrente degli scaricatori - E. A. Mc. Eachron . . . . .	224
Protezione contro gli incendi degli alternatori accoppiati a turbine idrauliche - J. Allen - Johnson e E. I. Burnham . . . . .	225
L'importanza dei freni automatici sulle tramvie urbane ed interurbane per la sicurezza dei passeggeri e dei pedoni - C. Wetzel . . . . .	227
Scelta degli apparecchi per comando di motori sincroni - D. V. Lenegan . . . . .	242
Interruttori a richiusura automatica per alimentatori di linee di trazione a corrente continua - A. E. Anderson . . . . .	245
Apparecchiatura di comando per ponti mobili - H. H. Vernon . . . . .	266
Equipaggiamento elettrico per elevatori per silos - C. P. Hamilton . . . . .	291
Esperienze con interruttori nel vuoto - Sorensen e Halban - T. Mendenhall . . . . .	307
Paragone fra il sistema di comando Ward Leonard e quello reostatico per gru e ponte per trasporto di carbone e di minerali - W. C. Raube . . . . .	308
Parafulmini - P. W. Peek . . . . .	375
Interruttori automatici per reti di distribuzione a corrente alternata - G. F. Grissniger . . . . .	408
Interruttori a chiusura automatica per la protezione di sezionamenti di linee di contatto - A. E. Anderson . . . . .	442
Comando a distanza di impianti di illuminazione stradale - W. T. Dempsey . . . . .	497
Caratteristiche di operazione dei relais automatici per reti di distribuzione - W. R. Bullard . . . . .	518

L'applicazione del comando elettrico ai trasportatori - R. F. Emerson . . . . .	606
Le acciaierie e i laminatoi della Ford Motor Company - Harvey . . . . .	641
Nuovo tipo di relais a massima corrente - Girard . . . . .	742
Evoluzione dei relais per reti di distribuzione - Parsons . . . . .	769
Camera d'esplosione o interruzione multipla - Rengier . . . . .	793
Miglioramento del fattore di potenza e motori in corto circuito - Rosenberg . . . . .	842

## Cronaca.

Tipi di resistenze di griglia in cassetta unica . . . . .	71
Un condensatore colloidale . . . . .	91
Contattori per comando manuale . . . . .	208
La Mostra permanente dell'A. E. G. in Berlino . . . . .	228
Dispositivo d'allarme per la protezione dei piccoli motori asincroni . . . . .	334
Studio molto accurato del funzionamento dei relais telegrafici e telefonici . . . . .	334
Una centrale idroelettrica automatica . . . . .	335
Visita alla stazione di trasformazione all'aperto a 138.000 volt in Bari della Società Meridionale di Elettricità . . . . .	361
Un nuovo tipo di valvola con patrona economica . . . . .	444
Nuovo filtro per olio isolante . . . . .	498
Nuovo tipo di indicatore delle onde vaganti e dei contatti di terra . . . . .	498
Indicatore di alta tensione . . . . .	555
Una valvola elettrolitica . . . . .	610
Un dinamometro elettrico . . . . .	610
Un dispositivo per la sincronizzazione a distanza dei pendoli di precisione . . . . .	642
Un nuovo tipo di piccolo automatico unipolare . . . . .	700
Esperienze di interruttori rapidi . . . . .	772
Interruttori di speciale costruzione . . . . .	844

## Libri e pubblicazioni.

Relais - Funzionamento ed applicazioni . . . . .	115
Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio - Magrini . . . . .	472
Nuovi tipi di cassetta di manovra . . . . .	796
Electrical Engineering Practice - Meares and Neale . . . . .	820
Standard Yearbook . . . . .	848

## Discussioni.

Nuovo relais di protezione Buchholz - U. Visentini . . . . .	940
--------------------------------------------------------------	-----

**4. - Applicazioni agricole.**

## Sunti e sommari.

L'elettificazione nelle campagne . . . . .	742
--------------------------------------------	-----

## Cronaca.

Bollitori elettrici per foraggi . . . . .	444
-------------------------------------------	-----

**5. - Applicazioni termiche.**

## Cronaca.

L'applicazione dei forni elettrici nel trattamento di metalli diversi dal ferro . . . . .	43
Una macchina per la prova dei materiali da costruzione . . . . .	137
Un'importante costruzione metallica ottenuta colla saldatura ad arco . . . . .	228
La Mostra permanente dell'A. E. G. in Berlino . . . . .	228
Stazioni tramviarie in ferro saldato ad arco . . . . .	309
La relazione tra la purezza e la temperatura dell'ossigeno nel taglio dei metalli colla fiamma ossidrica . . . . .	309
L'adozione del forno elettrico nella fonderia di ghisa . . . . .	334
Sui riscaldatori d'acqua con accumulazione dell'energia . . . . .	521

**6. - Applicazioni varie.**

## Sunti e sommari.

La tecnica del freddo - A. R. Stevenson Jr. . . . .	134
-----------------------------------------------------	-----

## Cronaca.

Un dispositivo elettrico per la depurazione del fumo . . . . .	71
La diffusione degli apparecchi elettrici per usi domestici . . . . .	91
Uno dei piccoli impianti refrigeranti azionati elettricamente . . . . .	208
Dispositivo elettromagnetico per la verifica degli assi delle ruote . . . . .	228
La Mostra permanente dell'A. E. G. in Berlino . . . . .	228
L'applicazione dei raggi X all'esame dei carboni fossili . . . . .	293
L'impiego di circuiti elettrici per le misure di variazione piccolissime di lunghezza . . . . .	293
Il recupero di particelle metalliche sospese nel fumo . . . . .	309
La televisione secondo il procedimento di Edouard Belin . . . . .	410
Una valvola elettrolitica . . . . .	610

Un dispositivo per sostituire i lampi al magnesio . . . . .	610
Un dispositivo di sincronizzazione a distanza dei pendoli di precisione . . . . .	642

#### La nostra industria.

I trasporti di carbone nell'officina del Gas di Bovisa - <i>Clemente Bocchi</i> . . . . .	21
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

### 7. - Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche.

#### Riassunti.

Movimento delle Società Elettriche - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	43-111-182-246 310-468-557-773-845-910
---------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------

### 8. - Brevetti.

Brevetti italiani . . . . .	24-92-116-139-187-209-272-336
-----------------------------	-------------------------------

### 9. - Condutture.

#### Note di redazione.

Le intensità di corrente ammissibili nei cavi . . . . .	73
Il riscaldamento dei cavi . . . . .	93
L'isolamento delle linee aeree, le Norme per gli isolatori e la Riunione di Como . . . . .	165
La tecnica delle grandi linee . . . . .	214
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . .	317
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti . . . . .	389
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474
Prove di isolamento interno . . . . .	525
L'attrezzatura delle grandi linee . . . . .	565
Riunioni e Congressi a Como . . . . .	613
Il successo tecnico della prossima riunione di Como . . . . .	645
La riunione di Como . . . . .	701
Le discussioni di Como . . . . .	777

#### Articoli e comunicazioni.

Il riscaldamento dei cavi in carta impregnata a carico continuo ed intermittente - <i>L. Bosone</i> . . . . .	73-93
Sul selezionamento termico degli isolatori - <i>L. Selmo</i> . . . . .	176
La linea a 135.000 volt dalla Valle d'Aosta a Torino - <i>A. Dalla Verde</i> . . . . .	191
Diagramma pratico per il calcolo delle lunghe linee ad altissima tensione - <i>G. Palestino</i> . . . . .	214
Prova di linee elettriche mediante resistenze - <i>M. Brunetti</i> . . . . .	263
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	350
Isolatori passanti per altissime tensioni - <i>G. Silva</i> . . . . .	401-420
Sulla tecnica degli isolatori - <i>E. Alessandri</i> . . . . .	488
Particolarità ed accessori delle catene di isolatori - <i>A. Dalla Verde</i> . . . . .	565
Conduttori per linee ad altissima tensione - <i>E. Semenza</i> . . . . .	613
Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori - <i>Cerillo - Focaccia - Selmo</i> . . . . .	619
Contributo allo studio comparativo sulle norme degli isolatori di porcellana ad alta tensione - <i>Motti</i> . . . . .	626
Cavo per linea a 75.000 volt - <i>Bosone</i> . . . . .	629
Sull'attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria - <i>Someda</i> . . . . .	634
Proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione - <i>Altmann</i> . . . . .	693
Lo sviluppo della telegrafia sottomarina - <i>Perilli</i> . . . . .	761

#### Lettere alla redazione.

Tesatura delle grandi linee - <i>R. Zocca - G. Roberti</i> . . . . .	177
Sul selezionamento termico degli isolatori - <i>M. Ubaldi</i> . . . . .	288
Sul selezionamento termico degli isolatori - <i>E. Altmann</i> . . . . .	495
Sul comportamento degli isolatori - <i>C. Castellani</i> . . . . .	605
Sulle corrosioni dei cavi - <i>Loviseti</i> . . . . .	638

#### Sunti e sommari.

Sulle inclusioni gassose nei cavi ad altissima tensione - <i>L. Emanuelli</i> . . . . .	18
Dati di pratica d'esercizio su linee di trasmissione a 132.000 volt - <i>M. L. Sindeband - P. Sporn</i> . . . . .	41
Note sulle vibrazioni dei conduttori di linea - <i>T. Varney</i> . . . . .	85
Calcoli semplificati di linee di trasmissione - <i>E. Clarke</i> . . . . .	90
Sulla telefonia a grande distanza con cavi e conduttori caricati uniformemente di induttanza (cavi Krarup) - <i>E. Soleri</i> . . . . .	135
L'uso del wattmetro dinamometrico per la misura delle perdite nel dielettrico e del fattore di potenza dei cavi - <i>Everett L. Lee</i> . . . . .	156
Prove in cavi per alte tensioni isolati con carta - <i>F. Farmer</i> . . . . .	240
La carica nello spazio circostante un conduttore durante le formazioni del fenomeno corona - <i>J. Carroll - H. J. Ryan</i> . . . . .	264
Una linea di contatto di tipo «standard» - <i>W. H. C. Villiers</i> . . . . .	268
La più recente linea di trasmissione a 220.000 volt sulla costa del Pacifico - <i>Falkiner Muttall</i> . . . . .	291

La autocorrosione dei cavi sotto piombo. Studio sperimentale della corrosione coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici - <i>F. O. Anderegg e R. V. Achatz</i> . . . . .	330
Fili smaltati - <i>E. Goldbacher</i> . . . . .	358
La linea Vincent a 220.000 V in California - <i>C. B. Carlson e H. Michener</i> . . . . .	378
Montaggio di linee a 220 kV e a 380 kV - <i>G. Malanud</i> . . . . .	465
Sostegni per linee di trasmissione ad alta tensione - <i>H. R. White</i> . . . . .	640
La portata dei conduttori isolati - <i>Apt</i> . . . . .	698
Studi col kenotron sull'isolamento dei cavi - <i>Reptogle - Burkholder</i> . . . . .	744

#### Cronaca.

Sui mezzi di facilitare la posa dei cavi nei condotti sotterranei . . . . .	43
Una nuova linea a 120.000 V da Livorno a Firenze . . . . .	137
La mostra permanente dell'A.E.G. in Berlino . . . . .	228
Pressioni esercitate dal vento sulle linee di trasmissione . . . . .	293
Per mantenere un sufficiente grado di isolamento nelle linee telefoniche . . . . .	293
La linea a 100.000 V. della Washington Water Power Co. . . . .	380
Una descrizione delle prove meccaniche cui vengono sottoposti materiali isolanti . . . . .	467
Per la calcolazione approssimata delle fondazioni in blocco di calcestruzzo dei pali . . . . .	521
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
Un'affermazione della tecnica italiana in America . . . . .	555
Un metodo rapido per il calcolo degli isolatori passanti . . . . .	642
Sui conduttori armati per apparecchi di sollevamento . . . . .	744
Nuovi tipi di cassetta di manovra . . . . .	796
Un cavo telegrafico fra il Canada e l'Australia . . . . .	796
Prove di telegrafia duplice su cavi telegrafici sottomarini tipo Krarup . . . . .	819
Nelle linee di trasmissione ad alta tensione . . . . .	844
Un nuovo cavo telegrafico sottomarino Germania-America . . . . .	844
Sulle condizioni di sicurezza meccanica relativa nelle linee di trasmissione aeree . . . . .	867

#### Norme - leggi - decreti.

Disposizioni relative all'autorizzazione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . . . .	314
Dell'esercizio arbitrario delle proprie ragioni in materia di condutture elettriche - <i>L. Pesci</i> . . . . .	561
L'articolo 429 del codice di Commercio e le condutture elettriche ad alta tensione - <i>L. Pesci</i> . . . . .	561
I Comuni e le reti di distribuzione dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . . . .	561

#### Note legali.

Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . . . .	314
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

#### Libri e pubblicazioni.

Calcolo pratico delle linee elettriche - <i>G. Chierchia</i> . . . . .	20
Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica - <i>F. Kapper</i> . . . . .	72
Hochspannungstechnik - <i>A. Roth</i> . . . . .	562
Die elektrischen Leitungsnetze - <i>Herzog - Feldmann</i> . . . . .	848
Elektrische Festigkeitslehre - <i>Schwaiger</i> . . . . .	870
High tension line practice - <i>E. V. Pannel</i> . . . . .	914

#### La nostra industria.

I cavi trifasi per alte tensioni a superfici equipotenziali metallizzate (cavi H) costruiti dalla Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. . . . .	556
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

#### Discussioni.

XXXII <sup>a</sup> Riunione dell'A.E.I. . . . .	339-444
Comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna - <i>Silva</i> . . . . .	411
La 4 <sup>a</sup> sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
Conferenza tenuta il 26 luglio 1927 - <i>W. C. Binz</i> . . . . .	643

### 10. - Costruzioni elettromeccaniche.

#### Note di redazione.

L'attrito nei sopporti secondo le moderne vedute . . . . .	273
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Prove di isolamento interno . . . . .	525
Perni Michell . . . . .	873

#### Articoli e comunicazioni.

Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica - <i>N. Ratti</i> . . . . .	274
Trasformatori a tre avvolgimenti per duplice alimentazione primaria - <i>Della Salda</i> . . . . .	318
La resilienza nelle costruzioni elettriche - <i>G. Finzi</i> . . . . .	329
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	350

Isolamento e prova degli avvolgimenti - G. Rebori . . . . .	548
Perni Michell ed altri sopporti per carichi elevati - L. V. Rossi . . . . .	873
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . .	917

*Lettere alla redazione.*

Costruzioni elettromeccaniche americane e italiane - E. Morelli - Tecnomasio italiano Brown Boveri . . . . .	66
Costruzioni elettromeccaniche italiane ed americane - B. Cerretelli . . . . .	153
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - E. Santuari . . . . .	464

*Sunti e sommari.*

Un ritrovato per gli isolanti a base di mica - L. E. Barringer . . . . .	290
Perdite parassite alle estremità dello statore nelle macchine a grande passo polare e mezzi per ridurle - H. De Pistoye . . . . .	520
Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici - Hoover . . . . .	743

*Cronaca.*

I vantaggi che possono ottenersi con un accurato studio dei particolari costruttivi nei trasformatori in aria per alte tensioni . . . . .	310
Calcolazione delle correnti parassite in bobine costituite da fili avvolti circolarmente . . . . .	521
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
Per le prove degli alternatori a pieno carico in officina . . . . .	844

*Libri e pubblicazioni.*

Aide - Mémoire - Formulaire de l'Electricité de la Mécanique et de l'Electromécanique - E. Pacoret . . . . .	252
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - Mazzocchi . . . . .	472
Die Elektrische Maschinen - Liwischitz . . . . .	561
Atlante di schemi di avvolgimento per macchine elettriche - Mazzocchi . . . . .	820
Electrical Engineering Practice - Meares and Neale . . . . .	820
Standard Yearbook . . . . .	848
Der Drehstrom - Induktions Regler - Schait . . . . .	848
Die Asynchronmotoren - Rummel . . . . .	870
Elektrische Festigkeitslehre - Schwaiger . . . . .	870

*La nostra industria.*

I trasporti di carbone nell'Officina del Gas di Bovisa - Clemente Bocchi . . . . .	21
------------------------------------------------------------------------------------	----

*Discussioni.*

La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
---------------------------------------------------------------------------------------	-----

**11. - Decreti, leggi, norme e regolamenti.***Note di redazione.*

Riunioni e congressi a Como . . . . .	613
Le discussioni di Como . . . . .	777

*Articoli e comunicazioni.*

Contributo allo studio comparativo sulle norme per gli isolatori di porcellana ad alta tensione - Motti . . . . .	626
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

*Lettere alla redazione.*

Sulla rivalsa degli aumenti di canone demaniale - D. Civita . . . . .	18
Sulla rivalsa per gli aumenti di canoni demaniali - L. Pesci . . . . .	201

*Cronaca.*

Associazione Nazionale per il controllo della combustione . . . . .	555
---------------------------------------------------------------------	-----

*Note legali.*

Modificazione al R. D. L. 4 marzo 1926 n. 681 - L. Pesci . . . . .	162
Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - L. Pesci . . . . .	314
La distinzione giuridica tra linee di trasmissione e linee di distribuzione di energia elettrica e la relativa distribuzione di competenza - L. Pesci . . . . .	868

*Norme - leggi - decreti.*

Modificazione al R. decreto-legge 4 marzo 1926 n. 681 recante disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica . . . . .	314
Disposizioni relative all'autorizzazione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica . . . . .	314
Norme Impianti . . . . .	915

**12. - Domande e risposte.****13. - Elettrochimica ed elettrometallurgia.***Note di redazione.*

Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
---------------------------------------------------------	-----

*Articoli e comunicazioni.*

L'elettrotecnica alla Fiera campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . .	350
-----------------------------------------------------------------------------	-----

*Sunti e sommari.*

La placcatura elettrica dei metalli - W. E. Hugues . . . . .	890
Le lampade ad arco di tungsteno - B. Del Lungo . . . . .	891

*Cronaca.*

L'applicazione dei forni elettrici nel trattamento di metalli diversi del ferro . . . . .	43
La prima tubazione per acqua potabile saldata per intero elettricamente . . . . .	208
La relazione fra la purezza e la temperatura dell'ossigeno nel taglio dei metalli colla fiamma ossidrica . . . . .	309
L'adozione del forno elettrico nella fonderia di ghisa . . . . .	334
Una valvola elettrolitica . . . . .	610
Sui metodi di saldatura dei metalli mediante l'arco prodotto a corrente alternata . . . . .	610
La produzione del vanadio . . . . .	892

*Libri e pubblicazioni.*

Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques . . . . .	72
Aide - Mémoire - Formulaire de l'Electricité, de la Mécanique et de l'Electromécanique - E. Pacoret . . . . .	252
Nel 1º centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295

*Discussioni.*

Applicazione dell'elettricità alla fabbricazione dei concimi chimici - Dott. G. Levi . . . . .	364
------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**14. - Elettrofisica.***Note di redazione.*

Misure di angoli di fase . . . . .	25
L'opera di Volta . . . . .	117
5 marzo 1827 - 5 marzo 1927 . . . . .	141
L'opera di Alessandro Volta . . . . .	165
Simpatia iniziativa americana in onore di Volta . . . . .	501
Il successo tecnico della prossima Riunione di Como . . . . .	645

*Articoli e comunicazioni.*

Misura di angoli di fase col tubo di Braun - Errore di fase delle resistenze voltmetriche - G. Vallauri . . . . .	26
Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche - Pession . . . . .	666

*Lettere alla redazione.*

Il percorso di una scarica atmosferica - E. Thomes . . . . .	223
Sulle corrosioni dei cavi - Lovisetti . . . . .	638

*Sunti e sommari.*

Il meccanismo della rottura dei dielettrici - P. L. Hoover . . . . .	68
La carica nello spazio circostante un conduttore durante la formazione del fenomeno corona - J. Carroll - H. J. Ryan . . . . .	264
Lo strato di Heaviside - E. V. Appleton . . . . .	376
Le nuove vedute della fisica - Bert-Millikan . . . . .	640
Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici - Hoover . . . . .	743
Un nuovo rettificatore elettronico - Grondahl e Geiger . . . . .	863
Il problema dell'elettricità terrestre e le radiazioni penetranti - F. Rasetti . . . . .	890

*Cronaca.*

Un fenomeno d'origine termica nelle pile elettriche . . . . .	20
Un esame completo delle radiazioni emesse dall'arco fra elettrodi di carbone . . . . .	71
Variazione dell'intensità della corrente termoionica col variare delle distanze fra il filamento e l'anodo . . . . .	71
Presenza di ioni negativi molto rapidi nell'argon puro . . . . .	91
Registrazioni del campo elettrico atmosferico fino a 20.000 metri . . . . .	91
Sul fenomeno delle scariche atmosferiche . . . . .	228
Un flusso emanante dal corpo umano . . . . .	309
Un nuovo tipo di tubo catodico . . . . .	334
Sui fenomeni piezoelettrici del quarzo . . . . .	334
La Commemorazione di A. Volta al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere . . . . .	410
Borsa di studio italo-americana in onore di Volta . . . . .	522
Dispositivi per produzione di radiazione ultravioletta . . . . .	610
Esperienze intorno alle correnti circolanti nel suolo . . . . .	867
Sulla conduttività dell'atmosfera . . . . .	867



*Libri e pubblicazioni.*

Nel Primo Centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio - <i>Magrini</i> . . . . .	472
Numero speciale Voltiano de «L'Energia Elettrica» . . . . .	561
Elektrische Festigkeitslehre - <i>Schwaiger</i> . . . . .	870

*Discussioni.*

Commemorazione Voltiana - <i>F. Lori</i> . . . . .	500
Scariche atmosferiche e linee di trasmissione - <i>F. W. Peek</i> . . . . .	915

**15. - Elettrotecnica generale.***Note di redazione.*

Filtri elettrici . . . . .	500
Filtri , , . . . . .	778
Protezionismo ed antiprotezionismo . . . . .	801

*Articoli e comunicazioni.*

Induzione mutua fra circuiti e propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche - <i>V. Gori</i> . . . . .	305
Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici - <i>V. Gori</i> . . . . .	753-784
Trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni - <i>Someda</i> . . . . .	801

*Sunfi e sommari.*

La temperatura di contatto e problemi relativi alle interruzioni di corrente - <i>J. Slyman</i> . . . . .	154
Perdite nelle fasciature dei motori - <i>T. Spooner</i> . . . . .	155
Alternatori a velocità doppia di quella di sincronismo - <i>K. P. Roy</i> . . . . .	202
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - <i>I. Liston</i> . . . . .	495
Studio delle scariche atmosferiche in Giappone - <i>Mitsuda</i> . . . . .	698
Distribuzione del campo e resistenza di radiazione di un'antenna verticale non caricata, oscillante su una delle sue armoniche - <i>Levin - Young</i> . . . . .	770

*Cronaca.*

Un metodo grafico per la risoluzione di complessi problemi inerenti a circuiti a correnti alternate . . . . .	228
Una trattazione matematica delle varie definizioni del $\cos \varphi$ . . . . .	228
Per l'impiego pratico della formula di Nagaoka . . . . .	309
Per il tracciamento grafico delle linee di flusso . . . . .	334
Il problema della determinazione della potenza sincronizzante . . . . .	380
Resistenza di contatto fra pezzi di rame . . . . .	498
Calcolazione delle correnti parassite in bobine costituite da fili avvolti circolarmente . . . . .	521
Sulle sovratensioni nei trasformatori . . . . .	522
La reazione trasversale nelle macchine sincrone . . . . .	610
Una inchiesta sulle protezioni contro le sovratensioni . . . . .	772

*Libri e pubblicazioni.*

Corso teorico-pratico di Elettrotecnica - <i>L. Lombardi</i> . . . . .	20
Compendio di Elettrotecnica - <i>L. Lombardi</i> . . . . .	20
Cours d'électrotechnique - <i>M. A. Hiovisi</i> . . . . .	20
L'elettricità meravigliosa - <i>F. Barbacini</i> . . . . .	20
Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques . . . . .	72
L'électrotechnique des praticiens - <i>I. Fischer Hinnan</i> . . . . .	115
Manuel de l'Ingénieur Electricien - <i>Rziha et Seidener</i> . . . . .	115
Aide-Mémoire-Formulaire de l'Electricité, de la Mécanique et de l'Electro-mécanique - <i>E. Pacoret</i> . . . . .	252
Elektrische Festigkeitslehre - <i>Schwaiger</i> . . . . .	870

*Discussioni.*

Le funzioni iperboliche e le loro applicazioni ai problemi dell'elettrotecnica - <i>Kennelly</i> . . . . .	188
Alcuni metodi matematici svolti negli ultimi cinquant'anni nel campo della elettrotecnica applicata - <i>Kennelly</i> . . . . .	296
Radiazione e propagazione dell'energia per mezzo delle onde elettromagnetiche - <i>B. Focaccia</i> . . . . .	362

**16. - Fisica e chimica.***Note di redazione.*

L'opera di Volta . . . . .	117
5 marzo 1827 - 5 marzo 1927 . . . . .	141
L'opera di Alessandro Volta . . . . .	165
Riunioni internazionali . . . . .	189
Simpatia iniziativa americana in onore di Volta . . . . .	501
La Riunione di Como . . . . .	701
L'odierna crisi della fisica . . . . .	749
La struttura dei suoni e la loro percezione . . . . .	749

*Articoli e comunicazioni.*

Nuovi esperimenti sulla relazione tra perdite di calore ed attrito superficiale nei canaletti cilindrici - <i>B. Del Nunzio</i> . . . . .	234
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Sulla struttura dei suoni e la loro percezione - <i>U. Bordoni</i> . . . . .	733-758
La crisi odierna della fisica - <i>O. Corbino</i> . . . . .	750
Il Congresso Internazionale dei Fisici - <i>E. Pugno Vanoni</i> . . . . .	928

*Sunfi e sommari.*

L'evoluzione del sistema solare - <i>B. Fessenkoff</i> . . . . .	379
Le nuove vedute della fisica - <i>B. Millikan</i> . . . . .	640
Il problema dell'elettricità terrestre e le radiazioni penetranti - <i>F. Rasetti</i> . . . . .	890
La placcatura elettrica dei metalli - <i>W. E. Hugues</i> . . . . .	890

*Cronaca.*

Relazione al Congresso internazionale dei Fisici . . . . .	207
Il Congresso di ottica . . . . .	208
Tre campioni di superfici piane . . . . .	208
Il termoradiometro . . . . .	380
Concorso a borse di perfezionamento per la fisica, la chimica e loro applicazioni tecniche . . . . .	381
Nuovo microfotometro registratore a cellula fotoelettrica . . . . .	444
Borsa di studio italo-americana in onore di Volta . . . . .	522
Per la realizzazione del corpo nero . . . . .	610
Sulle proprietà fotoelettriche delle leghe sodio-potassio . . . . .	610
Sul calcolo dei camini e sulla teoria del tiraggio . . . . .	796
La produzione del vanadio . . . . .	892

*Libri e pubblicazioni.*

Nel Primo Centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Numero speciale Voltiano de «L'Energia Elettrica» . . . . .	561

*Discussioni.*

Il mondo che vibra - <i>Pasqualini</i> . . . . .	163
La crisi delle moderne teorie della fisica - <i>Ronchi</i> . . . . .	295
Alessandro Volta e la sua opera scientifica - <i>Di Ponzio R.</i> . . . . .	362
Commemorazione Voltiana - <i>F. Lori</i> . . . . .	500

**17. - Generatori elettrici e pile.***Note di redazione.*

L'opera di Volta . . . . .	117
La dinamo Ossanna . . . . .	117
Misura elettrica del riscaldamento delle macchine . . . . .	117
5 marzo 1827 - 5 marzo 1927 . . . . .	141
L'opera di Alessandro Volta . . . . .	165
Progressi nelle centrali termoelettriche . . . . .	273
L'attrito nei supporti secondo le moderne vedute . . . . .	273
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Simpatia iniziativa americana in onore di Volta . . . . .	501
Prove di isolamento interno . . . . .	525
La Riunione di Como . . . . .	701
Le discussioni di Como . . . . .	777
L'impianto del Tirso . . . . .	801
Protezionismo ed antiprotezionismo . . . . .	801
La centrale del Tirso . . . . .	821
L'impianto di Busachi . . . . .	849

*Articoli e comunicazioni.*

La dinamo Ossanna - <i>F. Tedeschi</i> . . . . .	127
Misura della temperatura nelle macchine elettriche - <i>R. Pettenati</i> . . . . .	131
Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica - <i>N. Ratti</i> . . . . .	274
La resilienza nelle costruzioni elettriche - <i>G. Finzi</i> . . . . .	329
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	350
Isolamento e prova degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i> . . . . .	548
L'impianto del Tirso . . . . .	850-829-857
L'Esposizione Voltiana di Como - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	917
L'impianto di Cardano della Soc. Idroelettrica dell'Isarco . . . . .	933

*Lettere alla redazione.*

Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>E. Santuari</i> . . . . .	464
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>Tomasicchio</i> . . . . .	606

*Riassunti.*

I nuovi turbogeneratori - <i>R. Pohl</i> . . . . .	284
----------------------------------------------------	-----

*Sunfi e sommari.*

Caratteristiche di stabilità degli alternatori - <i>O. E. Shirley</i> . . . . .	89
La macchina elettrica come dinamo-freno e come motore di misura - <i>H. Beckmann</i> . . . . .	108
Comando e protezione di dinamo per distribuzione a tre fili - <i>W. A. Holland</i> . . . . .	156
Frenatura di recupero per locomotori a corrente continua - <i>A. Breidenberg Jr.</i> . . . . .	180



Alternatori a velocità doppia di quella di sincronismo - K. P. Roy	202
Protezione contro gli incendi degli alternatori accoppiati a turbine idrauliche - J. Allen Johnson e E. I. Burnham	225
Metalli puri nel macchinario elettrico. Distinzione fra purezza chimica e commerciale. Alcune proprietà essenziali del ferro « Armco » - L. P. Sidney	265
Confronto del rendimento di macchine sincrone determinato con vari metodi - P. J. Alger	266
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - I. Liston	495
Perdite parassite alle estremità dello statore nelle macchine a grande passo polare e mezzi per ridurle - H. De Pistoye	520

*Cronaca.*

Un fenomeno d'origine termica nelle pile elettriche	20
Per il miglioramento del fattore di potenza	20
Alternatori di grande potenza ad altissimo numero di giri	208
La Mostra permanente della A. E. G. in Berlino	228
Il più grande gruppo turbo-alternatore del mondo	294
La produzione di ozono nell'aria di ventilazione nel caso di alternatori a ventilazione in circolazione chiusa	335
Il problema della determinazione della potenza sincronizzante	380
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione dei Comitati di studio	523-562
La reazione trasversale nelle macchine sincrone	610
Due turboalternatori da 100.000 kVA	610
Alternatori da 37.500 kW	819
Per le prove degli alternatori a pieno carico in officina	844
Apparecchio per la determinazione della curva della caduta di tensione alle spazzole	868

*Libri e pubblicazioni.*

Cours d'électrotechnique - M. A. Hiovisi	20
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - Mazzocchi	472
Numero speciale Voltiano de «L'Energia Elettrica»	561
Die Elektrische Maschinen - Lirschtz	561
Hochspannungstechnik - A. Roth	562
Atlante di schemi di avvolgimento per macchine elettriche - Mazzocchi	820
Electrical Engineering Practice - Meares and Neale	820
Standard Yearbook	848
Elektrische Festigkeitslehre - Schwaiger	870

*Discussioni.*

Sui generatori delle correnti ad alta frequenza - B. Focaccia	211
La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione	457
Commemorazione Voltiana - Lori	500

**18. - Idraulica.***Note di redazione.*

La misura elettrica delle piccole velocità dell'acqua	1
Dighe a ritenuta	142
La costruzione in serie delle turbine idrauliche	317
La teoria delle turbine	341
Turbine e alternatori	365
La costruzione in serie delle turbine idrauliche	389
L'impianto del Tirso	801
La centrale del Tirso	821
L'impianto di Busachi	849

*Articoli e comunicazioni.*

La misura della velocità dell'acqua alla parete delle condutture - B. Del Nunzio	7
Sulle dighe ad archi multipli - L. Passerini	151
Nuovi esperimenti sulla relazione tra perdita di calore ad attrito superficiale nei condotti cilindrici - B. Del Nunzio	234
Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione - G. Büchi	231-341-365-389-433
L'impianto del Tirso	805-829-857
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia	894

*Lettere alla redazione.*

Sulla misura elettrica della velocità dell'acqua - F. Gallina	66
---------------------------------------------------------------	----

*Sunti e sommari.*

La misura della portata nelle condotte degli impianti idraulici - G. Scimeni	134
Gli impianti dell'Aniene	204
Impianto sul Serchio da Pontecosi a Castelnuovo di Garfagnana - L. Mangiagalli	288

*Cronaca.*

La produzione di energia elettrica in Argentina	91
L'utilizzazione della forza viva dell'acqua corrente dei fiumi	91
Echi dell'Esposizione di Basilea	116
La prima tubazione per acqua potabile saldata per intero elettricamente	208
Piano di sistemazione e di sfruttamento idraulico dei grandi laghi	228
Gli impianti della Cisalpina per l'utilizzazione del Borbera	269
Una nuova Centrale idroelettrica a Morkfos	294
Un altro impianto per la utilizzazione della energia delle maree	335
L'inaugurazione della centrale di Mese	380
Due dighe ad arco sottili rovinata in America	380
Il primo impianto idroelettrico costruito in Cina	380
Una centrale idroelettrica caratteristica	381
Nuovo tipo di diga detto a cupole multiple	498
Impianti del Coghinas	611
Nuovo tipo di turbina idraulica ad azione	844
Su una turbina idraulica utilizzante la libera corrente di un fiume	844
Una nuova grande centrale svizzera	868

*Libri e pubblicazioni.*

Element der Wirtschaftlichkeits-Berechnung von Wasser-Kraftanlagen - Grünwaldt	47-138
Pratica delle condotte forzate - Assegnazione dei diametri - G. Di Riccio	47
Die Binnenschiffahrt und Wasser-Kraufnutzung der Schweiz - M. Fenner	115
La produzione di energia elettrica nel 1925 - De Marchi	230
Mécanisme de l'eau et Principes Généraux pour l'établissement d'usines Hydroélectriques - R. Koechlin	252
La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926 - De Marchi	848-869

*La nostra industria.*

Valvole a farfalla di grande diametro	381
Alcuni recenti risultati nella costruzione delle condotte forzate	517

*Discussioni.*

Funzionamento delle turbine idrauliche a reazione e loro costruzioni in serie - G. Büchi	499
------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**19. - Illuminazione e fotometria.***Note di redazione.*

Per l'illuminazione razionale degli ambienti	1
Lettere alla redazione	93
Problemi di illuminazione	117
Illuminazione pubblica	189
Come si deve denominare sinteticamente il movimento per la illuminazione razionale?	233
Sulla marcatura delle lampade	233
La «marcatura delle lampade»	253
Sulle lampade al Neon	501
Un manuale di tecnica della illuminazione	849
Le Riunioni Internazionali di Bellagio	893

*Articoli e comunicazioni.*

Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo	11
L'illuminazione pubblica nelle grandi città - C. Clerici	107
Alcune considerazioni circa la necessità di indicare con uno speciale termine (Lucicoltura?) le norme che caratterizzano l'illuminazione cosiddetta «razionale» - S. Danesi	125
Note e rilievi sulla illuminazione di strade - G. Peri	189
Sulla marcatura delle lampade elettriche ad incandescenza - M. Marchetti	233
Qual'è il termine adatto a denominare sinteticamente il movimento per la illuminazione razionale? (Referendum Danesi)	239
A proposito di alcuni articoli recenti sulla «marcatura» delle lampade ad incandescenza - U. Bordoni	260
Su certe proprietà elettriche ed applicazioni delle lampade a luminescenza catodica - F. Neri	506
Il Congresso di Bellagio della Commissione Internazionale della Illuminazione	905

*Lettere alla redazione.*

Per trovare un nome alla nuova tecnica della luce - C. Clerici	67
In materia di illuminazione stradale - G. Peri	133
Sulla «marcatura» delle lampade ad incandescenza - C. Clerici	306-551
» » » » » » E. Piazzoli	374

*Sunti e sommari.*

Nuovi perfezionamenti alle lampade ad arco - G. Laue	307
Lampade elettriche. Loro caratteristiche e metodi di prova. Relazioni fra temperatura lunghezza e diametro del filamento - Duding e Winch	331
Curve caratteristiche dell'arco normale, dipendenza dell'esponente W dalla temperatura assoluta dell'anodo - W. B. Nottingham	443

Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - <i>F. Liston</i> . . . . .	495
Comando a distanza di impianti di illuminazione stradale - <i>W. T. Dempsey</i> . . . . .	497
Le centrali elettriche e l'importanza dell'industria dell'illuminazione - <i>Arnold</i> . . . . .	551
Fabbricazione delle valvole termoioniche - <i>Peterson</i> . . . . .	814
La lampada ad arco di tungsteno - <i>B. Del Nunzio</i> . . . . .	891

## Cronaca.

L'applicazione delle onde convogliate per il comando a distanza di apparecchi . . . . .	43
L'influenza della colorazione della luce sulla facilità della lettura . . . . .	91
Recenti progressi della tecnica dell'illuminazione . . . . .	181
La Mostra permanente della A. E. G. in Berlino . . . . .	228
Un nuovo impianto di luce con lampade in serie . . . . .	229
Nuovo microfotometro registratore a cellula fotoelettrica . . . . .	444
L'illuminazione di riserva nei teatri . . . . .	467
La tensione da adottarsi nella rete di alimentazione . . . . .	521
Per l'illuminazione intensa degli scali ferroviari . . . . .	521
Esperienze sull'influenza del grado di illuminazione sulla produttività degli operai . . . . .	521
Sulla determinazione dei sovraccarichi tollerabili . . . . .	555
Dispositivi per produzione di radiazioni ultraviolette . . . . .	610
Un nuovo tipo di lampada indicatrice a conduttore gassoso . . . . .	700
Variazioni dell'illuminazione naturale durante il giorno . . . . .	868

## Norme - leggi - decreti.

L'opera svolta del «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento» nel terzo anno del suo funzionamento . . . . .	871
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Libri e pubblicazioni.

Nel Primo Centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Pubblicazioni del Comitato Nazionale Italiano dell'illuminazione e del Riscaldamento . . . . .	872

## 20. - Impianti.

## Note di redazione.

La continuità del servizio negli impianti americani . . . . .	1
Lettera alla redazione . . . . .	93
Progressi nelle centrali termoelettriche . . . . .	273
Turbine e alternatori . . . . .	365
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . .	413
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474
Riunioni e congressi a Como . . . . .	613
La Riunione di Como . . . . .	701
Le discussioni di Como . . . . .	777
L'impianto del Tirso . . . . .	801
Protezionismo ed antiprotezionismo . . . . .	801
Tarifficazione e fattore di potenza . . . . .	821
La centrale del Tirso . . . . .	821
L'impianto di Busachi . . . . .	849
La nuova Commissione mista per le Norme Impianti . . . . .	893
L'impianto di Cardano . . . . .	917

## Articoli e comunicazioni.

Il concetto della continuità dei servizi elettrici nei grandi impianti degli Stati Uniti d'America - <i>A. Roncaldier - C. Palestrino</i> . . . . .	2
Dispositivo autoricaricatore per le linee di distribuzione a corrente alternata - <i>L. Montiroli</i> . . . . .	81
Prova di linee elettriche mediante resistenze - <i>M. Brunetti</i> . . . . .	263
Regolatori e multimetri per caldaie sistema Roucka - <i>Pavone</i> . . . . .	281
Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione - <i>G. Büchi</i> . . . . .	321-341-365-389-433
Isolatori passanti per altissime tensioni - <i>G. Silva</i> . . . . .	401-420
Sulla tecnica degli isolatori - <i>E. Alessandri</i> . . . . .	488
Sull'attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione, in aria - <i>Someda</i> . . . . .	634
Sul collegamento del neutro a terra negli impianti ad alta tensione - <i>Cerillo - Focaccia - Selmo</i> . . . . .	724
Trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni - <i>Someda</i> . . . . .	801
L'impianto del Tirso . . . . .	805-829-857
L'Esposizione Voltiana di Como - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	917

## Lettere alla redazione.

Sulla continuità dei servizi elettrici <i>C. Clerici</i> . . . . .	67
Sulla continuità dei servizi elettrici - <i>A. Silva</i> . . . . .	104
Sulla utilizzazione dell'energia solare - <i>M. Dornig</i> . . . . .	104
Sulla continuità dell'esercizio - <i>A. Solari</i> . . . . .	201
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>E. Santuari</i> . . . . .	464
Sul sezionamento termico degli isolatori - <i>E. Altmann</i> . . . . .	495
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>Tomasicchio</i> . . . . .	606

## Riassunti.

I nuovi turbogeneratori - <i>R. Pohl</i> . . . . .	284
----------------------------------------------------	-----

## Sunti e sommari.

Protezione delle sbarre omnibus - <i>M. Currier</i> . . . . .	19
Auxiliari di centrali azionate elettricamente - <i>J. W. Dodge</i> . . . . .	86
Automatismo e comando a distanza di centrali idroelettriche - <i>Frank V. Smith</i> . . . . .	86
Recenti perfezionamenti negli impianti a torre per raffreddamento d'acqua - <i>A. Pouillard</i> . . . . .	106
Sistemi di messa a terra per centrali e sottostazioni - <i>W. W. Lewis</i> . . . . .	107
Il problema della elettrificazione in Francia - <i>J. Sordet</i> . . . . .	159
L'impianto idroelettrico del Ponale . . . . .	178
Sezionamento di circuiti per miniere - <i>E. L. Hough</i> . . . . .	207
Equipaggiamento di comando dei motori per servizi ausiliari nelle grandi centrali - <i>W. C. Plumer e J. W. Dodge</i> . . . . .	241
Impianto sul Serchio da Pontecosì a Castelnuovo di Garfagnana - <i>L. Mangiagalli</i> . . . . .	288
Elettrificazione suburbana di Parigi - Alimentazione delle ferrovie dell'Ovest - Particolari degli impianti di produzione e delle sottostazioni - <i>T. Rich</i> . . . . .	333
Turbina a vapore da 160.000 kW per la centrale di Hell Gate a New York - <i>V. L. B.</i> . . . . .	359
Le centrali elettriche e l'importanza dell'industria dell'illuminazione - <i>Arnold</i> . . . . .	551
Lo sviluppo dell'industria elettrica russa - <i>Gurewitsch</i> . . . . .	553
Centrali di conversione con raddrizzatori a vapore di mercurio ad ampolla in vetro per reti cittadine e possibilità di automatismo . . . . .	607
Gli impianti idroelettrici di Suviana e Castrola - <i>L. Maddalena</i> . . . . .	937
Diga sul Reno - <i>L. Mirone</i> . . . . .	937

## Cronaca.

Sui mezzi di facilitare la posa dei cavi nei condotti sotterranei . . . . .	43
Una grande centrale termoelettrica da 125.000 kW . . . . .	71
Una installazione notevole di turbine Francis per bassissime cadute . . . . .	91
La produzione dell'energia elettrica in Argentina . . . . .	91
L'elettrificazione in Russia . . . . .	91
I grandi impianti elettrici, le linee di trasmissione in Italia ed il loro esercizio - <i>G. Picker</i> . . . . .	137
Una nuova centrale elettrica sul torrente Boreca . . . . .	138
Una nuova centrale termoelettrica . . . . .	182
Una grande centrale termoelettrica in Germania . . . . .	182
Funzionamento dell'impianto a vapori di mercurio . . . . .	208
Piano di sistemazione e di sfruttamento idraulico dei Grandi Laghi . . . . .	229
Il legno come combustibile per gli impianti termoelettrici . . . . .	229
Esperienze di funzionamento con neutro a terra . . . . .	229
Gli impianti idroelettrici nella Serbia meridionale . . . . .	246
Gli impianti della Cisalpina per l'utilizzazione del Borbera . . . . .	269
Un nuovo impianto elettrico è progettato a Shanghai . . . . .	294
Una nuova grande centrale idroelettrica a Morkfos . . . . .	294
Il collegamento delle turbine idrauliche coll'alternatore mediante riduttore a ingranaggi . . . . .	294
Il capitale investito nell'industria elettrica . . . . .	310
Una centrale idroelettrica automatica . . . . .	335
Un altro impianto per la utilizzazione della energia delle maree . . . . .	335
L'impianto di trasporto del carbone porverizzato . . . . .	335
La produzione di energia elettrica durante il 1926 negli Stati Uniti d'America . . . . .	336
Visita alla nuova centrale termoelettrica del Marzocco . . . . .	340
Visita alla sottostazione di trasformazione all'aperto a 138.000 volt in Bari della Società Meridionale di Elettricità . . . . .	361
L'inaugurazione della centrale di Mese . . . . .	380
Due dighe ad arco sottile rovinata in America . . . . .	380
Il primo impianto idroelettrico costruito in Cina . . . . .	380
Una centrale idroelettrica caratteristica . . . . .	381
Sviluppo degli impianti elettrici in Danimarca . . . . .	410
Una centrale elettrica a motori Diesel . . . . .	467
Nuovo tipo di diga a cupole multiple . . . . .	498
Sull'architettura delle centrali idroelettriche . . . . .	521
Una nuova cabina all'aperto a 130.000 V . . . . .	521
Le cabine automatiche di conversione . . . . .	521
Il consumo di energia elettrica nella regione di Parigi . . . . .	522
Visita agli impianti di Savona della Società elettrica Negri . . . . .	523
Visita agli impianti di Savona delle Funiere Savona-San Giuseppe . . . . .	524
Indicatore di alta tensione . . . . .	555
Due turboalternatori da 100.000 kVA . . . . .	610
Il progresso compiuto nella tecnica degli impianti termici in questi ultimi tempi . . . . .	610
Le Centrali elettriche della Romania nel 1926 . . . . .	892
L'industria elettrica nella Svezia . . . . .	611
Impianti del Coghinas . . . . .	611
La cabina di conversione automatica a raddrizzatori a mercurio . . . . .	642
Una inchiesta sulle protezioni contro le sovratensioni . . . . .	772
Un apparecchio per la regolazione automatica della combustione . . . . .	796
Alternatori da 37.500 kW . . . . .	819
Interruttori di speciale costruzione . . . . .	844
Il Consiglio tecnico dell'Ass. Nazionale per il controllo della combustione . . . . .	844
Nuovo tipo di turbina idraulica ad azione . . . . .	844
Una turbina idraulica utilizzando la libera corrente di un fiume . . . . .	844
Due grandi caldaie multitubolari . . . . .	867
Nell'impianto idroelettrico di Balch (California) . . . . .	868
Una nuova grande centrale svizzera . . . . .	868

## Libri e pubblicazioni.

Utilizzazione delle acque per irrigazione - C. Ruggero . . . . .	115
Landeselektrizitätswerke - A. Schönberg - E. Glunk . . . . .	115
Manuel de l'Ingénieur Electricien - Rziha et Seidener . . . . .	115
Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen - G. S. Meyer . . . . .	115
La produzione di energia elettrica in Italia nel 1925 - G. De Marchi . . . . .	230
Mécanisme de l'eau et Principes Généraux pour l'établissement d'Usines Hydroélectriques - P. Koechlin . . . . .	252
Les Essais de Machines - R. Royds . . . . .	562
Combustione e combustibili - Boncinelli . . . . .	820
Electrical Engineering Practice - Meares and Neale . . . . .	820
L'installatore elettricista - De Amenti . . . . .	820
Der Drehstrom - Induktions Regler - Schait . . . . .	848
La produzione di energia elettrica nel 1926 in Italia - De Marchi . . . . .	848-869

## La nostra industria.

Valvole a farfalla di grande diametro . . . . .	381
Alcuni recenti risultati nella costruzione delle condotte forzate . . . . .	517
I cavi trifasi per alta tensione a superfici equipotenziali metallizzate (cavi H) costruiti dalla Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. . . . .	556

## Discussioni.

Sulle attuali direttive della tecnica delle turbine a vapore - Mario Medici . . . . .	72
Sull'esercizio dei grandi impianti elettrici - G. Palestrino . . . . .	164
Impianti della Società Meridionale di Eletticità - Motti . . . . .	187
Piccoli impianti in Sicilia - Trossarelli . . . . .	296
La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
Funzionamento delle turbine idrauliche a reazione e loro costruzione in serie - G. Büchi . . . . .	499
La regolazione graduale sotto carico del rapporto dei grandi trasformatori ad alta tensione con l'autotrasformatore Stragiotti - F. Pagliani . . . . .	848
Studi e Lavori della Soc. Meridionale di Eletticità - Ing. Motti . . . . .	915

## 21. - Indice bibliografico.

## Note di redazione.

Indice bibliografico . . . . .	253
--------------------------------	-----

## 22. - Industria nazionale.

## Cronaca.

I recenti contatori delle C. G. S. nel giudizio americano . . . . .	186
---------------------------------------------------------------------	-----

## La nostra industria.

I trasporti di carbone nell'Officina del Gas di Bovisa - C. Bocchi . . . . .	21
Contributo alla diffusione dei paranchi elettrici . . . . .	250
Valvole a farfalla di grande diametro . . . . .	381
Alcuni recenti risultati nella costruzione delle condotte forzate . . . . .	517
I cavi trifasi per alte tensioni a superfici equipotenziali metallizzate (cavi H) costruiti dalla Soc. An. V. Tedeschi e C. . . . .	556
Nuovo wattmetro registratore a servomotore sistema C. G. S. Usigli . . . . .	841

## 23. - Insegnamento, Istituti, scuole e laboratori.

## Lettere alla redazione.

La scuola e l'industria - R. Falco . . . . .	889
----------------------------------------------	-----

## Sunti e sommari.

Collaborazione tra fisici ed elettrotecnici - V. Karapetoff . . . . .	520
-----------------------------------------------------------------------	-----

## Cronaca.

L'insediamento del nuovo Consiglio direttivo del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico . . . . .	294
La Scuola laboratorio di Elettrotecnica per operai di Milano . . . . .	381

## 24. - Libri e pubblicazioni.

## Recensioni.

Corso teorico-pratico di Elettrotecnica - L. Lombardi . . . . .	20
Compendio di Elettrotecnica - L. Lombardi . . . . .	20
Riduttori - Principi, materiali, calcolo, esempi - Ottorino Pomini . . . . .	71
Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques . . . . .	72
Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica - F. Kapper . . . . .	72
Utilizzazione delle acque per irrigazione - C. Ruggero . . . . .	115

Relais - Funzionamento ed applicazione - Compagnia Generale di Eletticità . . . . .	115
Die Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung der Schweiz - M. Fenner . . . . .	115
Landeselektrizitätswerke - A. Schoenberg - E. Glunk . . . . .	115
L'Electrotechnique des praticiens - I. Fischer Hinnen . . . . .	115
Manuel de l'Ingénieur Electricien - Rziha e Seidener . . . . .	115
Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen - G. S. Meyer . . . . .	115
Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasser-Kraftanlagen - Gruenewaldt . . . . .	138
Electric trains - R. E. Dickinson . . . . .	138
Technische Wirtschaftslehre - T. Janssen . . . . .	138
Lehrbuch des Maschinenbaues - Esselborn . . . . .	138
L'Universo - Istituto Geografico Militare . . . . .	138
Radiotechnique générale - C. Gutton . . . . .	229
La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1925 - De Marchi . . . . .	230
Mécanisme de l'eau et Principes Généraux pour l'établissement d'Usines Hydroélectriques - R. Koechlin . . . . .	252
Aide-Mémoire-Formulaire de l'Electricité de la Mécanique et de l'électromécanique - E. Pacoret . . . . .	252
L'Associazione Nazionale per la prevenzione degli infortuni sul lavoro - Securitas . . . . .	522
Numero speciale Voltiano de «L'Energia Elettrica» . . . . .	561
Die Elektrische Maschinen - Liwischitz . . . . .	561
Les Essai de Machines - R. Royds . . . . .	562
Hochspannungstechnik - A. Roth . . . . .	562
Nuova Rivista «L'Ingegnere» . . . . .	744
Atlante di schemi di avvolgimenti per macchine elettriche - Marzocchi . . . . .	820
Combustione e combustibili - Boncinelli . . . . .	820
Electrical Engineering Practice - Meares and Neale . . . . .	820
L'installatore elettricista - G. De Amenti . . . . .	820
Standard Yearbook . . . . .	848
Die elektrische Leitungsnetze - Herzog Feldmann . . . . .	848
Der Drehstrom - Induktions Regler - Schait . . . . .	848
La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926 - De Marchi . . . . .	848-869
Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della radiotelegrafia - Simion . . . . .	870
Die Asynchronmotoren - Rummel . . . . .	870
Elektrische Festigkeitslehre - Schwaiger . . . . .	870
Sullo sviluppo del servizio tramviario a Milano . . . . .	939
Le onde corte nelle comunicazioni radio elettriche - A. Ducati . . . . .	940

## Pubblicazioni ricevute.

Cours d'electrotechnique - M. A. Hiovisi . . . . .	20
La radiotrasmissione delle immagini - U. Guerra . . . . .	20
L'elettricità meravigliosa - F. Barbacini . . . . .	20
Calcolo pratico delle linee elettriche - G. Chierchia . . . . .	20
Piccoli raddrizzatori di corrente per la carica degli accumulatori con la corrente alternata dell'illuminazione pubblica - G. Chierchia . . . . .	20
L'automobile a benzina - Maggiorotti e Puglieschi . . . . .	20
Technische Wirtschaftslehre - Theodor Jansen . . . . .	20
Electric Trains - R. E. Dickinson . . . . .	20
La telegrafia elettrica nei sistemi Morse ed Hugues - O. Perdomini . . . . .	20
Telefoni - G. Acocella . . . . .	47
Pompe centrifughe - Mario Medici . . . . .	47
Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasser-Kraftanlagen - Gruenewaldt . . . . .	47
Pratica delle condotte forzate - Assegnazione dei diametri - G. Di Riccio . . . . .	47
Die elektrische Telegraphie mit Drahtleitung - J. Herrmann . . . . .	47
Die Asynchronmotoren - Erich Rummel . . . . .	47
Nel primo centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Aide-mémoire-formulaire de la T. S. F. - E. Pacoret . . . . .	295
Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio - L. Magrini . . . . .	472
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - M. Manzocchi . . . . .	472
Pubblicazioni del Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione e Riscaldamento . . . . .	872
Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica - Kapper F. . . . .	892
Riduttori - Principio, materiali, calcolo, esempi - O. Pomini . . . . .	892
Tutti i pesi industriali - E. Rinaldi . . . . .	892
Lehrbuch des Maschinenbaues, Vol. I - Esselborn . . . . .	892
La moderna organizzazione degli impianti industriali - O. Harley di San Giorgio . . . . .	892
I misuratori elettrici - G. Rostain . . . . .	892
Relazione al Parlamento sull'andamento dell'Azienda durante l'anno 1926 - Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese . . . . .	892
Combustione e combustibili - L. Boncinelli . . . . .	892
Atlante di schemi di avvolgimenti per macchine elettriche a corrente continua ed alternata - M. Mazzocchi . . . . .	892
Photometry - I. Walsh . . . . .	892
Electrical Engineering Practice - J. W. Meares and Neale . . . . .	892
Standards Yearbook, 1927 - Department of Commerce . . . . .	892
L'installatore elettricista - G. De Amenti . . . . .	892
Castles in the Ether - J. W. Cloud . . . . .	892

Les lampes à plusieurs électrodes et leurs applications - J. Grosz-	
kowski - G. Teyssier . . . . .	892
Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli . . . . .	892
Radio - Ing. Prof. A. Albin . . . . .	892
Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen - K. Meller . . . . .	892
Lo sviluppo del servizio tramviario a Milano - Comune di Milano	892
Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della radiotelegrafia	
- E. Simion . . . . .	892
Transformateurs de puissance - Bobines d'inductance - M. Mathieu	892
Il Cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali - L. San-	
tarella . . . . .	892

## 25. - Magnetofisica.

### Cronaca.

La commemorazione di Alessandro Volta al R. Istituto di Scienze	
e Lettere . . . . .	410
Un apparecchio a lettura diretta per la misura dei campi magnetici	498
Sulla magnetostrizione . . . . .	892

### Libri e pubblicazioni.

Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques . . . . .	72
----------------------------------------------------------------	----

## 26. - Materiali.

### Note di redazione.

Le intensità di corrente ammissibili nei cavi . . . . .	72
Il riscaldamento dei cavi . . . . .	93
L'isolamento delle linee aeree, le Norme per gli isolatori e la Ri-	
nione di Como . . . . .	165
La tecnica delle grandi linee . . . . .	189
L'attrito nei supporti secondo le moderne vedute . . . . .	273
Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti . . . . .	389
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . .	413
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474
Prove di isolamento interno . . . . .	525
L'attrezzatura delle grandi linee . . . . .	565
Riunioni e congressi a Como . . . . .	613
Il successo tecnico della prossima Riunione di Como . . . . .	645
La Riunione di Como . . . . .	701
Le discussioni di Como . . . . .	777

### Articoli e comunicazioni.

Il riscaldamento dei cavi in carta impregnata a carico continuo	
ed intermittente - L. Bosone . . . . .	73-93
Sul selezionamento termico degli isolatori - L. Selmo . . . . .	176
La linea a 135.000 V dalla Valle d'Aosta a Torino - A. Dalla Verde	191
Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della	
pratica - N. Ratti . . . . .	274
La resilienza nelle costruzioni elettriche - G. Finzi . . . . .	329
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò	350
Isolatori passanti per altissime tensioni - G. Silva . . . . .	401-420
Sulla tecnica degli isolatori - E. Alessandri . . . . .	488
Particolarità ed accessori delle catene di isolatori - A. Dalla Verde	565
Conduttori per linee ad altissima tensione - E. Semenza . . . . .	613
Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori - Cerillo - Focaccia -	
Selmo . . . . .	619
Contributo allo studio comparativo sulle norme per gli isolatori di	
porcellana ad alta tensione - Motti . . . . .	626
Cavo per la linea a 75.000 volt - Bosone . . . . .	629
Sull'attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione	
in aria - Someda . . . . .	634
Proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione -	
Altmann . . . . .	693
Lo sviluppo della telegrafia sottomarina - Perilli . . . . .	701
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in	
Italia . . . . .	894
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . .	917

### Lettere alla redazione.

Sul selezionamento termico degli isolatori - E. Altmann . . . . .	495
Sul comportamento degli isolatori - C. Castellani . . . . .	605

### Sunti e sommari.

Sulle inclusioni gaseose nei cavi ad altissima tensione - L. Emanuelli	18
Il meccanismo della rottura dei dielettrici - P. L. Hoover . . . . .	68
Alcuni aspetti del problema della misura delle perdite nei dielet-	
trici - B. W. St. Clair . . . . .	87
La laminazione a freddo delle piattine d'acciaio - C. B. Huoston . . . . .	89
Metalli puri nel macchinario elettrico - Distinzione fra purezza chi-	
mica e commerciale - Alcune proprietà essenziali del ferro	
«Armco» - L. P. Sidney . . . . .	265
Un ritrovato per gli isolanti a base di mica - L. E. Barringer . . . . .	290
La autocorrosione dei cavi sotto piombo - Studio sperimentale della	
corrosione coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici -	
F. O. Anderegg e R. V. Achatz . . . . .	330

Leghe ferro-nichel - W. E. Griffiths . . . . .	331
Fili smaltati - E. Goldbacher . . . . .	358
Perdite parassite alla estremità dello statore nelle macchine a gran-	
de passo polare e mezzi per ridurle - H. De Pistoye . . . . .	520
La portata dei conduttori isolati - Apt . . . . .	698
Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici - Hoover . . . . .	743
Studi col kenotron sull'isolamento dei cavi - Replogle - Burkholder	744
Fabbricazione delle valvole termoioniche - Paterson . . . . .	814
Studio e specificazione degli oli per turbine a vapore - P. Martinet	907

### Cronaca.

Una nuova lega d'alluminio per conduttori elettrici . . . . .	91
Vernici . . . . .	110
Una macchina per la prova dei materiali da costruzione . . . . .	137
La mostra permanente della A. E. G. in Berlino . . . . .	228
La produzione di platino nella Russia . . . . .	229
Il legno come combustibile per gli impianti termoelettrici . . . . .	229
Un metodo colorimetrico per il saggio degli olii . . . . .	229
L'applicazione dei raggi X all'esame dei carboni fossili . . . . .	293
La relazione tra la purezza e la temperatura dell'ossigeno nel taglio	
dei materiali colla fiamma ossidrica . . . . .	309
La produzione dei combustibili liquidi . . . . .	310
Sui fenomeni piezoelettrici del quarzo . . . . .	334
Forniture di materiali per il Governo dell'Afganistan . . . . .	335
Una Conferenza internazionale sui materiali da costruzione . . . . .	335
Proprietà dielettriche dei vetri di tipo commerciale . . . . .	444
Una descrizione delle prove meccaniche cui vengono sottoposti i	
materiali isolanti . . . . .	467
Nuovo filtro per olio isolante . . . . .	498
Resistenza di contatto fra pezzi di rame . . . . .	498
Sulle resistenze per misure di temperatura . . . . .	522
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione dei Comitati	
di studio . . . . .	523-562
Un'affermazione della tecnica italiana in America . . . . .	555
Sui metodi di saldatura dei metalli mediante l'arco prodotto a cor-	
rente alternata . . . . .	610
Sulle proprietà fotoelettriche delle leghe sodio-potassio . . . . .	610
Un metodo rapido per il calcolo degli isolatori passanti . . . . .	642
Una vettura tramviaria costruita in una lega d'alluminio . . . . .	700
Principali caratteristiche di tre leghe metalliche leggere . . . . .	744
Materiale per la costruzione d'ingranaggi . . . . .	744
Un cavo telegrafico fra il Canada e l'Australia . . . . .	796
Nelle linee di trasmissione ad alta tensione . . . . .	844
Un nuovo cavo telegrafico sottomarino Germania-America . . . . .	844
Gommalacca naturale e artificiale . . . . .	868
La produzione del vanadio puro . . . . .	892
Un metodo di prova per i dielettrici solidi . . . . .	892

### Libri e pubblicazioni.

Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio - Magrini	472
Hochspannungstechnik - A. Roth . . . . .	562
Standard Yearbook . . . . .	848
Die elektrischen Leistungsnetze - Herzog Feldmann . . . . .	848
Elektrische Festigkeitslehre - Schwaiger . . . . .	870
The Metallurgy of Aluminium ad Aluminium Alloys - Anderson . . . . .	914

### Discussioni.

Problema nazionale del carbone - E. Peretti . . . . .	263
Applicazione dell'elettricità alla fabbricazione dei concimi chimici -	
G. Levi . . . . .	364
Comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna -	
Silva . . . . .	411
La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta	
tensione . . . . .	457
Montaggio di una grande linea a 220.000 V in California - W. C.	
Binz . . . . .	643

## 27. - Meccanica.

### Note di redazione.

L'attrito nei supporti secondo le moderne vedute . . . . .	273
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Perni Michell . . . . .	873

### Articoli e comunicazioni.

Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pra-	
tica - N. Ratti . . . . .	274
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò	350
Perni Michell ed altri sopporti per carichi elevati - L. V. Rossi . . . . .	873

### Sunti e sommari.

L'applicazione del comando elettrico ai trasportatori - R. F.	
Emerson . . . . .	606
Le acciaierie e i laminatoi della Ford Motor Company - Harvey . . . . .	641

## Cronaca.

Comando per impianti di sollevamento a benna a corrente alternata . . . . .	110
Tre campioni di superfici piane . . . . .	208
L'impianto di trasporto del carbone polverizzato . . . . .	335
Una macchina universale per la lavorazione del legno . . . . .	700
Sui conduttori armati per apparecchi di sollevamento . . . . .	744
Materiale per la costruzione d'ingranaggi . . . . .	744

## Libri e pubblicazioni.

Pompe centrifughe - M. Medici . . . . .	47
Riduttori - Principii, materiali, calcolo, esempi - O. Pomini . . . . .	71
Lehrbuch des Maschinenbaues - Esselborn . . . . .	138
Aide-Mémoire-Formulaire de l'Electricité, de la Mécanique et de l'Electro-mécanique - E. Pacoret . . . . .	252
Standard Yearbook . . . . .	848

## La nostra industria.

Contributo alla diffusione dei paranchi elettrici . . . . .	250
Valvole a farfalla di grande diametro . . . . .	381
Alcuni recenti risultati nelle costruzioni delle condotte forzate . . . . .	517

## 28. - Misure: metodi ed Istrumenti.

## Note di redazione.

La misura elettrica delle piccole velocità dell'acqua . . . . .	1
Misure di angoli di fase . . . . .	25
Lettere alla redazione . . . . .	49
Misura elettrica del riscaldamento delle macchine . . . . .	117
Taratura dei cymometri radiotelegrafici . . . . .	297
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Campioni di frequenza . . . . .	445
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Prove su grandi triodi . . . . .	501
Sulle lampade al neon . . . . .	501
Prove di isolamento interno . . . . .	525
Le discussioni di Como . . . . .	777
Il controllo della lunghezza d'onda delle stazioni radiofoniche . . . . .	778
Tarifficazione e fattore di potenza . . . . .	821
Studio oscillografico delle correnti radiotelefoniche . . . . .	849

## Articoli e comunicazioni.

La misura della velocità dell'acqua alla parete delle condutture - B. Del Nunzio . . . . .	7
Misura degli angoli di fase col tubo di Braun - Errori di fase delle resistenze voltmetriche - G. Vallauri . . . . .	26
Misura della temperatura nelle macchine elettriche - R. Pettenati . . . . .	131
Prova di linee elettriche mediante resistenze - M. Brunetti . . . . .	263
Taratura dei cymometri radiotelegrafici - Dott. Vecchiacchi . . . . .	298
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . .	350
Confronti fra misure di frequenza, per mezzo di piezorisonatori - G. Vallauri . . . . .	445
Rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti - C. Matteini . . . . .	501
Su certe proprietà elettriche ed applicazioni delle lampade a luminescenza catodica - F. Neri . . . . .	506
Confronti fra misure di frequenza, per mezzo di piezorisonatori - G. Vallauri . . . . .	682
Sulla misura delle lunghezze d'onda nelle stazioni di radiotelegrafia circolare - Bacchini . . . . .	778
Contatori per la tarifficazione in base al valore medio e in base al valore istantaneo del fattore di potenza - Righi . . . . .	821
Impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radiotelegrafiche - Pession - Gorio . . . . .	849
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . .	917

## Lettere alla redazione.

Sulla misura elettrica della velocità dell'acqua - V. Gallina . . . . .	66
Sul selezionamento termico degli isolatori - E. Altmann . . . . .	495
Misure di piccoli allungamenti per mezzo di apparecchi radiotecnici - Boni . . . . .	639

## Sunti e sommari.

L'uso dei condensatori di misura al posto dei trasformatori di misura - G. Keinath . . . . .	40
Registratore di vibrazioni - A. V. Merzhon . . . . .	84
Alcuni aspetti del problema della misura delle perdite nei dielettrici - B. W. St. Clair . . . . .	87
La macchina elettrica come dinamo-freno e come motore di misura - H. Beckmann . . . . .	108
La misura della portata nelle condotte degli impianti idroelettrici - G. Scimeni . . . . .	134

L'uso del wattmetro dinamometrico per la misura delle perdite nel dielettrico e del fattore di potenza dei cavi - Everett L. Lee . . . . .	156
Apparecchio portatile per la misura delle intensità di campo elettromagnetico prodotto da stazioni radiotelefoniche - A. G. Jensen . . . . .	158
Misura delle sovratensioni colle figure di Lichtenberg - K. B. Mc. Eachron . . . . .	204
Prove su cavi per alte tensioni isolati con carta - F. Farmer . . . . .	240
Confronto del rendimento di macchine sincrone determinato con vari metodi - P. L. Alger . . . . .	266
Micrometro elettrico - A. V. Merzhon . . . . .	308
Lampade elettriche. Loro caratteristiche e metodi di prova. Relazioni fra temperatura, lunghezza e diametro del filamento - Dudding e Winch . . . . .	331
Discussione sopra un metodo di misura di lunghezze d'onda cortissime e sulla sua applicazione alla taratura di frequenza ultraradio - E. Tackagisch - S. Kawazoe . . . . .	376
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - I. Liston . . . . .	495
Alcune misure su le trasmissioni con onde corte - Heising - Schelleng - Southworth . . . . .	606
Apparecchi e misure - Knowlton . . . . .	690
Misura delle sovratensioni dovute a scariche atmosferiche sulle linee di trasmissione - Lee Foust . . . . .	700
Studi col kenotron sull'isolamento dei cavi - Replogle-Birkholder . . . . .	744

## Cronaca.

Un dinamometro registratore per piccoli spostamenti . . . . .	71
Un dispositivo per misure di precisione ad alte frequenze mediante l'elettrometro a quadranti . . . . .	71
Una macchina per la prova dei materiali da costruzione . . . . .	137
Un metodo colorimetrico per il saggio degli olii . . . . .	229
Un nuovo laboratorio per prove ad altissima tensione . . . . .	246
L'impiego di circuiti elettrici per le misure di variazioni piccolissime di lunghezza . . . . .	293
Il termoradiometro . . . . .	380
Il Clidonografo . . . . .	281
Nuovo microfotometro registratore a cellula fotoelettrica . . . . .	444
Una descrizione delle prove meccaniche cui vengono sottoposti i materiali isolanti . . . . .	467
Nuovo tipo d'indicatore delle onde vaganti e dei contatti di terra . . . . .	498
Apparecchio a lettura diretta per la misura dei campi magnetici Gaussmetro . . . . .	498
Per la determinazione rapida della corrente assorbita . . . . .	499
Sulle resistenze per misure di temperatura . . . . .	522
Commissione Elettrotecnica Internazionale. Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
Un dinamometro elettrico . . . . .	844
Esperienze intorno alle correnti circolanti nel suolo . . . . .	867
L'impianto per prove a due milioni di volt . . . . .	868
Un apparecchio per la determinazione della curva della caduta di tensione alle spazzole . . . . .	868
Un metodo di prova per i dielettrici solidi . . . . .	892

## Libri e pubblicazioni.

Nel 1° centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Standard Yearbook . . . . .	848

## La nostra industria.

I recenti contatori della C. G. S. nel giudizio americano . . . . .	186
Nuovo wattmetro registratore e servomotore sistema C. G. S. Usigli . . . . .	841

## Discussioni.

La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
---------------------------------------------------------------------------------------	-----

## 29. - Motori elettrici.

## Note di redazione.

Misura elettrica del riscaldamento delle macchine . . . . .	117
L'attrito nei supporti secondo le moderne vedute . . . . .	273
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445

## Articoli e comunicazioni.

Misura della temperatura nelle macchine elettriche - R. Pettenati . . . . .	131
Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica - N. Ratti . . . . .	274
La resilienza nelle costruzioni elettriche - G. Finzi . . . . .	329
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . .	350
Isolamento e prova degli avvolgimenti - Gino Rebora . . . . .	548

## Lettere alla redazione.

Il fattore di potenza e i motori in corto circuito - F. Raimondi . . . . .	907
----------------------------------------------------------------------------	-----

## Sunti e sommari.

Applicazioni di motori sincroni al comando di treni laminatoi - <i>H. A. Winne</i> . . . . .	88
La laminazione a freddo delle piattine d'acciaio - <i>G. B. Buston</i> . . . . .	89
Analisi del funzionamento dei regolatori di scorrimento - <i>L. A. Umansk</i> . . . . .	106
La macchina elettrica come dinamo-freno e come motore di misura - <i>H. Beckmann</i> . . . . .	108
Perdite nelle fasciature dei motori - <i>T. Spooner</i> . . . . .	155
Equipaggiamenti di comando automatico per impianti di laminatoi - <i>Ch. Lichtenberg</i> . . . . .	157
Treni laminatoi a vergelle - <i>J. D. Wright</i> . . . . .	180
Frenatura di ricupero per locomotori a corrente continua - <i>A. Brendenbergh Jr.</i> . . . . .	180
Tendenze nei comandi per impianti industriali - <i>W. C. Yates</i> . . . . .	206
Sistemi di comando elettrico per escavatori - <i>D. Stoetzel</i> . . . . .	206
Valutazione della potenza dei motori per gru - <i>C. Schiebler</i> . . . . .	225
Equipaggiamento di comando dei motori per servizi ausiliari nelle grandi centrali - <i>W. C. Plumer e J. W. Dodge</i> . . . . .	241
Scelta degli apparecchi per comando di motori sincroni - <i>D. V. Mc. Lenegan</i> . . . . .	242
Apparecchiatura di comando per ponti mobili - <i>H. H. Vernon</i> . . . . .	266
Confronto del rendimento di macchine sincrone determinato con vari metodi - <i>P. L. Alger</i> . . . . .	266
Equipaggiamento elettrico per elevatori per silos - <i>C. P. Hamilton</i> . . . . .	291
Paragone fra il sistema di comando Ward Leonard e quello reostatico per gru a ponte per trasporto di carbone e di minerali - <i>W. C. Raube</i> . . . . .	308
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - <i>J. Liston</i> . . . . .	495
Le acciaierie e i laminatoi della Ford Motor Company - <i>Haryen</i> . . . . .	641
Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici - <i>Hoover</i> . . . . .	743
Miglioramento del fattore di potenza e motori in corto circuito - <i>Rosemberg</i> . . . . .	842

## Cronaca.

Nuovi locomotori per le Ferrovie Nord della Spagna . . . . .	91
Comando per impianti di sollevamento a benna a corrente alternata . . . . .	110
La mostra permanente della A.E.G. in Berlino . . . . .	228
Un dispositivo d'allarme per la protezione dei piccoli motori asincroni . . . . .	334
Il problema della determinazione della potenza sincronizzante . . . . .	580
Commissione Elettrotecnica Internazionale. Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
La reazione trasversale nelle macchine sincrone . . . . .	610
Una statistica delle locomotive elettriche costruite nel 1926 . . . . .	611
Locomotive elettriche . . . . .	820
La propulsione elettrica per le navi mercantili . . . . .	868

## Libri e pubblicazioni.

Die Asynchronmotoren - <i>Erich Rummel</i> . . . . .	47-870
Nel 1° centenario della morte di Alessandro Volta . . . . .	295
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - <i>Mazzocchi</i> . . . . .	472
Die Elektrische Maschinen - <i>Liwschitz</i> . . . . .	561
Atlante di schemi di avvolgimento per macchine elettriche - <i>Mazzocchi</i> . . . . .	820
Standard Yearbook . . . . .	848
Elektrische Festigkeitslehre - <i>Schwaiger</i> . . . . .	870
Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen - <i>K. Meller</i> . . . . .	914

## 30. - Motori primi, caldaie, ecc.

## Note di redazione.

Lettere alla redazione . . . . .	93
Turbine a vapore . . . . .	142
Progressi nelle Centrali termoelettriche . . . . .	273
La costruzione in serie delle turbine idrauliche . . . . .	317
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
La teoria delle turbine . . . . .	341
Turbine e alternatori . . . . .	365
La costruzione in serie delle turbine idrauliche . . . . .	389
Prove di isolamento interno . . . . .	525
L'impianto di Busachi . . . . .	849

## Articoli e comunicazioni.

Intorno alle direttive attuali della tecnica per le turbine a vapore - <i>M. Medici</i> . . . . .	142-165
Regolatori e multimetri per caldaie sistema «Roucka» - <i>Pavone</i> . . . . .	281
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	350
Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione - <i>G. Büchi</i> . . . . .	321-341-365-389-433-857
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . . . .	894
L'Esposizione Voltiana di Como - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	917
L'impianto di Cardano della Soc. Idroelettrica dell'Isarco . . . . .	933

## Lettere alla redazione.

Sulla utilizzazione dell'energia solare - <i>M. Dornig</i> . . . . .	104-153
----------------------------------------------------------------------	---------

## Sunti e sommari.

Recenti perfezionamenti negli impianti a torre per raffreddamento - <i>A. Pouillard</i> . . . . .	106
Note sul confronto di rendimento di turbine a vapore - <i>E. L. Robinson</i> . . . . .	180
Turbina a vapore da 160.000 kW per la centrale di Hell Gate a New York . . . . .	359
Tipo speciale di locomotore ad accumulatori con gruppo ausiliario benzo-elettrico - <i>W. D. Bearce</i> . . . . .	379
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - <i>J. Liston</i> . . . . .	495
L'applicazione del comando elettrico ai trasportatori - <i>R. F. Emerson</i> . . . . .	606
Studi e specificazione degli oli per turbine a vapore - <i>P. Martinet</i> . . . . .	907

## Cronaca.

Una installazione notevole di turbine Francis per bassissime cadute . . . . .	91
L'utilizzazione della forza viva dell'acqua corrente dei fiumi . . . . .	91
Una locomotiva Diesel elettrica . . . . .	110
Un confronto fra locomotive Diesel e locomotive a vapore . . . . .	182
Funzionamento dell'impianto a vapori di mercurio . . . . .	208
Il legno come combustibile per gli impianti termoelettrici . . . . .	229
Una turbina che funziona con vapore a 84 atmosfere . . . . .	229
Il più grande gruppo turbo-alternatore del mondo . . . . .	294
Il collegamento delle turbine idrauliche coll'alternatore mediante riduttore a ingranaggi . . . . .	294
Una centrale elettrica a motori Diesel . . . . .	467
Commissione Elettrotecnica Internazionale. Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
Due turboalternatori da 100.000 kVA . . . . .	610
Il progresso compiuto nella tecnica degli impianti termici in questi ultimi tempi . . . . .	610
Il Congresso internazionale del motore a scoppio . . . . .	772
Un apparecchio per la regolazione automatica della combustione . . . . .	796
Sul calcolo dei camini e sulla teoria del tiraggio . . . . .	796
Il consiglio tecnico dell'Ass. Nazionale per il controllo della combustione . . . . .	844
Una turbina idraulica utilizzando la libera corrente di un fiume . . . . .	844
Due grandi caldaie multibulbulari . . . . .	867

## Libri e pubblicazioni.

L'automobile a benzina - <i>Maggioretti e Puglieschi</i> . . . . .	20
Lehrbuch des Maschinenbaues - <i>Esselborn</i> . . . . .	138
Les essais de machines - <i>R. Royds</i> . . . . .	562
Combustione e combustibili - <i>Boncinelli</i> . . . . .	820

## Discussioni.

Sulle attuali direttive della tecnica delle turbine a vapore - <i>M. Medici</i> . . . . .	72
Funzionamento delle turbine idrauliche a reazione e loro costruzione in serie - <i>G. Büchi</i> . . . . .	499

## 31. - Necrologie.

Giuseppe Sabattini . . . . .	116
Giorgio Santarelli . . . . .	139
Riccardo Fago . . . . .	272
Carlo Ferrari . . . . .	272
Carlo Bonomi . . . . .	444
Guglielmo Mengarini . . . . .	524
Alessandro Artom . . . . .	563
Ermanno Lelli . . . . .	564

## 32. - Note e questioni economiche e finanziarie.

## Note di redazione.

Organizzazione scientifica delle industrie . . . . .	253
------------------------------------------------------	-----

## Articoli e comunicazioni.

Gli alti salari e il cosiddetto nuovo vangelo industriale - <i>P. Bolis</i> . . . . .	253
---------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Riassunti.

Movimento delle Società Elettriche - Note economiche e finanziarie - <i>R. S. Nicolò</i> . . . . .	43-111-182-246-310-468-557-773-845-910
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

## Cronaca.

I metodi di lavoro in uso, con successo, negli Stati Uniti sono applicabili in Europa? . . . . .	294
Il capitale investito nell'industria elettrica . . . . .	310

## Libri e pubblicazioni.

Technische Wirtschaftlehre - Theodor Janssen . . . . . 20-138

## Discussioni.

Problema nazionale del carbone - E. Peretti . . . . . 363

## 33. - Note e questioni legali.

L'imposta sulle industrie e commerci in relazione alle Società elettriche - L. Pesci . . . . . 162  
Modificazioni al R. D. L. 4 marzo 1926 n. 681 - L. Pesci . . . . . 162  
Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - L. Pesci . . . . . 314  
Dell'esercizio arbitrario delle proprie ragioni in materia di condutture elettriche - L. Pesci . . . . . 561  
L'articolo 429 del Codice di Commercio e le condutture elettriche ad alta tensione - L. Pesci . . . . . 561  
I Comuni e le reti di distribuzione dell'energia elettrica - L. Pesci . . . . . 561  
La distinzione giuridica tra linee di trasmissione e linee di distribuzione di energia elettrica e la relativa distribuzione di competenza - L. Pesci . . . . . 868

## Lettere alla redazione.

Sulla rivalsa per gli aumenti dei canoni demaniali - L. Pesci . . . 201

## 34. - Radiotelegrafia e radiotelefonica.

## Note di redazione.

Taratura dei cimosetri radiotelegrafici . . . . . 297  
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . . 317  
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . . 341  
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . . 413  
Campioni di frequenza . . . . . 445  
Prove su grandi triodi . . . . . 501  
Prove di isolamento interno . . . . . 525  
Dalla Riunione della C. E. I. al Congresso dell'A. E. I. . . . . 565  
Il successo tecnico della prossima Riunione di Como . . . . . 645  
La struttura dei suoni e la loro percezione . . . . . 749  
Filtri elettrici . . . . . 749  
Le discussioni di Como . . . . . 777  
Il controllo della lunghezza d'onda delle stazioni radiotelefoniche . . . . . 778  
Filtri . . . . . 778  
Studio oscillografico delle correnti radiotelegrafiche . . . . . 849

## Articoli e comunicazioni.

Taratura dei cimosetri radiotelegrafici - Dott. Vecchiacchi . . . . . 298  
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . . 350  
Il centro radiotelegrafico di Roma (S. Paolo) - G. Pession - G. Montefinale . . . . . 413  
Confronto fra misure di frequenza, per mezzo di piezorisonatori - G. Vallauri . . . . . 445  
Rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti - C. Matteini . . . . . 501  
Sui progressi della telefonia a grande distanza - G. Di Pirro . . . . . 525-593  
Sistemi telegrafici moderni - Albanese - Mazzuca . . . . . 645  
Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche - G. Pession . . . . . 666  
Confronti fra misure di frequenza per mezzo di piezorisonatori - G. Vallauri . . . . . 682  
Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici - Gori . . . . . 753-784  
Sulla struttura dei suoni e la loro percezione - Bordoni . . . . . 733-758  
Sulla misura delle lunghezze d'onda nelle stazioni di radiotelefonica circolare - Bacchini . . . . . 778  
Impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radiotelegrafiche - Pession-Gorio . . . . . 849  
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia (4-24 settembre 1927) . . . . . 894  
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . . 917

## Lettere alla redazione.

Misure di piccoli allungamenti per mezzo di apparecchi radiotecnici - Boni . . . . . 639

## Sunti e sommari.

Sulla trasmissione radiotelefonica transatlantica - L. Espenschied - C. N. Anderson - A. Bailey . . . . . 69  
Apparecchio portatile per la misura delle intensità di campo elettromagnetico prodotto da stazioni radiotelefoniche - A. G. Jensen . . . . . 158  
Il centro radiotelegrafico di «Malabar-Radio» - C. W. Doetsch . . . . . 227  
Relazione fra l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside e i fenomeni delle trasmissioni radio ad altissime frequenze - A. Hoyt Taylor . . . . . 242

Considerazioni per il progetto di antenne r. t. trasmettenti - N. Lindenblad - W. W. Brown . . . . . 267  
Determinazioni della direzione dei disturbi atmosferici all'istmo di Panama - L. W. Austin . . . . . 333  
Lo strato di Heaviside - E. V. Appleton . . . . . 376  
Determinazione delle frequenze ultraradio per mezzo di oscillazioni elettriche stazionarie lungo un sistema di fili paralleli - A. Hund . . . . . 376  
Discussione sopra un metodo di misura di lunghezze d'onda cortissime e sulla sua applicazione alla taratura di frequenze ultraradio - E. Takagischi - S. Kawazoe . . . . . 376  
Caratteristiche d'altoparlanti - E. Meyer . . . . . 443  
Trasmissione simultanea con un solo triodo su un'onda e su una sua armonica - H. J. Walls . . . . . 467  
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - I. Liston . . . . . 495  
Alcune misure su le trasmissioni con onde corte - Heising - Schelleng - Southworth . . . . . 606  
Esperienze sulle radiotrasmissioni con onde corte - Prescott . . . . . 641  
Distribuzione del campo di resistenza di radiazione di un'antenna verticale non caricata, oscillante su una delle sue armoniche - Levin - Young . . . . . 770  
Fabbricazione delle valvole termoioniche - Paterson . . . . . 814  
Un nuovo altoparlante Siemens - Trendelenburg . . . . . 818  
Bucatura del palloncino di vetro dei triodi trasmettenti - Y. Kusunose . . . . . 909

## Cronaca.

Un nuovo sistema di trasmissione delle immagini per via radio . . . 20  
Amplificatori a vuoto con filamenti di tungsteno ricoperti con torio . . . 71  
Una statistica dei posti di ricezione delle audizioni radiotelefoniche . . . 110  
Cambiamenti di polarità ed assorbimento da parte della terra . . . . . 208  
La quarta esposizione di Radiotrasmissioni a Parigi . . . . . 293  
Ricevitori a neutrodine schermati . . . . . 335  
Studi sperimentali sulle radiodifusioni . . . . . 335  
Dispositivo per liberare i fili di antenna da neve o ghiaccio . . . . . 335  
Su un metodo per tarare un generatore a bassa frequenza . . . . . 336  
Importante dimostrazione pubblica di televisione . . . . . 359  
Curiosi fenomeni di interferenza fra le radiotrasmissioni e gli impianti industriali . . . . . 467  
Commissione Elettrotecnica Internazionale - Riunione dei Comitati di Studio . . . . . 523-562  
Su esperienze intorno alla propagazione in altitudine di onde radiotelegrafiche . . . . . 610  
Il servizio telefonico pubblico fra l'Inghilterra e l'America . . . . . 642  
Concorso indetto dal Comitato italiano di R. T. scientifica . . . . . 939

## Libri e pubblicazioni.

La radiotrasmissione delle immagini - Ugo Guerra . . . . . 20  
Radiotechnique générale - C. Gutton . . . . . 229  
Aide-mémoire-formulaire de la T. S. F. - E. Pacoret . . . . . 295  
Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della Radiotelegrafia - E. Simion . . . . . 870  
Manuale elementare di radiotecnica - L. Sacco e A. Celloni . . . . . 914  
Le onde corte nelle comunicazioni radiotecniche - A. Ducati . . . . . 940

## Discussioni.

Sui generatori delle correnti ad alta frequenza - B. Focaccia . . . . . 211  
Prove sui campioni internazionali di frequenza - G. Vallauri . . . . . 340  
Radiazione e propagazione dell'energia per mezzo delle onde elettromagnetiche - B. Focaccia . . . . . 362  
Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby - Ing. Deloraine . . . . . 364  
Filtri elettrici - V. Gori . . . . . 500  
Radiotelefonica transatlantica - E. M. Deloraine . . . . . 872  
Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby - E. M. Deloraine . . . . . 915

## 35. - Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc.

## Note di redazione.

Riunioni internazionali . . . . . 189  
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . . 341  
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . . 445  
La Riunione di Como . . . . . 701  
Le Riunioni Internazionali di Bellagio . . . . . 893  
L'Esposizione di Como e il Congresso dei Fisici . . . . . 917

## Articoli e comunicazioni.

L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . . 350  
La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . . 457  
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . . . . 894  
Il Congresso di Bellagio della Commissione Internazionale della Illuminazione . . . . . 905  
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . . 917  
Il Congresso Internazionale dei Fisici . . . . . 928



**Cronaca.**

La prima Esposizione di Tripoli . . . . .	43
La fusione delle due Associazioni fra Industrie elettriche . . . . .	43
Assemblea Generale del Comitato Scientifico Tecnico . . . . .	43
Il premio Brambilla del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere . . . . .	110
Concorsi del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere . . . . .	110
Echi dell'Esposizione di Basilea . . . . .	116
I grandi impianti elettrici, le linee di trasmissione in Italia ed il loro esercizio - <i>G. Picker</i> . . . . .	137
Alla Fiera di Milano. Un impianto per proiezioni di propaganda . . . . .	138
Ribassi accordati ai visitatori della Fiera Viennese . . . . .	161
Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione . . . . .	207
Relazione al Congresso internazionale dei Fisici . . . . .	207
Il Congresso di Ottica . . . . .	208
La Mostra permanente della A. E. G. in Berlino . . . . .	228
Gli impianti elettrici nella Serbia meridionale . . . . .	246
La Conferenza internazionale delle grandi reti elettriche ad alta tensione . . . . .	293
La quarta Esposizione di Radiotrasmissioni a Parigi . . . . .	293
L'insediamento del nuovo Consiglio Direttivo del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico . . . . .	294
L'Associazione olandese del commercio e dell'industria elettrotecnica . . . . .	294
Una Conferenza internazionale sui materiali da costruzione . . . . .	335
Il Comitato autonomo per l'esame delle invenzioni . . . . .	381
Concorso a Borse di perfezionamento per la fisica, la chimica e le loro applicazioni tecniche . . . . .	381
Assemblea del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico . . . . .	468
Associazione nazionale per il controllo della combustione . . . . .	555
La Fiera internazionale viennese . . . . .	610
Il Congresso internazionale del motore a scoppio . . . . .	772
Prima Esposizione nazionale di Storia della Scienza . . . . .	796
Una grande Esposizione internazionale . . . . .	844
Il Consiglio tecnico dell'Associazione nazionale per il controllo della combustione . . . . .	844
L'opera svolta dal «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del riscaldamento» nel 3° anno del suo funzionamento . . . . .	871
La Fiera Campionaria di Tripoli . . . . .	939
Concorso indetto dal Comitato Italiano di R. T. Scientifica . . . . .	939

**Libri e pubblicazioni.**

L'Associazione nazionale per la prevenzione degli infortuni sul lavoro - <i>Securitas</i> . . . . .	522
-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**36. - Statistiche.****Note di redazione.**

L'apertura dell'anno Voltiano . . . . .	317
-----------------------------------------	-----

**Sunti e sommari**

Lo sviluppo dell'industria elettrica russa - <i>Gurewitsch</i> . . . . .	553
--------------------------------------------------------------------------	-----

**Cronaca.**

La diffusione degli apparecchi elettrici per usi domestici . . . . .	91
L'elettrificazione in Russia . . . . .	91
Una statistica dei posti di ricezione delle audizioni radiotelefoniche . . . . .	110
Sul consumo di energia elettrica in Inghilterra . . . . .	182
Il capitale investito nell'industria elettrica . . . . .	310
La produzione dell'energia elettrica durante il 1926 negli Stati Uniti d'America . . . . .	336
Il consumo di energia elettrica nella regione di Parigi . . . . .	522
L'industria elettrica nella Svezia . . . . .	611

**Libri e pubblicazioni.**

La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1925 - <i>G. De Marchi</i> . . . . .	230
La produzione dell'energia elettrica in Italia nel 1926 - <i>G. De Marchi</i> . . . . .	848-869
Le Centrali elettriche della Romania nel 1926 . . . . .	892

**37. - Tarifficazione e vendita.****Note di redazione.**

La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Tarifficazione e fattore di potenza . . . . .	821
Ancora tarifficazione e fattore di potenza . . . . .	873

**Articoli e comunicazioni.**

Contatori per la tarifficazione in base al valore medio e in base al valore istantaneo del fattore di potenza - <i>A. Righi</i> . . . . .	821
Lo sfasamento degli impianti di utilizzazione nelle vendite della energia elettrica - <i>E. Biffi</i> . . . . .	880

**Lettere alla redazione.**

Sulla rivalsa degli aumenti di canone demaniale - <i>D. Civita</i> . . . . .	18
------------------------------------------------------------------------------	----

**Sunti e sommari.**

Miglioramento del fattore di potenza e motori in corto circuito - <i>Rosemberg</i> . . . . .	842
La trasmissione telefonica in una grande città moderna e nei suoi dintorni esaminata dal punto di vista economico - <i>Aguillon - Valensi</i> . . . . .	864

**Cronaca.**

Sul consumo di energia elettrica in Inghilterra . . . . .	182
La produzione di energia elettrica durante il 1926 negli Stati Uniti d'America . . . . .	336
La tarifficazione multipla . . . . .	642

**Norme - leggi - decreti.**

Modificazione al R. Decreto-legge 4 marzo 1926, n. 681 recante disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica . . . . .	314
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**La nostra industria.**

I recenti contatori della C. G. S. nel giudizio americano . . . . .	186
Nuovo wattmetro registratore a servomotore sistema C. G. S. Usigli . . . . .	841

**Discussioni.**

La quarta sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
-------------------------------------------------------------------------------------------	-----

**38. - Telefonia, telegrafia, segnalazioni.****Note di redazione.**

Impianti telefonici privati . . . . .	73
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . .	317
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
La telefonia in Italia e l'esercizio privato . . . . .	445
La rete telefonica nazionale . . . . .	474
Telefonia a grande distanza . . . . .	525
Il successo tecnico della prossima Riunione di Como . . . . .	645
La Riunione di Como . . . . .	701
La struttura dei suoni e la loro percezione . . . . .	749
Filtri elettrici . . . . .	749
Le discussioni di Como . . . . .	777
Filtri . . . . .	778
L'Esposizione Voltiana di Como . . . . .	917

**Articoli e comunicazioni.**

Criteri per la scelta e l'esercizio degli impianti telefonici privati - <i>M. Mezzana</i> . . . . .	82
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. San Nicolò</i> . . . . .	350
Il problema telefonico in Italia - <i>G. G. Ponti</i> . . . . .	452
La rete telefonica interurbana in cavi - <i>G. Pession</i> . . . . .	473
Sui progressi della telefonia a grande distanza - <i>G. Di Pirro</i> . . . . .	525-593
Sistemi telegrafici moderni - <i>C. Albanese e T. Mazzucca</i> . . . . .	645
La telefonia urbana e i sistemi automatici - <i>Faranda</i> . . . . .	684
Lo sviluppo della telegrafia sottomarina - <i>Perilli</i> . . . . .	701
Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici - <i>Gori</i> . . . . .	753-784
Sulla struttura dei suoni e la loro percezione - <i>Bordoni</i> . . . . .	733-758

**Lettere alla redazione.**

Sulle corrosioni dei cavi - <i>Loviseti</i> . . . . .	638
-------------------------------------------------------	-----

**Sunti e sommari.**

Sulla telefonia a grande distanza con cavi a conduttori caricati uniformemente di induttanza (cavi Krarup) - <i>E. Soleri</i> . . . . .	135
Impianti di telefonia ad onde convogliate su linee di trasmissione di energia - <i>Carter</i> . . . . .	309
La autocorrosione dei cavi sotto piombo. Studio sperimentale della corrosione coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici - <i>F. O. Anderegg e R. V. Achatz</i> . . . . .	330
Caratteristiche d'altoparlanti - <i>E. Meyer</i> . . . . .	443
Fabbricazione delle valvole termoioniche - <i>C. C. Paterson</i> . . . . .	814
Un nuovo altoparlante Siemens - <i>Trendelenburg</i> . . . . .	818
La trasmissione telefonica in una grande città moderna e nei suoi dintorni esaminata dal punto di vista economico - <i>Aguillon - Valensi</i> . . . . .	864

**Cronaca.**

Le sovratensioni nelle linee telefoniche . . . . .	20
Per mantenere un sufficiente grado di isolamento nelle linee telefoniche . . . . .	293
Studio molto accurato del funzionamento dei relais telegrafici e telefonici . . . . .	334
La televisione secondo il procedimento di Edouard Belin . . . . .	410
Il servizio telefonico pubblico tra l'Inghilterra e l'America . . . . .	642
Un cavo telegrafico fra il Canada e l'Australia . . . . .	796



Prove di telegrafia duplice su cavi telegrafici sottomarini tipo Krarup . . . . .	819
Un nuovo cavo telegrafico sottomarino Germania-America . . . . .	844

## Libri e pubblicazioni.

La telegrafia elettrica nei sistemi Morse ed Hugues - O. Perdomini . . . . .	20
Die elektrische Telegraphie mit Drahtleitung - J. Herrmann . . . . .	47

## Discussioni.

Sulla struttura degli impianti di telefonia automatica - Faranda . . . . .	315
Filtri elettrici - V. Gori . . . . .	500
Telefonia automatica - Speranza . . . . .	562
Sui moderni sistemi telefonici automatici - Oglietti . . . . .	872
Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby - E. M. Deloraine . . . . .	915

## 39. - Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc.

## Note di redazione.

Lettere alla redazione . . . . .	49
I convertitori in cascata . . . . .	93
Misura elettrica del riscaldamento delle macchine . . . . .	117
La protezione dei trasformatori col sistema Buchholz . . . . .	214
Sui trasformatori a tre avvolgimenti . . . . .	317
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti . . . . .	389
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . .	413
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474
Prove di isolamento interno . . . . .	525
L'impianto del Tirso . . . . .	801
Protezionismo ed antiprotezionismo . . . . .	801
La centrale del Tirso . . . . .	821
L'impianto di Busachi . . . . .	849

## Articoli e comunicazioni.

Nota sulla commutatrice in cascata La Cour - S. Rossi Danielli . . . . .	99
Misura della temperatura nelle macchine elettriche - R. Pettenati . . . . .	131
I relai di protezione Buchholz per trasformatori - M. Buchholz . . . . .	219
Trasformatori a tre avvolgimenti per duplice alimentazione primaria - Della Salda . . . . .	318
La resilienza nelle costruzioni elettriche - G. Finzi . . . . .	329
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. San Nicolò . . . . .	350
Isolatori passanti per altissime tensioni - G. Silva . . . . .	401-420
Isolamento e prova degli avvolgimenti - G. Rebora . . . . .	548
Trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni - Someda . . . . .	801
Impianto del Tirso . . . . .	805-829-857
L'Esposizione Voltiana di Como - R. San Nicolò . . . . .	917
L'impianto di Cardano della Soc. Idroelettrica dell'Isarco . . . . .	933

## Lettere alla redazione.

Costruzioni elettromeccaniche americane e italiane - Ettore Morelli - Tecnomasio italiano Brown Boveri . . . . .	66
Costruzioni elettromeccaniche italiane e americane - B. Cerretelli . . . . .	153
Galileo Ferraris e l'invenzione dei trasformatori - S. An. Ganz . . . . .	442
Sul selezionamento termico degli isolatori - E. Altmann . . . . .	495
Per la storia dei trasformatori - G. Sartori . . . . .	551
Sui trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni - Pugno Vanoni . . . . .	840

## Sunti e sommari.

L'uso dei condensatori di misura al posto dei trasformatori di misura - G. Keinath . . . . .	40
Comando automatico di gruppi motore sincro-dinamo alimentanti reti di illuminazione a corrente continua sistema Edison - H. Banye - G. R. Mc. Donald . . . . .	137
Trasformatori da 28.886 kVA a 220.000 V per la Pensilvania Power and Light Company - F. F. Brand . . . . .	159
Trasformatori in olio per grande potenza e per alte tensioni a raffreddamento a circolazione forzata dell'aria - L. H. Burnham . . . . .	206
Metalli puri nel macchinario elettrico. Distinzione fra purezza chimica e commerciale. Alcune proprietà essenziali del ferro «Armco» - L. P. Sidney . . . . .	265
Trasformatori con raffreddamento a ventilazione forzata dell'aria - L. H. Burnham . . . . .	268
Due gruppi di trasformatori da 60.000 kVA con variazione di rapporto sotto carico - A. Palmé e H. Stephens . . . . .	921
Note sulla polarità e connessioni dei trasformatori - I. Auchincloss . . . . .	377
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - I. Liston . . . . .	495
Centrali di conversione con raddrizzatori a vapore di mercurio ad ampolla in vetro per reti cittadine e possibilità di automatismo - L'accensione automatica dei raddrizzatori a vapori di mercurio - Plan . . . . .	607
Elettificazione dell'Illinois Central Railroad Company - M. Vandersluis . . . . .	818
Un nuovo rettificatore elettronico - Grondahl e Geiger . . . . .	863

Avvolgimenti di trasformatori con numero frazionario di spire - R. H. Chadwick . . . . .	939
------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Cronaca.

Un nuovo tipo di raddrizzatore di corrente . . . . .	161
I vantaggi che possono ottenersi con un accurato studio dei particolari costruttivi nei trasformatori in aria per alte tensioni . . . . .	310
Intorno alla efficienza della ventilazione naturale nei trasformatori a raffreddamento ad aria . . . . .	336
Visita alla sottostazione di trasformazione all'aperto a 138.000 volt in Bari della Società Meridionale di Elettricità . . . . .	361
Raddrizzatori di corrente a vapori di mercurio . . . . .	410
Impiego del diagramma circolare nel calcolo delle reti di trasmissione . . . . .	410
Nuovo tipo di valvola per radiatori di trasformatori . . . . .	444
Le cabine automatiche di conversione . . . . .	521
Sulle sovratensioni nei trasformatori . . . . .	522
Commissione elettrotecnica internazionale - Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562
Sulla trasformazione dei sovraccarichi tollerabili . . . . .	555
La cabina di conversione automatica a raddrizzatori a mercurio . . . . .	642
Impianto per prove a due milioni di volt . . . . .	868

## Libri e pubblicazioni.

Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - Mazzocchi . . . . .	472
Die elektrische maschinen - Liwischitz . . . . .	561
Hochspannungstechnik - A. Roth . . . . .	562
Atlante di schemi di avvolgimento per macchine elettriche - Mazzocchi . . . . .	820
Electrical Engineering Practice - Meares and Neal . . . . .	820
Der Drehstrom - Induktions Regler - Schait . . . . .	848
Elektrische Festigkeitslehre - Schwaiger . . . . .	870

## Discussioni.

La quarta sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . . . .	457
La regolazione graduale sotto carico del rapporto dei grandi trasformatori ad alta tensione con l'autotrasformatore Stragiotti - F. Pagliani . . . . .	848

## 40. - Trasmissione e distribuzione.

## Note di redazione.

La continuità del servizio negli impianti americani . . . . .	1
Interruttori a richiusura automatica . . . . .	73
Lettere alla redazione . . . . .	93
L'isolamento delle linee aeree, le Norme per gli isolatori e la Riunione di Como . . . . .	165
La tecnica delle grandi linee . . . . .	189
Le condizioni di ottimo rendimento per le grandi linee . . . . .	214
L'apertura dell'anno Voltiano . . . . .	317
Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como . . . . .	341
Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti . . . . .	389
Il successo tecnico della Riunione di Como . . . . .	413
La Conferenza delle reti ad alta tensione a Parigi . . . . .	445
Sulla tecnica degli isolatori . . . . .	474
L'attrezzatura delle grandi linee . . . . .	565
Riunioni e congressi a Como . . . . .	613
La Riunione di Como . . . . .	701
Le discussioni di Como . . . . .	777
Protezionismo ed antiprotezionismo . . . . .	801
Tarificazione e fattore di potenza . . . . .	821
Ancora tarifficazione e fattore di potenza . . . . .	873

## Articoli e comunicazioni.

Il concetto della continuità dei servizi elettrici nei grandi impianti degli Stati Uniti d'America - A. Roncaldier - C. Palestrino . . . . .	2
Dispositivo autoricaricatore per linee di distribuzione a corrente alternata - L. Montiroli . . . . .	81
Sul selezionamento termico degli isolatori - L. Selmo . . . . .	176
La linea a 135.000 volt dalla Valle d'Aosta a Torino - A. Dalla Verde . . . . .	191
Diagramma pratico per il calcolo delle lunghe linee ad altissime tensioni - G. Palestrino . . . . .	214
Prova di linee elettriche mediante resistenze - M. Brunetti . . . . .	263
Isolatori passanti per altissime tensioni - G. Silva . . . . .	401-420
Sulla tecnica degli isolatori - E. Alessandri . . . . .	488
Particolarità ed accessori delle catene di isolatori - A. Dalla Verde . . . . .	565
Conduttori ad altissima tensione - E. Semenza . . . . .	613
Sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori - Cerillo - Focaccia - Selmo . . . . .	619
Contributo allo studio comparativo sulle norme per gli isolatori di porcellana ad altissima tensione - Motti . . . . .	626
Cavo per linea a 75.000 volt - Bosone . . . . .	629
Sull'attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria - Someda . . . . .	634
Sul collegamento del neutro a terra negli impianti ad alta tensione - Cerillo - Focaccia - Selmo . . . . .	724

Trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni - <i>Someda</i> . . .	801
Contatori per la tarifficazione in base al valore medio e in base al valore istantaneo del fattore di potenza - <i>Righi</i> . . .	821
Lo sfasamento degli impianti di utilizzazione nelle vendite dell'energia elettrica - <i>E. Biffi</i> . . .	880
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . .	894

*Lettere alla redazione.*

Sulla continuità dei servizi elettrici - <i>C. Clerici</i> . . .	67
Sulla continuità dei servizi elettrici - <i>A. Silva</i> . . .	104
Sulla tesatura delle grandi linee - <i>R. Zocca - G. Roberti</i> . . .	177
Sulla continuità dell'esercizio - <i>A. Solari</i> . . .	201
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>E. Santuari</i> . . .	464
Sul sezionamento termico degli isolatori - <i>E. Altmann</i> . . .	495
Sul comportamento degli isolatori - <i>A. Castellani</i> . . .	605
Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitativo - <i>Tomasicchio</i> . . .	606
Il fattore di potenza e i motori in corto circuito - <i>F. Raimondi</i> . . .	907

*Sunti e sommari.*

Dati di pratica d'esercizio su linee di trasmissione a 132.000 volt - <i>M. L. Sindeband - P. Sporn</i> . . .	41
Caratteristiche di stabilità degli alternatori - <i>O. E. Shively</i> . . .	89
Calcoli semplificati di linee di trasmissione - <i>E. Clarke</i> . . .	90
Ricerche sui limiti di potenza sulle reti di trasmissione - <i>C. A. Nickle e L. F. Lawton</i> . . .	109
Interruttori ultra rapidi per reti di alimentazione per servizi - <i>J. W. Mc. Nairy</i> . . .	134
Il problema dell'elettrificazione in Francia - <i>J. Sordet</i> . . .	159
Il limite economico della correzione del fattore di potenza - <i>A. R. Stevenson</i> . . .	206
Sezionamento di circuiti per miniere - <i>E. L. Hough</i> . . .	207
La più recente linea di trasmissione a 220.000 volt sulla costa del Pacifico - <i>Falkiner Muttal</i> . . .	291
Impianti di telefonia ad onde convogliate su linee di trasmissione di energia - <i>T. F. Carter</i> . . .	309
La autocorrosione dei cavi sotto piombo. Studio sperimentale della corrosione coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici - <i>F. O. Anderegg e R. V. Achatz</i> . . .	330
Il sistema di distribuzione adottato dalla Puget-Sound Power and Light Company - <i>M. T. Crawford</i> . . .	333
Elettrificazione suburbana di Parigi - Alimentazione delle ferrovie dell'Ovest - Particolari degli impianti di produzione e delle sottostazioni - <i>T. Rich</i> . . .	333
La linea Vincent a 220.000 V in California - <i>C. B. Carlson - H. Michener</i> . . .	378
Interruttori automatici per reti di distribuzione a corrente alternata - <i>G. G. Grissniger</i> . . .	408
Recenti progressi nella distribuzione di energia della Brooklyn Edison Company - <i>J. F. Fairmann e R. C. Rifenburg</i> . . .	409
Interruttori a chiusura automatica per la protezione di sezionamenti di linee di contatto - <i>A. E. Anderson</i> . . .	442
Montaggio di linee a 220 kV e a 380 kV - <i>G. Malamund</i> . . .	465
Caratteristiche di operazione dei relais automatici per reti di distribuzione - <i>W. B. Bullard</i> . . .	518
Il collegamento degli impianti - <i>A. Dow</i> . . .	554
Centrali di conversione con raddrizzatori a vapore di mercurio ad ampolla in vetro per reti cittadine e possibilità di automatismo	607
Misure delle sovratensioni dovute a scariche atmosferiche sulle linee di trasmissione - <i>Lee-Foust</i> . . .	700
Evoluzione dei relais per reti di distribuzione - <i>Parson</i> . . .	769

*Cronaca.*

Per il miglioramento del fattore di potenza . . .	20
Reti di distribuzione per forza e luce nelle grandi città americane . . .	71
Una nuova linea a 120.000 V da Livorno a Firenze . . .	137
I problemi inerenti alle reti secondarie di distribuzione di energia . . .	182
L'aereoporto per l'ispezione di linee di trasmissione . . .	182
Sul fenomeno delle scariche atmosferiche . . .	228
Esperienze di funzionamento con neutro a terra . . .	229
La Conferenza internazionale delle grandi reti elettriche ad alta tensione . . .	293
Il capitale investito nell'industria elettrica . . .	310
La linea a 100.000 V della Washington Water Power Co . . .	380
Sviluppo degli impianti elettrici in Danimarca . . .	410
Linea di trazione a 2400 V della Butte Anaconda and Pacific Railw . . .	499
Per la calcolazione approssimata delle fondazioni in blocco di calcstruzzo dei pali . . .	521
La tensione da adottarsi nelle reti di alimentazione . . .	521
Una nuova cabina all'aperto a 130.000 volt . . .	521
Le cabine automatiche di conversione . . .	521
Il consumo di energia elettrica nella regione di Parigi . . .	522
Un'affermazione della tecnica italiana in America . . .	155
Metodo semplice per il calcolo dei fenomeni oscillatori nei circuiti in parallelo . . .	744
Esperienze di interruttori rapidi . . .	772
Una inchiesta sulle protezioni contro le sovratensioni . . .	772
Interruttori di speciale costruzione . . .	844

Nelle linee di trasmissione ad alta tensione . . .	844
Sulle condizioni di sicurezza meccanica relativa nelle linee di trasmissioni aeree . . .	867

*Norme - leggi - decreti.*

Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . .	314
Disposizioni relative all'autorizzazione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica . . .	314
Dell'esercizio arbitrario delle proprie ragioni in materia di condutture elettriche - <i>L. Pesci</i> . . .	561
L'articolo 429 del Codice di commercio e le condutture elettriche ad alta tensione - <i>L. Pesci</i> . . .	561
I comuni e le reti di distribuzione dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . .	561
La distinzione giuridica tra linee di trasmissione e linee di distribuzione di energia elettrica e la relativa distribuzione di competenza - <i>L. Pesci</i> . . .	868

*Libri e pubblicazioni.*

Landeselektrizitätswerke - <i>A. Schoenberg - E. Glunk</i> . . .	115
Nel 1° centenario della morte di Alessandro Volta . . .	295
Hochspannungstechnik - <i>A. Roth</i> . . .	562-820
Electrical Engineering Practice - <i>Meares and Neale</i> . . .	820
Die elektrische Leitungsnetze - <i>Herzog-Feldmann</i> . . .	848

*La nostra industria.*

I cavi trifasi per alte tensioni a superfici equipotenziali metallizzate (cavi H) costruiti dalla Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. . .	556
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

*Discussioni.*

Comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna - <i>Silva</i> . . .	411
La 4ª sessione della Conferenza internazionale per le reti ad alta tensione . . .	457
Conferenza tenuta il 26 luglio - <i>W. C. Binz</i> . . .	643
La regolazione graduale sotto carico nel rapporto dei grandi trasformatori ad alta tensione con l'autotrasformatore Siragioti - <i>F. Pagliani</i> . . .	848
Scariche atmosferiche e linee di trasmissione - <i>F. W. Peek</i> . . .	915

**41. - Trazione e propulsione.***Note di redazione.*

Trazione ad accumulatori . . .	25
Prove di isolamento interno . . .	525

*Articoli e comunicazioni.*

Considerazioni sulla possibilità della trazione elettrica con accumulatori - <i>L. Ventrella</i> . . .	34-58
Alcuni dati sullo sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti - <i>G. B. Bianchi</i> . . .	49
La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia . . .	894
L'Esposizione Voltiana di Como - <i>R. San Nicolò</i> . . .	917

*Lettere alla redazione.*

Sulla trazione ad accumulatori . . .	154
--------------------------------------	-----

*Sunti e sommari.*

Un importante elettrificazione ferroviaria in Spagna - <i>P. J. Lucia</i> . . .	70
Resistenza alla trazione di locomotori e treni elettrici - <i>W. J. Davis</i> . . .	159
Frenatura di recupero per locomotori a corrente continua - <i>A. Brendenberg Jr.</i> . . .	180
Locomotori con carrelli senza telaio - <i>A. J. Woodward</i> . . .	181
L'importanza dei freni automatici sulle tramvie urbane ed interurbane per la sicurezza dei passeggeri e dei pedoni - <i>C. Wetzel</i> . . .	227
Interruttori a richiusura automatica per alimentatori di linee di trazione a corrente continua - <i>A. E. Anderson</i> . . .	245
Una linea di contatto di tipo «standard» - <i>W. H. C. Villiers</i> . . .	268
Il miglioramento della circolazione nel centro di Chicago determinato dal «rerouting» e dalle segnalazioni luminose - <i>J. A. Dewhurst</i> . . .	292
Elettrificazione suburbana di Parigi - Alimentazione delle ferrovie dell'Ovest - Particolari di impianti di produzione e delle sottostazioni - <i>T. Rich</i> . . .	333
Tipo speciale di locomotore ad accumulatori con gruppo ausiliario benzo-elettrico - <i>W. D. Bearce</i> . . .	379
Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926 - <i>J. Leiston</i> . . .	495
Elettrificazione dell'Illinois Central Railroad Company - <i>Vanderluis</i> . . .	818

*Cronaca.*

L'elettrificazione delle ferrovie svedesi . . .	43
Nuovo locomotore Diesel-elettrico . . .	110

Echi dell'Esposizione di Basilea . . . . .	116	L'evoluzione del sistema solare - <i>B. Fessenkoff</i> . . . . .	379
Un progetto di elettrificazione delle ferrovie ungheresi . . . . .	138	L'elettrificazione nelle campagne . . . . .	742
Il comando individuale degli assi per locomotori a grande velocità . . . . .	160		
Un confronto fra locomotore Diesel e locomotore a vapore . . . . .	182	<i>Cronaca.</i>	
Dispositivo elettromagnetico per la verifica degli assi delle ruote . . . . .	228	Parafulmini giganteschi in California . . . . .	43
Stazioni tramviarie in ferro saldato ad arco . . . . .	309	Influenza dell'illuminazione artificiale sull'accrescimento delle piante . . . . .	71
La elettrificazione del tronco ferroviario Ujo-Busdongo nel nord della Spagna . . . . .	336	Un dispositivo elettrico per la depurazione del fumo . . . . .	71
L'elettrificazione delle ferrovie indiane . . . . .	468	L'aereo per l'ispezione di linee di trasmissione . . . . .	182
Linea di trazione a 2400 V della Butte Anaconda and Pacific Railw. . . . .	499	I metodi di lavoro in uso con successo, negli Stati Uniti sono applicabili in Europa? . . . . .	294
Per l'illuminazione intensa degli scali ferroviari . . . . .	521	Bollitori elettrici per foraggi . . . . .	444
Una nuova cabina all'aperto a 130.000 V . . . . .	521	L'illuminazione di riserva nei teatri . . . . .	467
Propulsione elettrica . . . . .	522	Sui riscaldatori d'acqua con accumulazione dell'energia . . . . .	521
Commissione Elettrotecnica Internazionale. Riunione dei Comitati di studio . . . . .	523-562	Esperienze sull'influenza del grado d'illuminazione sulla produttività degli operai . . . . .	521
Visita agli impianti di Savona delle ferrovie Savona-S. Giuseppe . . . . .	524	Un dispositivo per sostituire i lampi al magnesio . . . . .	610
Una statistica delle locomotive elettriche costruite nel 1926 . . . . .	611	Sui metodi di saldatura dei metalli mediante l'arco prodotto a corrente alternata . . . . .	610
La cabina automatica a raddrizzatori a mercurio . . . . .	642	La Fiera internazionale viennese . . . . .	610
Una vettura tramviaria costruita in una lega d'alluminio . . . . .	700	Un dispositivo per la sincronizzazione a distanza dei pendoli di precisione . . . . .	642
Locomotive elettriche . . . . .	820	Una macchina universale per la lavorazione del legno . . . . .	700
La propulsione elettrica per le navi mercantili . . . . .	868	Sui conduttori armati per apparecchi di sollevamento . . . . .	744
Locomotive elettriche a corrente continua a 3000 volt per la linea Benevento-Foggia . . . . .	910	Prima esposizione nazionale di Storia della Scienza . . . . .	796
Sullo sviluppo del servizio tramviario a Milano . . . . .	939	Una grande Esposizione internazionale . . . . .	844
		Variazioni dell'illuminazione naturale durante il giorno . . . . .	868
		Rassegna «Echi e Commenti» . . . . .	910
<i>Libri e pubblicazioni.</i>			
Electric Trains - <i>R. E. Dickinson</i> . . . . .	20-138		

**42. - Varia.***Sunti e sommari.*

Il miglioramento della circolazione nel centro di Chicago determinato dal «rerouting» e dalle segnalazioni luminose - <i>J. A. Dewhurst</i> . . . . .	292
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

*Libri e pubblicazioni.*

L'automobile a benzina - <i>Maggiarotti e Puglieschi</i> . . . . .	20
--------------------------------------------------------------------	----

*La nostra industria.*

I trasporti di carbone nell'Officina del Gas di Bovisa - <i>Clemente Bocchi</i> . . . . .	21
-------------------------------------------------------------------------------------------	----







# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La nuova Presidenza.

I risultati dello scrutinio seguito il 28 dicembre u. s. — e del quale pubblichiamo più avanti il verbale, insieme con le prime manifestazioni della nuova Presidenza — sono stati per noi duplice motivo di viva soddisfazione. Il numero eccezionale dei votanti — nettamente superiore tanto in via assoluta che come percentuale a quello di tutte le passate elezioni — è di vero conforto perchè documenta nel modo migliore il sempre più grande interessamento dei Soci per la vita della nostra Associazione. E l'elezione veramente plebiscitaria del Collega Giancarlo Vallauri a Presidente Generale e del Collega Ugo Bordoni a Vice presidente — insieme coll'Ing. Selmo già benemerito presidente della Sezione di Napoli ed organizzatore della indimenticabile riunione del 1925 — non può non colmarci di gioia. Agli amici carissimi, ai compagni che da ben dodici anni condividono con noi la quotidiana fatica della redazione della rivista, vadano i nostri rallegramenti per il meritato riconoscimento del loro valore, e l'augurio di poter portare l'A.E.I. a sempre maggiori successi.

(A. B. - M. S.).

### La continuità del servizio negli impianti americani.

Nella riunione annuale del 1925, a Napoli, prevalentemente dedicata ai mezzi per migliorare la regolarità di funzionamento degli impianti, fu fatto rilevare da un esercente, verso la fine della discussione, che il problema della continuità del servizio era problema esclusivamente economico: di prezzi e di tariffe; e fu da tutti riconosciuta la verità della affermazione — paradossale solo apparentemente — perchè i mezzi tecnici per raggiungere lo scopo sono ormai generalmente noti; ma la loro adozione su larga scala implicherebbe un tale impiego di capitali a cui oggi in Italia non si saprebbe come far fronte.

A sostegno di questa tesi ed a tutta la discussione in genere, avrebbe allora assai giovato la relazione degli Ingegneri PALESTRINO e RONCALDIER, presentata dal primo a Brescia, fra le impressioni d'America, e riprodotta in questo fascicolo. Essa ci apprende come la cittadinanza di New York, — cittadinanza veramente invidiabile sotto questo riguardo — non conosca le interruzioni di servizio nella fornitura di energia elettrica! E si tratta di una rete con centinaia di chilometri di sviluppo di cavi e con punte che superano i 600.000 kwatt! Quali i mezzi impiegati per tale risultato? Numerose centrali (termiche) lontane e indipendenti, ma tutte funzionanti in parallelo su un'unica rete a maglie, trifase a 13.000 volt, che alimenta numerosissime sottostazioni di conversione in corrente continua ( $2 \times 120$  volt) tutte riunite in parallelo sull'enorme rete a corrente continua e tutte munite di batterie di accumulatori. All'eventuale arresto di una centrale o di una sottostazione sopperiscono temporaneamente le altre, sempre largamente dimensionate e le batterie di accumulatori. I lati di ciascuna maglia della rete trifase sono sempre formati da pa-

recchi cavi in parallelo con protezione differenziale per isolare automaticamente quello in cui si manifesta un guasto. Nessuna protezione, pare, nella rete a corrente continua: un cavo che si guasti viene lasciato distruggere completamente dalla sovra corrente (in modo che a dir vero non risulta molto chiaro) e poi prontamente sostituito da una perfetta organizzazione *ad hoc*.

La relazione non ci dice quale sia a New York il prezzo medio di vendita del kilowattora a corrente continua; ma non è difficile arguire che deve trattarsi di un prezzo anche relativamente assai più elevato dei nostri, perchè è facile immaginarsi quale deve essere il costo di impianto e di esercizio di una rete siffatta. La conclusione? Non potrebbe essere, semmai, che una constatazione, un po' amara, della grande ricchezza generale della repubblica Nord Americana, comparata colla nostra situazione economica: constatazione scaturita anche da tutte le altre impressioni d'America già pubblicate. E poichè non si può pensare che i prezzi dell'energia elettrica in Italia possano mai tanto aumentare da consentire agli esercenti di approfondire milioni per il miglioramento od anche trasformazione radicale delle loro reti, non resta che augurarci che i nostri tecnici sappiano sempre meglio camminare sulla via ardua, ma veramente meritoria, sulla quale hanno dovuto mettersi: ottenere il molto col poco; dosare col massimo criterio ogni opera ed ogni spesa e compensare coll'ingegnosità delle soluzioni adottate, la pochezza dei mezzi economici messi a loro disposizione.

### Per l'illuminazione razionale degli ambienti.

Agli stessi scopi, in altro campo, mira il Comitato Italiano per l'illuminazione ed il riscaldamento: l'utilizzazione razionale dell'energia disponibile. A cura del suo benemerito presidente Prof. BORDONI, il Comitato ha pubblicato qualche tempo fa un volumetto di volgarizzazione che potrebbe essere citato ad esempio. Non essendoci possibile riprodurlo integralmente, abbiamo voluto almeno riassumerne, in questo fascicolo, la parte relativa all'illuminazione elettrica.

### La misura elettrica delle piccole velocità dell'acqua.

Pubblichiamo oggi il secondo articolo del Dott. DEL NUNZIO di cui ci siamo occupati nello scorso fascicolo: articolo pervenutoci fin dallo scorso agosto ma non potuto prima pubblicare per le ragioni già dette.

LA REDAZIONE.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi ai Soci vitalizi.**

## IL CONCETTO DELLA CONTINUITÀ DEI SERVIZI ELETTRICI NEI GRANDI IMPIANTI DEGLI STATI UNITI D'AMERICA

A. RONCALDIER - C. PALESTRINO



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Brescia - Settembre 1926

1. — Più che da novità tecniche nel vero senso della parola, siamo stati, nel recente nostro viaggio di studio negli Stati Uniti d'America, sorpresi dai concetti seguiti nell'applicazione degli apparecchi installati e comunemente usati per ottenere la massima regolarità e continuità nei servizi di trasporto e di distribuzione di energia elettrica.

Per essere il più possibile chiari ed espliciti, dobbiamo distinguere l'esame delle apparecchiature per le reti di distribuzione propriamente dette a bassa e media tensione, da quelle per le grandi linee e reti di trasporto ad alta ed altissima tensione.

Come concetto primo e indiscutibile per garantire la assoluta continuità del servizio di distribuzione di energia elettrica, gli ingegneri americani ammettono concordemente che la miglior garanzia è quella di avere delle buone batterie di accumulatori che subentrino immediatamente in funzione, quando venga a mancare la sorgente di produzione meccanica di energia sia idraulica che a vapore.

Si è per questa ragione che in tutte le grandi città dell'Est specialmente, Chicago compresa, la distribuzione di energia elettrica ai privati, è fatta mediante conversione della corrente alternata in corrente continua la quale viene distribuita in una densissima rete di cavi sotterranei.

2. — Se prendiamo come esempio ad esaminare l'impianto di New York, ed in particolar modo la parte di distribuzione nell'Isola di Manhattan, troviamo anzitutto una rete di cavi disposta nel sottosuolo nel modo più perfetto e più sicuro che si possa ideare, ma naturalmente assai costoso. L'impianto è così costituito:

Esiste una rete di trasporto a corrente alternata a 13.000 volt e una rete di distribuzione a corrente continua a  $2 \times 120$  volt.

La produzione di energia elettrica avviene in quattro grandi centrali a vapore con unità di 40 e 50.000 kW e per un carico complessivo che nei mesi invernali oltrepassa i 650.000 kW. Tale energia viene prodotta a 13.000 volt ed a 25 periodi. Una parte sola, nelle proporzioni di un quarto circa, è prodotta a 60 periodi alla stessa tensione e distribuita direttamente sotto forma di corrente alternata. La rete di cavi trifasi di alimentazione delle sottostazioni è a maglie compenetranti diramantesi dalle quattro stazioni generatrici principali. Tali cavi fanno capo alle diverse sottostazioni di conversione, che al giorno d'oggi sono in numero di 46 tutte equipaggiate con convertitori rotanti i quali trasformano la corrente alternata a 25 periodi in corrente continua a 240 volt con due ponti a 120 volt.

Come già si è detto, in ogni Sottostazione è installata una batteria di accumulatori di potenza corrispondente per la garanzia della continuità del servizio. Ma bisogna ben dire che anzitutto la regolarità della produzione dell'energia è pressochè perfetta, e quella della distribuzione pure, giacchè la rete di cavi a 13.000 volt che fa capo alle Sottostazioni è formata di cavi trifasi posati tutti in tubi di cemento: e i cavi sono perciò semplicemente rivestiti della guaina di piombo, senza alcuna armatura metallica. Con una tale accurata ma costosa posa di cavi i disturbi provocati dai cavi ad alta tensione sono pressochè nulli, e difatti spesso nel decorso di un anno non viene notata nemmeno una interruzione prodotta da guasti di cavi trifasi.

In caso di un guasto su un cavo alimentato o di un feeder, l'esclusione dello spezzone guasto avviene automaticamente per mezzo dei relais montati alla partenza del cavo dall'Officina generatrice o dalla sottostazione e al suo congiungimento alle sbarre di un'altra sottostazione o ad un nodo della rete di distribuzione, la quale ultima, come vedremo, non ha apparecchi di protezione nè di interruzione.

Bisogna notare che, trattandosi di potenze ingenti con tensione relativamente bassa, il numero dei cavi in parallelo di-

partentesi da ogni singola Centrale è sempre rilevante, cosicchè la sicurezza d'esercizio è affidata per questi feeder all'azione di relais con disposizioni differenziali, che sono naturalmente serviti da una grande rete di cavi ausiliari serventi nello stesso tempo anche come cavi per fili piloti, per comandi a distanza e segnalazioni per tutto il complesso servizio di dispacciamento centrale che avviene, nel caso della Edison di N. Y. nella centrale termica di Water Side alla East 32<sup>a</sup> Street.

Come per i feeder alimentatori principali, così per le varie maglie di cavi a 13.000 volt che collegano fra loro le sottostazioni di conversione, i vari tronchi di cavo sono comandati da interruttori automatici che, sotto l'azione di relais selettivi, disinseriscono i tratti eventualmente avariati, senza che il servizio debba subire la minima interruzione.

Avviene in tal modo che tutta la rete a corrente alternata ad alta tensione è costantemente in regolare esercizio, e non genera disturbo alcuno nel servizio della produzione, giacchè nei rarissimi casi in cui un tratto di cavo viene ad essere guasto, automaticamente viene disinserito, e la continuità del servizio assicurata dalle altre sorgenti di energia, che sono di potenza sufficiente per garantire la riserva.

Più caratteristico e anche più sicuro e semplice nei riguardi della continuità è il sistema di distribuzione della corrente a bassa tensione sotto forma di corrente continua. Infatti tutte le 46 sottostazioni di conversione, dal lato a corrente continua, sono rigidamente connesse in parallelo su un'unica e fittissima rete che misura ben 3150 km di cavo a due conduttori per corrente continua con sezioni che raggiungono perfino i 1000 mm<sup>2</sup>.

Più esattamente la rete a corrente continua è formata di 1840 km di feeders propriamente detti e di 1760 km di cavi connessi a maglia.

Come già si è detto nelle sottostazioni sono installate delle convertitrici di potenze variabili da 1000 a 4000 kW e queste macchine forniscono l'energia convertita in corrente continua alle sbarre, sulle quali è allacciata pure la batteria di accumulatori.

Da le sbarre di dipartono i feeders a corrente continua che danno l'energia alla rete alimentandola in punti determinati.

Tutti i cavi della corrente continua, sono posati analogamente a quelli della corrente alternata e cioè in tubi di cemento.

Non si hanno giunti rinterrati, ma ogni spezzone fa capo in piccole grotte sotterranee in muratura ove sono fatti i giunti dei cavi.

Con questa pratica disposizione, se un tratto di cavo sia dell'alta come della bassa tensione risulta guasto, appena automaticamente eliminato dal servizio per effetto dei relais selettivi, esso viene con tutta facilità ed in tempo brevissimo individuato e successivamente viene individuato lo spezzone compreso fra due pozzetti di ispezione e sezionamento. Senza ricorrere alla determinazione esatta del punto del guasto, si sfilava tutto lo spezzone che risulta avariato, e nello stesso tempo si infila nel tubo di cemento il nuovo spezzone di sostituzione, che viene subito connesso, allacciato e messo in regolare esercizio.

La rete di distribuzione propriamente detta è invece tutta chiusa su sè stessa a fitte maglie senza valvole nè automatici. Esistono solamente interruttori automatici sui feeders alimentatori alla partenza dalle sbarre ed all'arrivo del feeder ai nodi delle maglie della rete di distribuzione.

Questi interruttori automatici che comandano i feeders sono collegati fra di loro da uno speciale schema differenziale che permette l'esclusione del feeder compreso fra le sbarre ed un nodo quando avviene un guasto e di conseguenza quando la corrente va a terra, nel tratto del feeder stesso; ma in nessun altro caso apre il circuito, perchè tutta la rete di distribuzione non ha alcun apparecchio automatico di apertura per sovraccarico. E ciò per la ragione seguente.

Per eliminare i tratti eventualmente guasti nelle maglie, si fa affidamento unicamente sulla enorme potenza disponibile nel gruppo di tutte le sottostazioni e batterie in parallelo, cosicchè, se per caso avviene un corto circuito o una terra in un punto qualunque della rete (feeders esclusi), considerata la bassa tensione di distribuzione, si lascia che il tratto di cavo guasto si elimini da sè per effetto della distruzione automatica e conseguente interruzione del cavo stesso nel punto che ha subito l'avaria, evitando così scatti di automatici che causerebbero la interruzione del servizio a molti utenti. Questo concetto semplificativo si fonda sulla pratica conoscenza della quantità di energia che può esser consumata in un corto circuito in una maglia, quantità di energia che è, proporzionalmente alla grande potenza disponibile, compresa in limiti tollerabili.

Ecco con quali mezzi abbastanza semplici gli ingegneri americani raggiungono quella regolarità di esercizio che una città come New York impone.

3. — Abbiamo infatti sentito ripetere più volte che una interruzione di corrente in tale città è un fatto assolutamente inammissibile. Basti pensare, non solamente alla luce, alle applicazioni termiche ed ai motori dell'industria comune, ma all'importantissimo servizio degli ascensori e delle pompe per il sollevamento dell'acqua sia per uso domestico come per gli incendi.

Queste due applicazioni rappresentano il punto più caratteristico della distribuzione dell'energia elettrica.

Bisogna por mente che esistono in New York circa 25.000 ascensori e che i soli ascensori rappresentano sulla rete di New York un carico medio di oltre 100.000 kW costanti; a titolo di cronaca bisogna sapere che in New York si trasportano e muovono più persone nel senso verticale con gli ascensori che non nel senso orizzontale con trams, subway, elevated line, ecc., e in media sono 10.000.000 di persone che vengono giornalmente trasportate verticalmente da questi ascensori.

Mancare gli ascensori vuol dire arrestare la vita di New York nel senso verticale.

Siccome in certi fabbricati si hanno fino a 30 ascensori che funzionano continuamente, una interruzione di corrente, significa l'arresto di tutto il movimento dello stabile nelle sue svariatissime funzioni commerciali ed industriali.

Gli incendi in New York sono in proporzione dello sviluppo enorme della città e della enorme densità e agglomerazione di persone.

Ci fu riferito che in tutte le 24 ore di tutti i giorni in New York vi è sempre qualche incendio più o meno grave. Esiste in New York una grande distribuzione di acqua sotto pressione, ma non bisogna dimenticare che alcuni stabili oltrepassano i 200 metri di altezza.

Oltre le necessità di fornire acqua potabile ai piani più elevati bisogna tenere presente il fatto che vano sarebbe pensare ad estinguere un incendio nei piani superiori di questi fabbricati se non si avesse acqua sotto pressione sufficiente per arrivare a tanta altezza.

Si è perciò che in vari punti della città dalla canalizzazione dell'acqua sotto pressione normale che arriva dal famoso serbatoio di Kensico sono derivate speciali stazioni di pompe ad alta pressione elettricamente funzionanti che elevano la pressione al valore voluto per giungere con getti di acqua alle altezze considerevoli dei gratta-cieli.

Ciò spiega quali gravi impegni assuma la Società distributrice davanti al Comune ed alla Amministrazione cittadina garantendo in modo assoluto la fornitura dell'energia elettrica, garanzia che si sintetizza nell'espressione che l'energia elettrica « non può e non deve mancare per nessuna ragione ».

Varie altre applicazioni come ponti girevoli e ad alzata, ferrovie sotterranee, posta pneumatica, ecc., sono affidate all'energia elettrica e tutto ciò giustifica le disposizioni prese per la garanzia della continuità, disposizioni che in via pratica hanno completamente corrisposto alle esigenze gravi della assoluta continuità.

4. — Sta di fatto in primo luogo che rarissimamente la produzione di energia viene a subire interruzioni per causa del macchinario generatore. Ma quelle pochissime volte che una centrale per un incidente qualsiasi è costretta ad uscire di parallelo, dato il sistema di funzionamento di tutte le centrali e sottostazioni in parallelo, con connessioni facilmente sezionabili, il carico viene preso automaticamente dalle altre centrali termiche in funzione o dalle batterie di accumulatori che sono costantemente in parallelo, e pronte sempre a sopperire alle deficienze, scaricandosi. Quindi l'energia con tali disposizioni, non può mai mancare dipendentemente dalla fonte di produzione.

5. — Vediamo ora ciò che può riguardare la sicurezza del trasporto e della distribuzione.

La rete di cavi ad alta tensione è provvista di ammassime riserve e così l'eventuale guasto su un feeder, grazie ai sistemi selettivi, non compromette l'esercizio dei rimanenti. Parimenti le sottostazioni di conversione sono amovibilmente progettate e studiate in modo che qualsiasi sottostazione fosse messa fuori servizio per una ragione qualunque, senza disturbo alcuno, viene automaticamente sostituita nella somministrazione della energia alla rete sia dalla propria batteria come dalle altre sottostazioni in esercizio.

Infine, data la costituzione della rete a bassa tensione con feeders convergenti ai nodi e maglie chiuse in ogni punto della

rete, qualunque guasto avvenga, per le ragioni più sopra esposte, e col concetto semplificativo che un cavo guasto della rete deve eliminarsi da sé, o per disinserzione o addirittura bruciando completamente, senza però arrecare disturbo, si comprende facilmente come non possa mai succedere che venga a mancare corrente ai consumatori, tranne il caso di un guasto proprio alla derivazione di presa dell'utente.

Tutte le grandi città dell'Est, Washington, Boston, Philadelphia, Baltimore, Buffalo, Chicago, ecc., sono servite da impianti di questo genere. In coteste regioni ove non abbondano gli impianti idraulici a grande distanza le difficoltà di esercizio delle linee di grande lunghezza ad alta tensione non hanno importanza per il trasporto e per la distribuzione dell'energia elettrica. Tutte le principali città hanno particolarmente locali impianti termici per la produzione e grandi reti a corrente continua per la distribuzione dell'energia elettrica.

6. — Se passiamo invece a considerare come è stato risolto questo importantissimo problema della continuità dell'esercizio per i grandi impianti del West della California, là dove lo sfruttamento delle energie idriche ha assunto una grande importanza, ma ha dovuto vincere le gravi difficoltà imposte dal trasporto di grandi masse di energia ad altissima tensione con linee di lunghezza di più centinaia di miglia, dall'esame dettagliato e dagli studi accurati eseguiti, noi dobbiamo ammettere, che gli accorgimenti adottati per vincere le ben maggiori difficoltà onde garantire la continuità dei servizi sono assai interessanti ed istruttive, per quanto non sia stato e non sia praticamente possibile raggiungere il grado di perfezione, al quale si è arrivati cogli impianti termici locali.

Nelle grandi città del West, Los Angeles e S. Francisco per ovviare in modo assoluto alle inevitabili interruzioni, si è ricorso al sistema della conversione della corrente alternata in corrente continua con potenti stazioni convertitrici, per alimentare quella parte della rete, l'importanza della quale, per servizi di assoluta necessità, si impone. Tali potenti stazioni convertitrici sono completate naturalmente da batterie di accumulatori di ragguardevole capacità, e così si rendono inavvertite o quasi le inevitabili deficienze dell'energia elettrica fornita dagli impianti idraulici, situati a più centinaia di miglia di distanza, che inesorabilmente devono subire interruzioni per le molteplici cause che comunemente intervengono a disturbare i trasporti di energia. E' ammissibile infatti che in queste vastissime reti, con linee di trasporto lunghissime, e molte centrali in parallelo si sommino particolari difficoltà create dall'altissima tensione e da gravose condizioni locali, con difficoltà dipendenti dalla complessità delle linee derivate e connessioni con altre reti.

Con tutto ciò non bisogna disconoscere che, se non è possibile eliminare tutte le cause di perturbazioni, le più geniali e pratiche soluzioni sono state tentate almeno per attutire gli effetti degli eventuali guasti di linea che possono provocare interruzioni nella produzione e nel trasporto. Di fatto abbiamo dovuto constatare come in grandissimi sistemi di reti molto estese, con servizi molto complessi, le interruzioni siano ridotte a rarissimi casi estremi.

Per raggiungere anche in questo campo la massima sicurezza d'esercizio gli ingegneri americani hanno abbandonati molti pregiudizi; così, per esempio, è notevole, la loro grande simpatia per i pali in legno ed isolatori sospesi. Ed è per questa ragione che molte linee a 110.000 volt con una attrezzatura molto semplice, sono portate da semplici pali in legno, e funzionano perfettamente bene.

La grande preferenza nella scelta degli isolatori di linea, si è per gli isolatori a catena che vengono comunemente adoperati anche per linee a tensione inferiore ai 50.000 volt. Con questi due primi concetti la continuità di esercizio sulle linee di trasporto e di distribuzione è raggiunta, se non in modo assoluto, almeno in modo molto prossimo alla perfezione, perchè i guasti agli isolatori sono pressochè eliminati in quanto che, non solo le catene di isolatori possono essere frequentemente e con risultato veramente sicuro, ispezionate, ma il palo in legno permette più facilmente il funzionamento di catene con qualche elemento avariato.

Le linee a 220.000 volt hanno caratteristiche ed esigenze del tutto particolari e le difficoltà per queste altissime tensioni sono naturalmente molto maggiori, ma anche in questo campo i tecnici americani sono riusciti a raggiungere considerevole sicurezza di esercizio grazie a due capitali sistemi protettivi.

7. — E qui bisogna entrare nella parte più delicata e nello stesso tempo più importante delle questioni inerenti alle linee di grande trasporto ad alta ed altissima tensione. Vogliamo



dire del collegamento a terra del centro-stella dei trasformatori.

La tecnica americana è decisamente favorevole al collegamento a terra dei centro stella e per linee dai 110.000 volt in su si trovano quasi esclusivamente impianti col centro stella a terra.

Asseriscono molti tecnici che, senza il neutro collegato a terra, è impossibile avere un regolare funzionamento della linea.

Ma va subito chiarito che quasi tutte le installazioni con neutro a terra hanno un relais esattamente tarabile inserito sul collegamento del centro stella a terra, relais che comanda e fa funzionare l'apertura degli interruttori di linea appena la corrente a terra passa al di là di un determinato e prestabilito valore, ed evita quindi il corto circuito della fase guasta alla terra.

Con questa osservazione viene ben fissato il concetto degli americani che sono concordi nell'affermare che anche nei riguardi dei disturbi telefonici e telegrafici, il neutro a terra non dà quei gravi inconvenienti che a tutta prima si è soliti di ritenere, e temere.

Precisamente molti ingegneri americani insistono sul fatto che le linee ad alto potenziale con neutro isolato, durante i guasti hanno molte volte delle correnti a terra assai elevate in intensità, e, ciò che più conta, queste correnti a terra risultano di durata molto maggiore di quelle che si hanno con neutro a terra, ma con relais di scatto alla linea comandati dalla corrente che va a terra attraverso al neutro. E di questa importantissima verità ci siamo perfettamente convinti. E' ben vero però, e dobbiamo tenere presente, che in America, date le maggiori disponibilità di spazio, le linee telefoniche e telegrafiche sono in molti casi a distanze maggiori di quello che le esigenze topografiche del nostro Paese generalmente possano permettere; ma non bisogna nemmeno dimenticare che si hanno ugualmente vari casi, specialmente nelle vicinanze dei grandi centri abitati, di deficientissime distanze, e, anche in queste condizioni sfavorevoli, non si hanno a lamentare inconvenienti e disturbi; quindi le Direzioni dei servizi telefonici e telegrafici non sollevano obiezione alcuna per la messa a terra degli impianti. Per essere precisi va però aggiunto che tutte le loro linee telefoniche e telegrafiche e relativi apparecchi derivati sono assai meglio protetti di quello che non lo siano nei nostri impianti, questo almeno per la parte che è venuta a nostra conoscenza. In ultima analisi, allo stato attuale della tecnica americana, bisogna ammettere sia coi costruttori del macchinario e degli impianti che cogli esercenti degli stessi che, se la questione del neutro a terra è discutibile per impianti sino a 110.000 volt, non lo è certo per impianti a 220.000 volt, di modo che è necessario essere espliciti nel sanzionare che per il sicuro esercizio delle linee ad altissima tensione di 150 e 220.000 volt è « conditio sine qua non » la connessione a terra, anche se i progressi della tecnica costruttiva lasciano intravedere la possibilità di un sicuro isolamento per tensioni assai maggiori delle attuali.

8. — Come schema generale di circuiti per grandi trasporti si hanno quasi sempre doppie linee. Le doppie linee, sia a terne separate come su la stessa palificazione, convergono sempre in punti di sezionamento nei quali i due circuiti hanno fra di loro connessioni opportune per la rapida e semplice commutazione del carico totale su un'unica linea, quando l'altro tronco compreso fra due stazioni di sezionamento risulti guasto.

Per questo rapido sezionamento del guasto concorrono applicazioni di sistemi differenziali a relais coniugati oppure sistemi a ritorno di corrente, ad effetto differenziale, con varie disposizioni di schemi per ottenere funzionamenti bilanciati e selettivi.

Il sistema « Balanced Protection » con relais coniugati è il più diffuso, sia del tipo « Not discriminating » come del tipo « Discriminating » ma nell'uno caso come nell'altro i trasformatori di corrente quasi tutti ormai del tipo « busch current transformer » sono gli unici apparecchi sui quali si fonda e si basa la protezione, perchè per effetto del valore di corrente dal quale sono attraversati si determina l'apertura del circuito, in base al valore risultante della intensità relativa, più che per effetto di sovraccarichi che interessano ugualmente le tre fasi, sovraccarichi per i quali invece le linee, gli interruttori e i trasformatori di intensità sono largamente dimensionati onde resistere e sopportare considerevoli valori eccedenti il normale.

In altri termini il concetto fondamentale della protezione si è che aperture di interruttori per corti circuiti propriamente detti non devono avvenire nelle sottostazioni di sezionamento installate lungo le linee. Lungo le linee devono avvenire solamente disinserzioni di tronchi guasti, per effetto dei relais se-

lettivi. Solamente alla stazione centrale generatrice se l'intensità in linea assume quel determinato valore per una durata eccedente un prestabilito tempo, allora avviene decisamente la disconnessione automatica degli alternatori e successivamente l'apertura degli interruttori.

L'apertura degli interruttori nelle cabine di sezionamento avviene solo per effetto differenziale provocato da terre o altri guasti, ed in tal modo anche gli interruttori di linea e di sezionamento non vengono sottoposti a ingenti lavori di apertura di circuiti, e quindi, largamente dimensionati come sono, non costituiscono punti pericolosi e delicati.

In questo modo le linee sono sicuramente protette da intempestivi funzionamenti di interruttori e l'energia può arrivare alla stazione ricevitrice senza gravi interruzioni o per lo meno con brevissime oscillazioni alle quali automaticamente si pone rimedio nel minor tempo possibile. Un tratto di linea disinserito, essendo il carico portato tutto dall'altra terna, comporta naturalmente un abbassamento di tensione, al quale si ovvia con maggior eccitazione ai sincroni, e se questi sfortunatamente sono usciti di passo, sono rapidamente riavviati e rimessi in parallelo.

9. — Una osservazione di pratica importanza a farsi si è che in tutte le reti di trasporto e distribuzione della California, i servizi sono unici; in ciascuna rete cioè tutte le centrali sono tenute in parallelo fra di loro. Non vi ha separazione alcuna per servizi preferenziali, perchè si vuole che la regolarità sia per tutti gli utenti al massimo dell'ineccepibilità, cercando di limitare le sospensioni e l'eliminazione delle linee o tronchi guasti a quella parte sola che è direttamente colpita dal guasto o incidente avvenuto, e tali limitazioni e circoscrizioni sono del tutto affidate al regolare funzionamento dei sistemi selettivi.

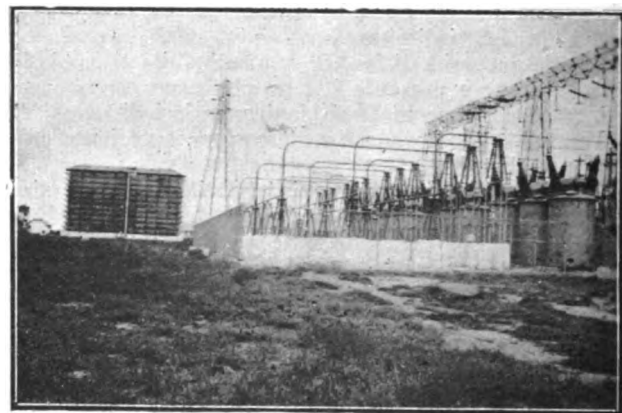


Fig. 1. — Laguna Bell Station 220 kV - Trasformatori  
Los Angeles - California.

In questo modo la continuità dell'esercizio è garantita anzitutto dalla grande massa di energia convogliata al centro di distribuzione; inoltre eventuali sovraccarichi per disturbi di distribuzione o per transitori fenomeni di linea, per le ragioni sopra esaminate, devono essere e effettivamente sono sopportati dal macchinario di centrale e da quello delle sottostazioni di trasformazione, macchinario tutto così largamente dimensionato e progettato, ed in pratica così ben installato, che bisogna ben ammettere e comprendere come rarissimi possano risultare i casi in cui, pur sommandosi le cause di disturbi, questi riescano a pregiudicare la continuità del servizio.

In particolar modo abbiamo notato come le sottostazioni all'aperto siano curate nei dettagli di installazioni praticissime e semplici, specie per ciò che riguarda gli isolamenti (fig. 1). Ottimi sempre i trasformatori, generalmente monofasi a tre avvolgimenti per l'azionamento dei sincroni; raffreddamento ad acqua. Ottimi parimenti e robusti gli interruttori delle primarie Case a tutti ben note (fig. 2). Semplici e solidi coltelli (fig. 3).

Passanti quasi sempre ed esclusivamente del tipo in porcellana bruna largamente dimensionati e riempiti d'olio. (fig. 4). Niente più passanti a condensatore, e data la connessione del neutro a terra sollecitazioni ai passanti limitate e perciò, anche in questi punti delicatissimi, nessun disturbo.

In fatti, se negli anni precedenti i passanti potevano costituire pericolosi punti deboli degli impianti, oggi ci risulta che non esiste preoccupazione alcuna per questa parte delicata delle apparecchiature all'aperto.

Ciò è dimostrato dalle seguenti cifre: dal 10 % che era la percentuale rappresentativa dei disturbi su passanti installati da una grande Casa americana si è scesi all'1 % in questo ul-



timo anno e si ha ragione per credere che si diminuirà ancora tale valore percentuale e i disturbi sui passanti saranno assolutamente da considerarsi eliminati.

E' bene mettere in evidenza che per le stazioni ricevitrici in particolar modo ha una particolarissima importanza la bontà del contatto a terra del centro stella dei trasformatori ed abbiamo notato il fatto che nelle principali e più importanti stazioni, questo centro stella non solo è collegato alla terra in un modo eccezionalmente accurato, ma, data la qualità del terreno, esistono quasi sempre installazioni di apparecchi speciali per l'inumidimento del punto di contatto a terra, punto che è sempre a notevole profondità con grande superficie di disperdimento, in terreno mantenuto sempre umido.

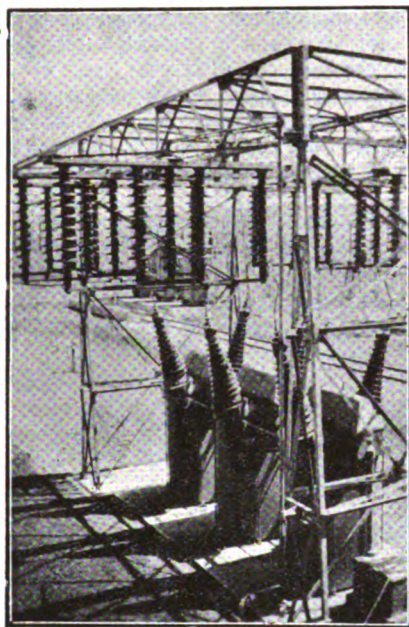


Fig. 2. — Interruttori e coltelli 220 kV, impianto Pitt River California.

In difetto di simili attrezzature ci è stato riferito che gravi inconvenienti si avevano alle stazioni ricevitrici, perchè è ben noto che l'utilità del centro stella a terra con cattivo contatto di disperdimento finisce per essere di risultato molto dubbio.

Sorvoliamo sugli apparecchi di protezione per scariche atmosferiche propriamente detti, perchè per le alte ed altissime tensioni abbiano trovato unanimi gli ingegneri delle varie Società nell'affermare che era meglio farne a meno.

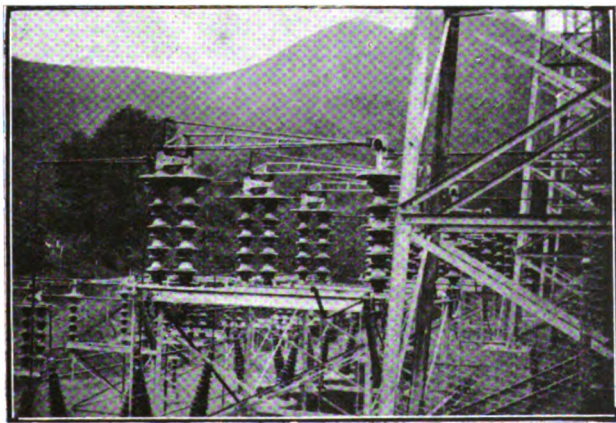


Fig. 3. -- Eagle Rock Station 220 kV - Coltelli Los Angeles - California.

Nemmeno più bobine di impedenza vengono installate nelle cabine all'aperto, perchè i trasformatori sono costruiti con speciali accorgimenti. Anzitutto presentano notevole reattanza, con ammarraggi delle bobine molto ben studiati e montati, accuratissimi gli isolamenti delle spire fra loro, ed in particolar modo per le spire di entrata. I grandi trasformatori sono sempre muniti delle cosiddette « Buffer Coil » ed hanno l'anello di capacità alla testa degli avvolgimenti, sia al morsetto come al centro stella, dimodochè, risulta costante o pressochè costante

il valore dell'impedenza d'onda  $\sqrt{\frac{L}{C}}$  su tutta la colonna di

ogni fase. La presa di corrente è sempre fatta al centro della colonna, e così il centro stella risulta al giogo e, data la connessione del centro stella a terra, più facile e sicuro l'isolamento dal ferro. A queste considerazioni i costruttori danno molta importanza, specialmente per gli autotrasformatori. I trasformatori di grande potenza ed elevata tensione sono progettati e vengono costruiti con forti valori di reattanza ed elevato valore di tensione di corto circuito, al fine di resistere bene agli eventuali casi di corti circuiti sul secondario, costituendo così anche un buon organo di sicurezza per la limitazione del valore dell'intensità di corrente nei corti circuiti, a difesa degli alternatori. A tal uopo sono grandemente curati gli ammarraggi delle bobine.

Con tutti questi accorgimenti tali trasformatori sono in grado di resistere a fronti d'onda ripidissimi senza apparecchi di protezione, e sopportare sforzi di corti circuiti notevolissimi, eliminando così assolutamente ogni preoccupazione per la loro conservazione durante qualsiasi contingenza di disturbi causati da fenomeni interni ed esterni in impianti, nei quali sono in giuoco enormi potenze di centinaia di migliaia di kilowatt.

Anche gli apparecchi scaricatori ad ossido hanno perduto, secondo la nostra impressione, in questi ultimi anni il grande favore di cui godevano presso buona parte dei tecnici americani ed il conduttore di terra sulle grandi palificazioni pure non viene sempre ritenuto come organo indispensabile per la protezione delle linee.

Specialmente sulle ultime linee a 220.000 volt il conduttore di terra è abolito.

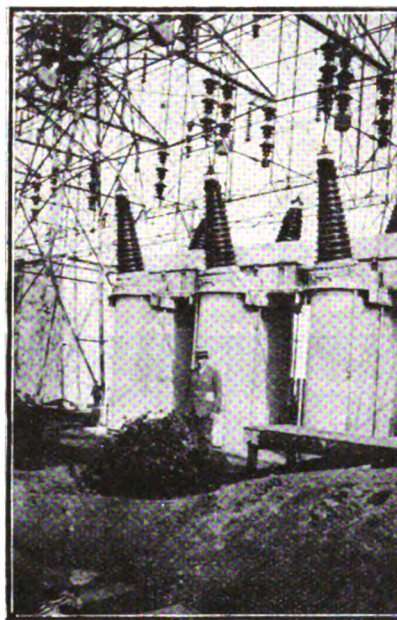


Fig. 4. — Interruttori 220 kV, impianto Great Western Power Co. Wilson Station - Merced - California.

10. — Per vieppiù garantire il buon funzionamento degli isolatori, le catene di isolatori sospesi sono munite quasi ovunque di anelli di protezione, e generalmente l'anello trovasi alla sola parte inferiore della catena mentre alla testa non sono usati nemmeno i corni. (fig. 6-7).

Questa pratica è avvalorata dal fatto che, per effetto della miglior distribuzione di potenziale lungo le catene ed intorno al conduttore, gli archi scattano più volentieri dall'anello al traliccio del palo, oppure alla mensola, piuttosto che al gancio di sospensione della catena.

In tal modo gli elementi superiori della catena sono ugualmente salvaguardati dall'azione calorifica dell'arco, e l'adozione dell'anello alla parte superiore si ritiene superflua, e in molti casi dannosa, perchè diminuisce di troppo il valore della tensione di rottura d'arco della catena.

Abbiamo notato il nuovo anello brevetto Koontz installato nella nuovissima linea della Great Western Electric Co. a 220.000 volt che porta l'energia del Pitt River alla recente e modernissima sottostazione di trasformazione Wilson presso Merced.

Questo anello è pieno nella parte interna di modo che la sua azione è piuttosto quella di un disco che ha effetto di aumento di capacità per il primo elemento. Nello stesso tempo è di larghezza sufficiente perchè l'eventuale arco scocchi fuori dell'ultimo elemento, senza diminuire il valore della tensione critica di rottura d'arco.



Questo disco ha anche considerevole importanza per il miglioramento della ripartizione del potenziale lungo la catena di 14 elementi.

Queste ed altre disposizioni intese a migliorare, anzi a prevenire gli inconvenienti dei « Flash-over » sono comunemente adottate su tutte le linee di grande trasporto e bisogna riconoscere che i disturbi di linea sono effettivamente ridotti al minimo praticamente ottenibile. Ricorderemo in modo particolare i « controls » del Dott. Austin della Ohio Brass Co. che sono formati da corna collegate al conduttore, alla testa delle quali è incappucciato un isolatore tipo a perno. Questa disposizione ha dato buoni risultati, diminuendo all'estremità del corno l'effetto di effluvio, e la conseguente facilità d'adesamento dell'arco, pur essendo atta ugualmente a proteggere le catene dagli eventuali archi al traliccio.

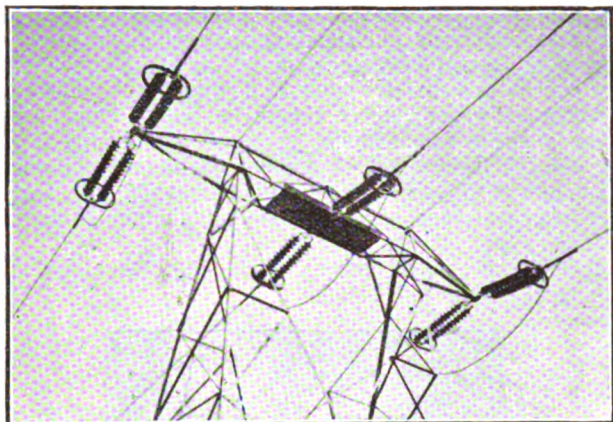


Fig. 5. — Linea Bigg Creek 220 kV.

11. — Come sintesi dobbiamo riconoscere che negli impianti americani ogni tentativo ed ogni innovazione è seguita con cura ed interesse e viene sperimentato volentieri qualsiasi sistema che tenda a migliorare l'esercizio, eliminando le cause di disturbi.



Fig. 6. — Palo della nuova linea dell'impianto Bigg Creek 220 kV.

Lo affermano gli stessi tecnici americani che inevitabili inconvenienti ci sono stati, ci sono e ci saranno sempre, alcuni di questi rimediabili, altri irrimediabili, ma è certo che ogni sforzo è diretto se non ad eliminare le cause, almeno ad alleviarne le conseguenze.

E si è così che dalle cause più complicate e più imprevedute e nuove alle più banali, dai fenomeni di rottura di conduttori per risonanti vibrazioni meccaniche alle gravi conseguenze per le continue interruzioni prodotte dagli uccelli che si fermavano sui grandi pali dell'impianto del Bigg Creek, i tecnici americani hanno saputo con genialità e semplicità ovviare agli inconvenienti svariati che si sono presentati.

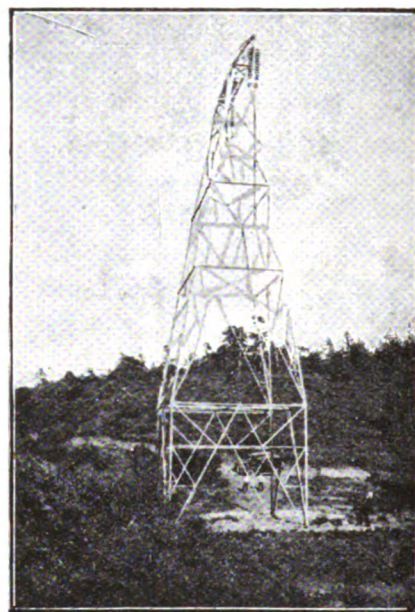
E' interessante ricordare che nelle grandi linee con lunghe campate di conduttori bimetallici, tra i punti di sospensione tra

palo e palo, si sono verificati dei particolari fenomeni vibratorii che hanno prodotti seri inconvenienti.

Precisamente nelle linee a 220.000 volt della Southern California Edison Company che trasportano l'energia degli impianti di Bigg Creek a Los Angeles si sono avuti effetti di rottura dei conduttori in alluminio-acciaio, per effetto di queste onde di vibrazione prodotte dal vento che investiva il conduttore con sforzi variabili a seconda della lunghezza della campata e del diametro del conduttore stesso.

Queste vibrazioni attentamente osservate hanno dimostrato che erano generate da colpi di vento trasversale alla linea stessa, mentre quando il vento era lungo la direzione della linea, queste vibrazioni erano quasi nulle.

Naturalmente col crescere della velocità del vento, cresceva l'ampiezza delle vibrazioni e si generavano così delle vere onde di vibrazione, che andavano a smorzarsi nei punti di ammaraggio o di sospensione. In altri casi, per effetto di correnti di aria, che investivano una parte sola di ampiezze campate attraversanti delle piccole valli, si formavano in determinate circostanze dei nodi e dei ventri di vibrazione la posizione dei quali lungo la linea poteva essere molto pericolosa.



Palo della nuova linea dell'impianto Bigg Creek 220 kV.

Precisamente in relazione al peso del conduttore ed alla sua tensione meccanica, nonché alla velocità del vento e all'angolo di incidenza di questo sul conduttore, ne veniva che alle volte si formavano onde di vibrazione con ventri corrispondenti ai punti di sospensione ed in questo caso, se l'ampiezza della vibrazione raggiungeva un determinato valore, avveniva la rottura dell'anima di acciaio e di conseguenza la rottura totale del conduttore.

Ciò constatato, si pensò di eliminare la condizione di risonanza dei conduttori nelle campate, aumentando in un punto qualunque artificialmente il peso del conduttore stesso con un leggero carico concentrato.

Le prime prove furono fatte con sacchetti di cotone dentro i quali si variava il numero di palline di piombo, e quindi il peso.

Si constatò che con tre sacchi di 4,5 kg a m 3,30 di distanza dall'isolatore si smorzava qualsiasi oscillazione, ma se si diminuiva il peso mantenendo il sacco nella stessa posizione, l'effetto utile scompariva del tutto.

Si constatò pure che si ottenevano i medesimi risultati con peso metà a metà distanza dal conduttore, cosicché per successive approssimazioni si poté stabilire un peso uniforme per tutte le campate normali da mettersi ad una distanza determinata dagli isolatori di sospensione, dato che per ogni campata le condizioni di equilibrio statico erano praticamente costanti.

Il peso stabilito fu di 2,5 kg ad una distanza di m 1,50 dall'attacco dell'isolatore e con questo artificio si eliminarono del tutto gli inconvenienti gravi di rotture dipendenti dalle vibrazioni longitudinali dei conduttori.

Gravi disturbi erano pure causati dai flash-over che si formavano sulle catene d'isolatori, perchè certi uccellacci avevano scelto con generale simpatia per la loro razza i pali della Bigg Creek Line per posarsi e compiere le loro abbondanti funzioni escrementali, il materiale delle quali, essendo di caratteristiche



a quanto pare, poco dielettriche adescava facilmente archi sulle catene con conseguente messa a terra della linea e interruzione di servizio degli impianti, e ciò naturalmente, ripetute volte in un giorno durante le ore preferite dagli egregi volatili.

Si ovviò a questo nuovo genere di inconveniente impedendo agli uccellacci di posarsi sui pali, munendo questi di punte e là dove era possibile riempiendo il traliccio con lamiera a guisa di protezione ombrellare alle sottostanti catene.

In casi più complessi e scientificamente più interessanti, gli ingegneri americani risolsero difficili problemi analizzando minutamente le curve delle forze elettro-motrici generate dalle macchine e deformate dai grandi circuiti di trasporto, per evitare così il generarsi ed il propagarsi di fenomeni transitori interni che ingigantendosi in causa della capacità considerevole del circuito per la vastità delle reti, producevano inconvenienti serissimi.

12. — Anche nel concetto della diuturna organizzazione del servizio hanno cercato di semplificare la funzione di chi dirige, per una necessità creata collo sviluppo delle grandi linee e nel contempo col generalizzarsi dell'utilizzazione delle energie elettriche disponibili nelle varie località più o meno lontane dai grandi centri di utilizzazione. E' indiscutibile difatti che sono venute a crearsi delle grandi complicazioni di servizio a causa delle molteplici sorgenti di energia che devono necessariamente convergere in uno o più punti che costituiscono nodi importantissimi, dai quali si diramano le linee di distribuzione propriamente dette. In questi nodi vengono installati dei particolari sistemi di regolazione della tensione e del carico. Ma tali sistemi, per quanto automatici e perfetti, devono avere come elemento superiore di comando la mente di un uomo il quale, col nome di « dispacciatore del carico » deve sovrintendere essenzialmente alla regolazione della produzione del carico in relazione al diagramma di utilizzazione, cercando di sfruttare nel miglior modo economicamente e praticamente possibile l'energia che trovasi disponibile nelle varie centrali idrauliche e termiche, avuto riguardo alle particolari caratteristiche di ogni singola centrale in relazione alla quantità di energia immagazzinata in serbatoi stagionali, settimanali o giornalieri.

La somma responsabilità di questo servizio non può essere disgiunta dall'altra funzione importantissima di far sì che il servizio distribuzione avvenga colla massima regolarità. Ed allora nasce spontanea la funzione del dispacciatore non solo per la regolazione e la distribuzione dell'energia durante l'andamento normale dell'esercizio, ma in modo particolare sommamente importante nei momenti di incidentali inconvenienti per potere con un concetto unico ed ordinato avviare alle conseguenze dei guasti, smistando l'energia da un circuito all'altro, sfruttando le eventuali riserve ed utilizzando le maglie della rete per sopperire alle interruzioni di centrali o di tratti di linea. La funzione complicatissima del dispacciatore non potrebbe praticamente attuarsi se davanti ai suoi occhi il dirigente non avesse un quadro schematico riproducente in modo completo e dettagliato tutto lo schema delle centrali e delle linee di trasporto e distribuzione con le indicazioni degli interruttori e coltelli sezionatori di ogni parte dell'impianto per potere con sicurezza e precisione dare gli ordini opportuni per gli smistamenti e commutazioni che si rendono necessarie nelle varie contingenze di servizio. Ausilio indispensabile e che può chiamarsi il vero sistema nervoso del complesso organismo, sistema nervoso che ha origine dal cervello dell'uomo, è il sistema telefonico che collega le centrali tutte, i punti di sezionamento presidiati e le grandi cabine di distribuzione, al dispacciatore.

Al dispacciatore vengono comunicati i carichi normali di ogni singola centrale a mezzo telefono ed il dispacciatore di quarto d'ora in quarto d'ora può, sommando le varie produzioni, redigere il diagramma totale di carico, nel mentre che dai nodi principali di distribuzione può avere l'indicazione del prelievo del carico sulle arterie principali. Colla conoscenza esatta dello stato della ripartizione del carico in ogni istante in ordine alla produzione e alla distribuzione, può avere preparato in mente sua il piano di sistemazione per qualsiasi inconveniente avesse da venire sull'una o sull'altra parte del complesso sistema di linee di trasporto e di distribuzione. Avvenuto un incidente a mezzo degli stessi servizi telefonici il dispacciatore rapidamente comunica quegli ordini che sono la naturale conseguenza del predisposto per ogni evenienza ed in tal modo dal dispacciatore e solamente dal dispacciatore ogni singola parte dell'impianto riceve ordini, ubbidendo ai quali non solo si ottiene la massima e migliore utilizzazione di ogni singola centrale, ma con razionali e pronte manovre si rendono minime le durate delle sospensioni di corrente per quegli incidenti che purtroppo non è, e non sarà mai possibile forse di

evitare in grandiosi impianti che si estendono a centinaia di chilometri.

Con tanti e tali perfezionamenti e adattamenti i servizi elettrici hanno assunto non solamente una importanza considerevole e di conseguenza uno sviluppo ammirevole, ma ciò che più conta, hanno raggiunto una perfezione di funzionamento che è doveroso da parte nostra riconoscere. Nulla infatti è stato trascurato per migliorare e perfezionare.

Nel tratteggiare questa parte importantissima dello sviluppo e del perfezionamento dei grandi impianti elettrici ci dimenticavamo di dire una cosa che ha molta importanza e che risponde certo ad una interrogazione giusta che ognuno farebbe... ma... quanto e come spendono?

Senza entrare in dettagli di esame possiamo facilmente riassumere le nostre impressioni al riguardo rispondendo con una frase molto semplice: « non badano a spese »... e questa condizione di cose praticamente assai favorevole, possiamo dirlo fra di noi, è un coefficiente semplificativo che ha una grande importanza ed evidentemente anche un risultato sicuro... e noi possiamo dire che lo abbiamo precisamente constatato.

Torino, agosto 1926.

## □ LA MISURA DELLA VELOCITÀ DELL'ACQUA ALLA PARETE DELLE CONDUTTURE □ □ □ □ □ □ □

B. DEL NUNZIO

### 1. - Introduzione.

Uno dei problemi della idrodinamica non ancora risolti in maniera definitiva è la conoscenza qualitativa e quantitativa della velocità di un liquido alla parete dei condotti, dentro cui esso sia in movimento. Il desiderio della sua risoluzione ha messo a dura prova l'abilità di provetti sperimentatori, che pur di arrivare alla conclusione hanno impiegati apparecchi sensibilissimi, di costruzione finemente accurata ed una organizzazione di ricerche veramente considerevole. In Inghilterra specialmente, dove Reynolds istituì le prime esperienze, i tentativi non sono stati mai interrotti, e non è difficile rintracciare nelle riviste scientifiche i segni di questa lunga e laboriosa attività, la quale è stata intensificata in questi ultimissimi anni specialmente ad opera del National Physical Laboratory.

Da queste ricerche si sono ottenuti risultati considerevoli, i quali oramai permettono la conoscenza sicura della distribuzione delle velocità nella massa di un fluido in moto per ogni condizione particolare della velocità media del flusso, della natura del fluido, e delle caratteristiche fisiche della superficie interna del condotto. Le misure sono state spinte fino alla distanza di qualche centesimo di millimetro dalla parete, e sono state eseguite servendosi di particolari tubi di Pitot, modificati in maniera da formare speciali imboccature sporgenti dalla superficie interna della condotta, e di cui una parete era costituita dalla superficie stessa della condotta mentre l'altra era mobile secondo un diametro a mezzo di una opportuna vite micrometrica esterna al condotto.

Tuttavia la parete non è stata mai raggiunta ed il metodo di misura impiegato lascia il dubbio che la interruzione del flusso nella vicinanza immediata della parete abbia potuto modificare i caratteri del movimento, proprio nel punto sottoposto ad esame.

La possibilità di trovare un metodo di misura che permetta la indagine diretta della velocità alla parete nei suoi caratteri qualitativi e quantitativi fu il principale scopo delle esperienze, di cui rendo conto in questa nota. All'interesse sperimentale della soluzione sovrasta di gran lunga quello teorico, giacché la sua conoscenza faciliterebbe lo studio delle leggi generali del moto dei mezzi continui, le quali sono ancora incerte ed oscure come la maggior parte delle manifestazioni del moto suddetto anche nelle condizioni comuni.

### 2. - Metodo di misura.

La quantità di calore, che perde un corpo quando è immerso in un fluido in moto, dipende direttamente dalla differenza di temperatura fra la sua superficie e quella ambiente e dalla radice quadrata della velocità, di cui è animato il fluido.

In una precedente pubblicazione ho potuto verificare che la variazione di resistenza elettrica prodotta in un filo conduttore, riscaldato da una corrente elettrica, dalla diversa quantità di calore, che esso perde quando è circondato da un liquido in moto a velocità variabile, può costituire un utile mezzo di misura della velocità dei fletti liquidi. Speciali precauzioni vanno prese nella scelta del filo e sul valore della intensità della corrente; ma una volta soddisfatte queste condizioni, la misura è spedita e di sicuro risultato.

Se allora il filo esploratore si porta in punti diversi di una massa liquida in moto, è possibile, misurando la sua resistenza e previa taratura, conoscere il valore della velocità vera della vena liquida.

In queste ricerche io ho cercato di adoperare sempre il platino per le ragioni esposte al par. 3 della precedente pubblicazione; in alcune però ho dovuto far ricorso al nichel, dato il costo elevato del platino e la quantità non piccola, che ne occorreva.

La resistenza del filo esploratore era misurata con un ponte a filo, di cui il lato di confronto era costituito da un reostato e da un filo di costantana teso dentro un tubo di vetro. Questo era tenuto in posizione verticale e comunicava a mezzo di un lungo tubo di gomma con una vaschetta anch'essa di vetro, la quale poteva essere portata ad altezze diverse facendola scorrere tra due guide di legno. Facendo il contatto elettrico tra l'estremità superiore della costantana da una parte ed il mercurio dall'altra si poteva variare la resistenza di confronto e riportare a zero il galvanometro mediante spostamenti verticali della vaschetta di vetro.

Questo tipo di resistenza a filo offriva il vantaggio, quando la sua sezione era convenientemente scelta, di permettere forti spostamenti lungo la sua lunghezza per equilibrare il ponte, pur essendo piccola la variazione di resistenza che si aveva nel filo. Quindi minore incertezza nelle letture ed assoluta sicurezza nei contatti mobili.

Allo scopo di eliminare ogni influenza della temperatura ambiente si assumeva come indice della misura della velocità il rapporto:

$$\gamma = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_1 - \rho_0}$$

essendo:

1)  $\rho_0$  la resistività del filo esploratore alla temperatura ambiente ad ogni determinata velocità dell'acqua. Questo valore si otteneva inviando nel ponte la corrente di una pila.

2)  $\rho$  la resistività inviando nel filo la corrente riscaldante, mentre l'acqua aveva la medesima velocità di prima.

3)  $\rho_1$  la resistività con corrente riscaldante ed acqua in quiete.

Il filo di costantana era scelto sufficientemente lungo in modo da permettere da solo l'equilibrio del ponte per qualunque valore compreso fra zero ed il massimo della variazione di resistenza del filo esploratore. Il rapporto precedente risultava così:

$$\gamma = \frac{l - l_0}{l_1 - l_0}$$

ed era sufficiente per il calcolo di  $\gamma$  la semplice lettura della lunghezza della parte di filo inserita nel ponte; ciò rendeva più spedita la misura e meno laborioso il calcolo. Evidentemente era necessario che il filo fosse calibro.

### 3. - Apparecchi.

**Tubi sperimentali.** — La fig. 1 mostra la costruzione adottata per spostare dall'esterno di ogni tubo il filo esploratore, che era teso internamente in direzione parallela ai fletti liquidi. La rotazione della testa A della vite micrometrica permetteva di far eseguire spostamenti piccolissimi al filo; l'accurata costruzione delle parti filettate dava affidamento che le due estremità del filo esploratore fossero ad uguale distanza dalla parete in ogni particolare situazione.

Per l'indagine e la misura della velocità alla parete impiegai due artifizi: per i tubi di vetro feci depositare sulla parete interna e per un buon tratto della esterna un sottile strato di nichel mediante elettrolisi. Ottenuto un deposito ben aderente al vetro se ne graffiava tanto che restasse una striscia di nichel larga un centimetro e con i bordi paralleli alle generatrici del tubo. Questo artifizio fu impiegato solo nelle esperienze preliminari e se ne ottenne solo risultati qualitativi, giacché non era possibile conoscere con sufficiente esattezza la sezione dello strato di nichel. I migliori risultati quantitativi si ebbero invece dai tubi in ebanite,

In un cilindro di ebanite facevo incastrare una striscia di nichel; quindi si torniva il cilindro in modo da ricavarne un tubo di diametro tale che alla superficie interna affiorasse il nichel. In tal modo tutta la parete del tubo non presentava soluzione di continuità fra la superficie metallica e quella di ebanite e nessun disturbo ne proveniva perciò allo strato di acqua aderente ad essa. La resistenza elettrica di tale striscia si misurava con il ponte doppio di Thompson. Eseguite poi le misure si estraeva la striscia dal suo alveolo e dalle misure di volume, per immersione in un liquido, e di lunghezza si calcolava la sezione media.

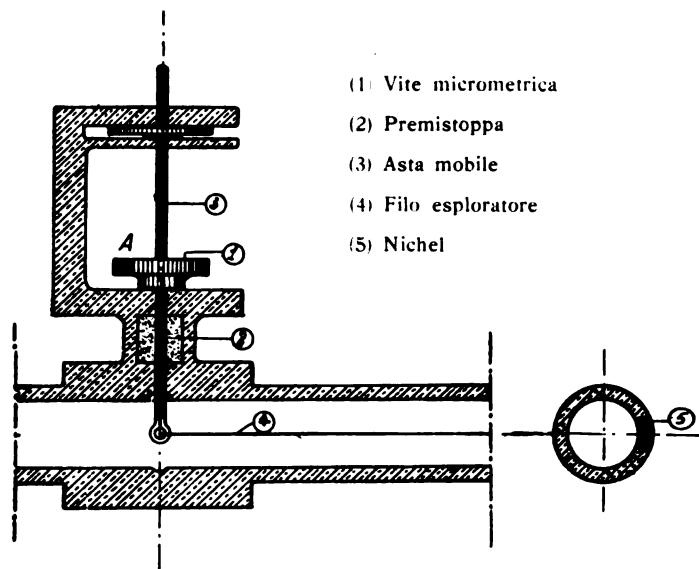


Fig. 1.

In questi tubi di ebanite i fili esploratori erano anch'essi di nichel: il loro diametro non superava mai 5 centesimi di millimetro e la loro lunghezza era di cm. 40; quindi oltre 8000 diametri.

**b) Alimentazione delle condotte sperimentali.** — Per l'alimentazione delle condotte sperimentali mi servì utilmente l'impianto del laboratorio di Idraulica Generale della nostra Scuola.

Tale impianto è stato descritto <sup>(1)</sup>, ed io ho potuto notare durante le numerose serie di prove, che eseguii, che il carico da esso fornito era assolutamente costante, tale perciò da non disturbare menomamente il regolare svolgimento del fenomeno termico.

**c) Misure delle velocità medie.** — Al fine di cambiare le condizioni particolari del moto io ho eseguito misure:

1) in un canale scoperto, in legno, lungo m 6 circa ed avente la sezione di cm 40 x 50.

2) in tubi di vetro cilindrici a sezione circolare;

3) in tubi di ebanite anche essi cilindrici a sezione circolare ed ho impiegato sempre l'acqua dell'acquedotto di Padova.

I tubi sottoposti a prova erano disposti orizzontalmente sopra banchi appositamente adattati e comunicavano con la vasca di carico a mezzo di grossi tubi di gomma. Il carico risultava di poco inferiore a quattro metri.

In ciascun tubo la portata poteva essere regolata manovrando un rubinetto a valle, e la sua misura si aveva dal volume di acqua raccolto in un apposito recipiente durante un determinato tempo misurato con un contasecondi. Dal valore della portata, nota la sezione, si calcolava poi la velocità media.

### 4. - Taratura dei fili esploratori.

I risultati delle esperienze preliminari hanno mostrato che la variazione della resistenza elettrica di un filo caldo, considerata come effetto delle diverse quantità di calore che gli sottrae il fluido in moto, dipende non solo dalla velocità di traslazione del fluido ma anche dalle particolari caratteristiche dinamiche del moto. Più precisamente si è visto che in regime laminare il potere raffreddante del fluido è inferiore a quello che esso ha in regime turbolento e non si erra affermando che in questo stesso regime il potere raffreddante assume valori

<sup>(1)</sup> E. SCIMENI. — Annali della R. Scuola d'Ingegneria di Padova, anno 1925.

diversi a seconda del carattere qualitativo e quantitativo dei vortici.

Queste considerazioni impongono delle restrizioni al metodo di misura ed indicano che non è lecito procedere alla misura della velocità servendosi dei valori forniti da tarature, le quali possono essere state eseguite in condizioni molto diverse di regime dinamico. In conclusione si impone la necessità di compiere la taratura del filo esploratore volta a volta che si misura la velocità della vena in ogni determinata massa del liquido in moto e di verificarne i risultati ad intervalli piccoli di tempo.

### 5. - Risultati delle esperienze.

Per evidenti ragioni di spazio non riproduco i dati della osservazione diretta: cioè la misura della portata e delle resistenze particolari dei fili esploratori, misurate volta a volta. Sono varie centinaia di numeri che ho dovuto registrare. Così pure non rendo noti i risultati preliminari nè quelli relativi ai molti tipi di tubi impiegati: diversi per natura e per dimensioni.

1) *Prove nel canale scoperto di legno.* — Il filo esploratore era montato sopra un supporto metallico, il quale permetteva spostamenti verticali ed orizzontali senza peraltro che mutasse la direzione del filo durante il movimento. Era possibile perciò esplorare la distribuzione delle velocità in tutta la sezione del canale.

Prima di ogni serie di misure si procedeva alla taratura del filo esploratore, la quale consisteva, come si è detto, nel rilevare mediante il ponte di Wheatstone il valore della resistenza del platino in corrispondenza ad ogni valore della velocità dell'acqua. Tale taratura si faceva immergendo il filo in prova a profondità di un centimetro nell'acqua del canale e misurando la velocità del sottile strato liquido con il metodo del galleggiante. Variando per piccoli gradi la velocità media nel canale e spostando in senso orizzontale dall'asse alla parete il filo esploratore si poteva ottenere un numero sufficiente di valori diversi delle velocità assolute. Immediatamente dopo ogni taratura si eseguiva la esplorazione nella sezione del canale: ciò allo scopo di ottenere risultati di misure eseguite nelle identiche condizioni del regime intimo del deflusso.



Fig. 2.

La fig. 2 mostra la ripartizione delle velocità secondo la verticale in una sezione del canale distante due metri dallo sbocco dell'acqua per valori diversi della portata; la fig. 3 invece mostra le curve di uguale velocità nel medesimo canale.

Le condizioni tuttora provvisorie dell'impianto, specialmente per quanto riguarda l'alimentazione del canale, mi hanno permesso di lavorare in queste prove soltanto a piccole velocità e di non raggiungere mai la parete.

2) *Prove nei tubi cilindrici.* — Il meccanismo intimo, con cui avviene il moto della massa liquida, ha influenza predominante sopra tutti gli altri fattori per quanto riguarda la distribuzione della velocità lungo il diametro di una condotta a sezione circolare.

Nel moto laminare la teoria fa l'ipotesi che la velocità alla superficie interna dei condotti sia nulla e ne deduce che la distribuzione assiale della velocità sia parabolica: che cioè il solido di portata sia rappresentato da una calotta di paraboloide di rotazione avente per asse l'asse del tubo. La velocità

massima dovrebbe essere uguale al doppio della velocità media e la distribuzione della velocità attraverso qualunque diametro dovrebbe corrispondere alla formula:

$$V = V_a \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)$$

essendo  $V_a$  la velocità all'asse della condotta ed  $R$  il raggio della condotta stessa. Al fine di assicurarmi che il regime del moto fosse laminare in tutti i punti della sezione del tubo io

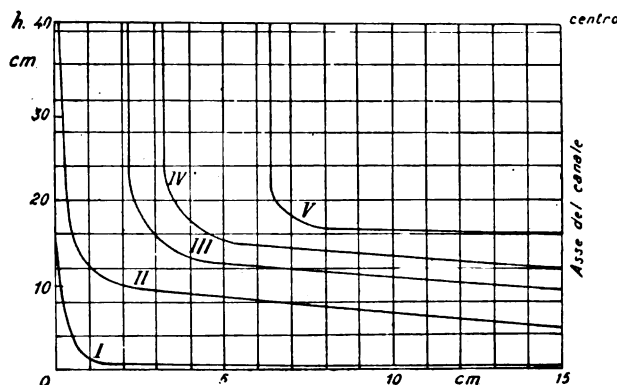


Fig. 3.

Canale scoperto - Curve di eguale velocità

I)  $v = 2$  cm/sec - II)  $v = 3,5$  cm/sec - III)  $v = 5,2$  cm/sec  
IV)  $v = 7,5$  cm/sec - V)  $v = 9,6$  cm/sec

mantenevo la velocità media dell'acqua sempre inferiore alla metà di quella critica media, che calcolavo con la formula empirica:

$$V_c = \frac{36}{1 + 0.022 t + 0.000334 t^2} \frac{1}{D}$$

Così facendo anche la velocità massima che si aveva lungo l'asse del tubo non superava certamente il suo valore critico. La taratura dei fili per queste basse velocità fu fatta con l'apparecchio di rotazione già descritto nel precedente lavoro; e le curve della fig. 4 danno la variazione del rapporto  $\gamma$  per differenti valori della corrente riscaldante.

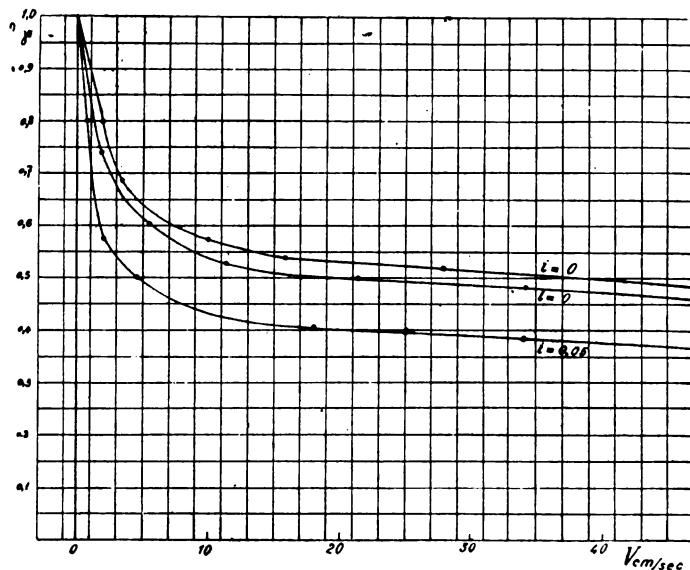


Fig. 4.

Io ho potuto ottenere un confronto soddisfacente fra le velocità osservate e quelle teoriche fino ad una distanza di mm 0,5 dalla parete dei tubi di vetro adoperati; ma come risulta dai diagrammi della fig. 5 la distribuzione teorica non è quella che realmente esiste. Anzitutto le molte misurazioni eseguite non hanno indicato mai la esistenza, nelle immediate vicinanze della superficie interna di questi tubi, di velocità corrispondenti alla distribuzione parabolica ed in secondo luogo la velocità massima, che consiste lungo l'asse dei tubi è costantemente superiore al doppio di quella media. Tuttavia gli scarti non sono forti e sono invece molto inferiori a quelli, che hanno trovato altri sperimentatori, i quali impiegavano il tubo di Pitot per la misura della velocità. La tabella I dà i valori del

rapporto  $\frac{V_{mass}}{V_m}$  per le curve della fig. 5 e gli scarti dei valori osservati da quelli teorici.

TABELLA I.

	Curve	$V_{mass}$	$V_m$	$\frac{V_{mass}}{V_m}$
Regime laminare	I	3.5	1.425	2.45
	II	6.0	2.52	2.38
	III	9.0	3.7	2.43
	IV	12.0	5.4	2.22

Nella parte superiore della stessa fig. 5 sono segnati i diagrammi delle velocità medie e di quelle vere in corrispondenza a varie posizioni del filo esploratore; si può verificare la nota legge di semplice proporzionalità fra le une e le altre con forte pendenza delle rette rappresentative; ciò che è caratteristico del regime laminare.

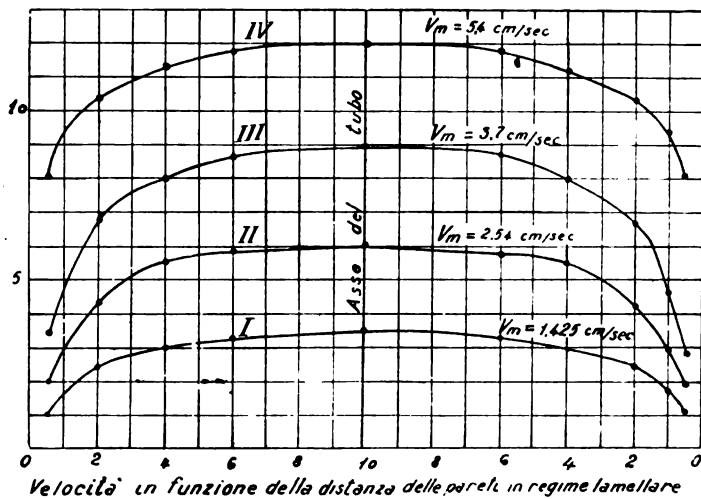
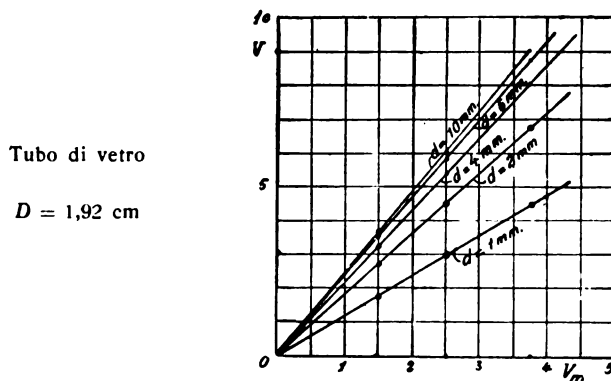


Fig. 5.

Altrettanto interessanti quanto le precedenti, sono le curve della fig. 6, dalle quali si può dedurre che il carattere laminare del moto si conserva costante in tutta la sezione del tubo, come era da aspettarsi. Quelle di sinistra indicano le deviazioni al galvanometro, che si ottennero, dopoché il ponte di Wheatstone era stato equilibrato a filo caldo ed a liquido fermo, avviando la velocità media per ogni posizione del filo esploratore; quelle di destra mostrano le deviazioni al galvanometro quando invece si manteneva costante la  $V_m$  e si spostava il filo caldo in senso radiale.

Un più minuto esame della regione vicino alla parete non si poteva fare con i mezzi descritti per i tubi di vetro. Nella successiva serie di osservazioni eseguite nei tubi di ebanite si cercò di migliorare il dispositivo di misura, limitando ad un millimetro lo spostamento massimo del filo esploratore dalla parete, ed avendo modo perciò di curare meglio la costruzione delle due viti micrometriche esterne, destinate alla graduazione della posizione del filo per evitare eventuali incurvamenti. Inoltre per l'esplorazione del movimento del liquido alla parete serviva la striscia di nichel incastrata nel tubo.

I risultati quantitativi, calcolati dalle misure di resistività, sono rappresentati nella fig. 4 e rafforzano considerevolmente la opinione dell'esistenza alla parete di uno strato fluido di mi-

nimo spessore, che è in movimento laminare. Infatti le pendenze delle curve sono grandi e si approssimano abbastanza da vicino ai valori, che esisterebbero nel regime laminare.

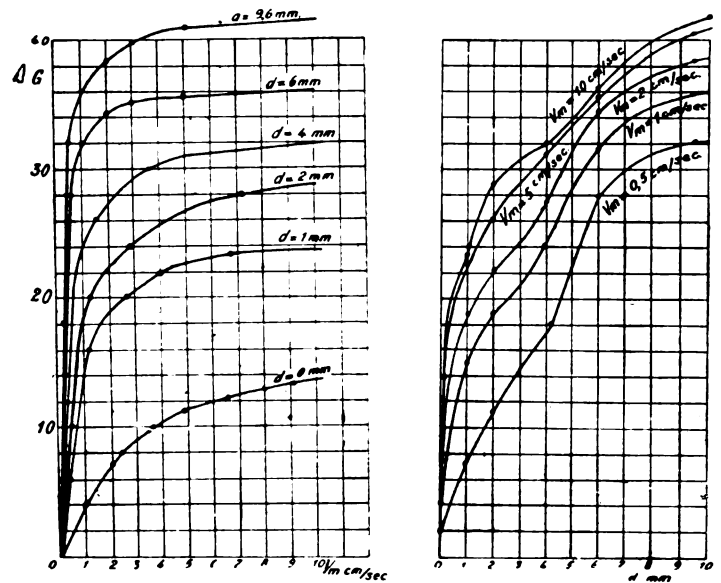


Fig. 6.

Nel moto turbolento la rapida mescolanza dell'acqua altera il meccanismo del moto e dà alla distribuzione radiale della velocità una forma difficilmente prevedibile. Mi sembra superfluo ricordare qui tutti i tentativi fatti per trovare una giustificazione alle leggi empiriche ed alle misure che si sono fatte sul regime

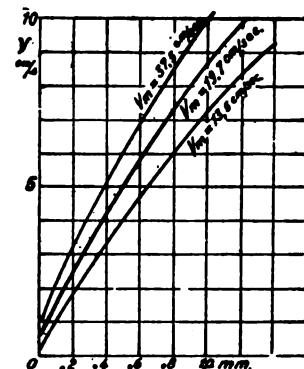


Fig. 7.

turbolento, numerosissime e varie per metodi e per criteri. La velocità di agitazione, che anima le particelle liquide oltre alla velocità generale di trasporto dipende per troppa parte dalla natura del liquido, dalla sua temperatura e dalle condizioni fisiche della superficie interna della conduttura.

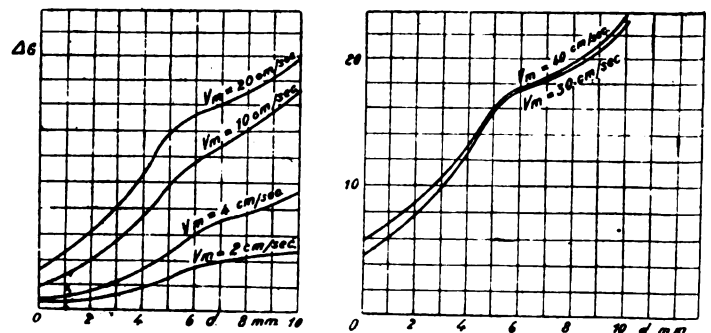


Fig. 8.

Per tutte queste ragioni e per il fatto che come ho già detto al paragrafo 4 la taratura dei fili esploratori si sarebbe dovuta eseguire in condizioni dinamiche del liquido identiche a quelle che esso aveva durante la misura della velocità, a me sembrano più interessanti in questo regime le osservazioni qualitative, dirette allo scopo di rivelare se alla parete il regime si mantiene turbolento oppure se cambia la sua natura. Pur non potendo essere completamente tranquillo, in ordine a tale questione, sulla bontà dei risultati ottenuti sul tubo di vetro, giac-



chè in esso il filo esploratore non si poteva avvicinare alla parete a distanza inferiore a mm 0,5, pure l'andamento delle curve tracciate nella fig. 8 portando come ordinate le deviazioni al galvanometro e per ascisse le velocità medie danno una indicazione sufficiente per affermare che almeno fino a quella distanza il regime del liquido conserva i caratteri del moto turbolento. Infatti nel regime laminare la pendenza delle curve è tale che tutte le rette che si riferiscono alle diverse posizioni del filo caldo escono dall'origine; in regime turbolento invece essa cambia bruscamente dando una diversa direzione ai diagrammi e facendole tendere ad assumere un andamento pressochè parallelo tra loro e parallelo all'asse delle ascisse.

A rafforzare questa opinione sono utili i risultati delle osservazioni fatte con gli strati di nichel depositati sopra la parete interna dei tubi. Mantenendo l'acqua in regime turbolento in tutta la sezione della condotta e facendo variare dentro larghi limiti la corrente elettrica riscaldante si potevano creare, volutamente, moti vorticosi locali dovuti all'agitazione termica: ad ogni valore della corrente elettrica e quindi ad ogni valore della temperatura dello strato liquido immediatamente aderente alla superficie calda corrispondeva un particolare andamento

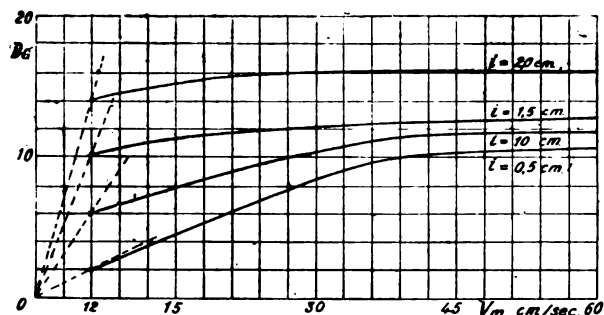


Fig. 9.

delle curve rilevate al galvanometro, fig. 9. Più precisamente, quanto più piccolo era il valore della corrente riscaldante tanto più le curve tendevano ad una pendenza definita, che era quasi identica a quella che esiste in uno strato di fluido in movimento laminare.

Nei tubi di ebanite fu fatta una serie di osservazioni simili a quelle descritte per i tubi di vetro; per mezzo di esse la natura del flusso nella regione immediatamente vicina alla parete è rivelata in maniera molto più sicura. I risultati finali

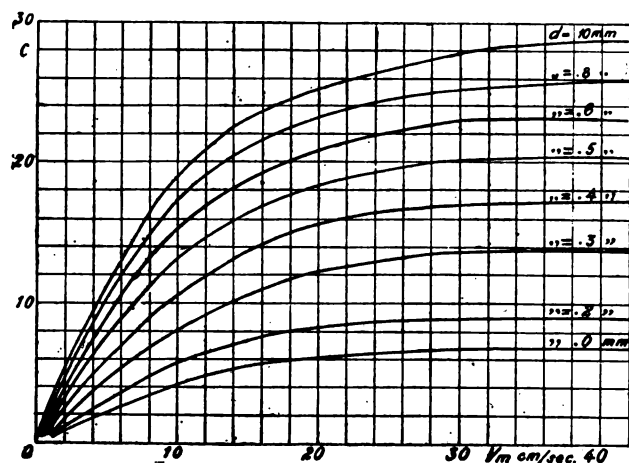


Fig. 10.

sono disegnati nella fig. 10, le cui curve indicano le deviazioni al galvanometro in funzione delle velocità medie inferiori e superiori alla media critica, la quale per il tubo di un centimetro di diametro aveva il valore di circa 20 centimetri al secondo. Il primo esame di queste curve è sufficiente a spiegare la natura laminare del flusso nella regione esplorata, giacchè per quanto si elevi la velocità media ad oltre il doppio del suo valore critico, nessuna discontinuità appare nell'andamento delle curve. Una conferma non dubbia poi di tale interpretazione si ha dal fatto che con l'avvicinarsi del filo caldo alla parete la proporzionalità diretta delle letture al galvanometro con le velocità medie si manifesta sempre più con l'appiattimento delle curve stesse e con la loro tendenza a confondersi con la linea retta.

## 6. - Conclusioni.

Quando il movimento del liquido è in regime laminare si ammette generalmente, in base a deduzioni teoriche ed extrapolando i risultati delle ricerche sperimentali fatte finora, che lo strato a contatto con la superficie sia fermo relativamente ad esso; mentre in regime turbolento si ammette che in vicinanza delle pareti possa esistere un sottile strato in cui il flusso è a caratteri laminari.

L'intera serie di esperimenti qui descritti conduce ad affermare che:

- 1) è eliminata l'impossibilità materiale di eseguire misure di velocità alla parete delle condutture percorse dai fluidi;
- 2) sono confermati i caratteri qualitativi e quantitativi, che l'indagine teorica e sperimentale hanno già attribuito al movimento dei liquidi nelle immediate vicinanze della parete;
- 3) per quanto riguarda invece il valore della velocità alla parete dalle mie esperienze sembrerebbe che l'esistenza di uno scivolamento alla parete non sia del tutto negativa. Tuttavia i risultati non sono decisivi: il metodo di misura così com'è impiegato lascia il dubbio che le deviazioni, che si sono avute al galvanometro dopochè il ponte era stato equilibrato con fluido in riposo, possono essere l'effetto del raffreddamento operato sulle striscie di nichel dal calore sottratto a loro da parte delle vene liquide scorrenti sullo strato che si trovava in immediato contatto con la superficie interna del condotto. Questo strato infatti operava la conduzione del calore attraverso il suo sottilissimo spessore anche se eventualmente fosse stato in quiete.

Per chiarire definitivamente la questione dello strato alla parete il metodo di misura va dunque impiegato con procedimento diverso da quello esposto in questa nota; cioè con artifici, forse più complessi, che eliminino l'accennata causa di errore sicuramente esistente. Attualmente sono già in corso altre esperienze, in cui si impiega un procedimento di misura atto a questo scopo.

Padova - R. Istituto di Fisica applicata  
e di Elettrotecnica

## □ PER LA ILLUMINAZIONE RAZIONALE DEGLI AMBIENTI IN CUI VIVIAMO <sup>(1)</sup> □

E' stato più volte rilevato quanto scarse siano le cure che d'ordinario si dedicano, nel nostro paese, alla illuminazione artificiale dei locali di soggiorno e di lavoro, mentre cure adeguate vengono giustamente rivolte alla maggior parte degli altri fattori del benessere individuale e sociale. Eppure, non è da dimostrare quale grande parte, di importanza crescente, della attività umana si svolga oggi alla luce artificiale; nè quale reale vantaggio costituisca il lavorare ad una luce adeguata, nei riguardi della:

- 1) buona conservazione della vista;
- 2) qualità e quantità del lavoro fatto;
- 3) minore frequenza e gravità degli infortuni.

Le statistiche dimostrano in modo sicuro che la buona ed abbondante illuminazione aumenta (a parità di altre condizioni) la quantità e migliora la qualità del lavoro in una cerchia di casi assai più vasta di quanto non si crederebbe; che, infine, la frequenza e la gravità degli infortuni (negli ambienti ove essi sono da temere) cresce con rapidità impressionante man mano che peggiora la illuminazione. Una indagine fatta sugli infortuni stradali in alcune grandi città americane, che pure sono (in generale) bene illuminate, ha permesso di concludere che in più di un sesto dei casi la deficiente illuminazione è stata, con ogni probabilità, la causa unica o decisiva dell'incidente.

(1) Il «Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento» ha pubblicato e sta diffondendo un opuscolo che, sotto questo titolo, si propone di divulgare in forma elementare le principali nozioni riguardanti la buona illuminazione; opuscolo redatto dal Prof. U. BORDONI (vedi questo Giornale, quest'anno, pag. 587-588). Riteneremo far cosa grata ai lettori riassumendo le parti principali dell'opuscolo; coloro che se ne interessassero, potranno averne copia gratuitamente rivolgendosi alle maggiori Società distributrici di energia elettrica, molte delle quali stanno efficacemente aiutando il Comitato in questa utilissima opera di diffusione, oppure al Comitato stesso (Roma, via Poli, 14).

Ma illuminare bene non significa solo luce in quantità sufficiente; significa, soprattutto, lampade razionali e situate in posizione conveniente. Vi è tutta una complessa tecnica, la quale è anche un po' arte della illuminazione, che si è andata sviluppando in questi ultimi decenni e che ha il suo saldo e naturale fondamento nelle ricerche, di natura fisica e fisiologica, sulle proprietà dell'occhio e sopra le constatazioni sperimentali e statistiche relative alla influenza della illuminazione sopra i difetti dell'occhio, sulla produttività e sulla frequenza degli infortuni.

#### Proprietà dell'occhio.

Alcune proprietà dell'occhio devono essere tenute presenti per ben comprendere i problemi inerenti ad una buona illuminazione.

Di grande importanza, e relativamente poco osservata, è la estrema capacità di adattamento dell'occhio agli ambienti più diversi.

Ma l'osservazione rivela che la visione richiede uno sforzo speciale, e dà luogo ad un affaticamento maggiore, quando gli oggetti circostanti mandino troppa luce o troppo poca luce.

Se davanti all'occhio, abituato ad una relativa oscurità, si colloca d'improvviso un oggetto più luminoso del fondo sul quale viene a trovarsi, la sensazione dell'occhio nei primissimi istanti è relativamente assai viva; ma tutto avviene come se la retina dell'occhio cominciasse subito a stancarsi: ch'è diminuisce rapidamente la intensità della sensazione, tendendo ad un certo valore che raggiunge prestissimo (dopo pochi centesimi di secondo) e che poi mantiene.

Se l'oggetto luminoso scompare bruscamente dal campo della visione, è facile constatare che la sua immagine non scompare immediatamente, ch'è noi continuiamo a vedere l'oggetto (sempre meno luminoso) anche qualche tempo dopo: è il noto fenomeno della persistenza delle immagini.

S'è detto che tutto avviene come se la retina accusasse prestissimo una specie di stanchezza che ne diminuisce la sensibilità (cioè, che diminuisce la intensità della sensazione) nei primi istanti della visione; ma bisogna aggiungere che, il tempo che le occorre per ritornare alla sensibilità primitiva è sempre assai lungo: le misure (precise quanto lo consente la natura di questi fatti) hanno dimostrato che se l'oggetto guardato era molto luminoso, può non bastare un quarto d'ora affinché la sensibilità dell'occhio sia tornata sufficientemente vicina al valore primitivo!

Questi fenomeni danno la spiegazione ovvia (ed anche la misura) di taluni fatti di osservazione comune: entrando, ad es., di sera in un determinato negozio, la impressione di luminosità che l'occhio prova è diversa a seconda che la strada da cui la persona proviene sia poco o molto illuminata: in questo secondo caso, essendo minore la sensibilità dell'occhio, il negozio sembrerà meno illuminato che nel primo caso. Più importanti ancora sono i fatti che derivano da abbagliamento vero e proprio, e che si verificano quando l'occhio deve contemporaneamente guardare oggetti molto diversamente luminosi: per es., un oggetto insieme alla lampada che lo illumina; tanto importanti, anzi, che sopra di essi si tornerà in seguito.

Si può oggi affermare nettamente che la visione si compie nelle migliori condizioni quando la illuminazione alla quale sono sottoposti gli oggetti guardati sia compresa, per la intensità ed il colore, entro certi limiti, non troppo lontani, che corrispondono sensibilmente alla illuminazione che si ha mediamente di giorno, al riparo dalla luce solare diretta.

Ma, quale che sia la illuminazione media degli oggetti, la visione riesce sempre difettosa quando vi siano eccessive differenze di luminosità fra gli oggetti stessi.

E, finalmente, la visione comoda della forma e posizione degli oggetti richiede non solo una illuminazione adeguata, ma altresì un giuoco sufficiente di ombre; cosa che può ottenersi soltanto quando vi sia un giusto rapporto fra la luce che gli oggetti ricevono direttamente e la luce diffusa.

E' oggi possibile caso per caso, tenendo conto della natura degli ambienti e dando il giusto peso alla necessità di contenere in limiti ristretti la spesa per la illuminazione, di fissare in modo abbastanza concreto quali siano i valori desiderabili che deve avere l'illuminazione artificiale.

#### La fotometria.

E' opportuno richiamare brevemente anche alcune definizioni fondamentali di fotometria.

Come è noto, si dà il nome di « flusso luminoso » alla quantità di luce che una lampada emette in ogni minuto secondo. Il flusso luminoso si misura in lumen.

Si dà invece il nome di « intensità di illuminazione » di una superficie (o, più brevemente, « illuminazione » di una superficie), al numero di lumen che la superficie riceve per ogni suo metro quadrato. La unità di « illuminazione » si chiama « lux ».

Per avere una idea del valore che ha questa unità di illuminazione, il lux, basterà dire che (nei nostri climi e nelle stanze munite di ampie finestre) sul piano di un tavolo prossimo alla finestra si possono avere, con tempo sereno e verso la metà della giornata, illuminazioni prossime ad un migliaio di lux; che per leggere senza grande fatica dei caratteri tipografici non troppo minuti occorre una illuminazione di almeno quindici o venti lux; che, infine, la illuminazione che è capace di produrre di notte la luna piena (allorchè è alta sull'orizzonte) sulla superficie del suolo è dell'ordine di un decimo di lux, mentre quella che la luce diretta del sole produce in piena estate può avvicinarsi ai centomila lux.

Si chiama « coefficiente di diffusione » d'una superficie la frazione di luce ch'essa rinvia.

Si chiama poi « luminosità » d'una superficie il numero di unità di flusso luminoso, cioè di lumen che essa rimanda, per ogni suo centimetro quadrato di area. La luminosità si misura in una unità che si chiama « lambert ».

L'intensità luminosa media sferica di una lampada è il rapporto fra il flusso totale emesso (espresso in lumen) e l'angolo solido sferico (pari a  $4\pi$  ossia a 12,6); essa si misura in candele.

Ma la osservazione più semplice dimostra che le lampade ordinarie non emettono luce con eguale abbondanza in tutte le direzioni.

Se si volesse sapere la concentrazione vera in una certa direzione  $\alpha$  (fig. 1) cioè la « intensità luminosa » vera in questa

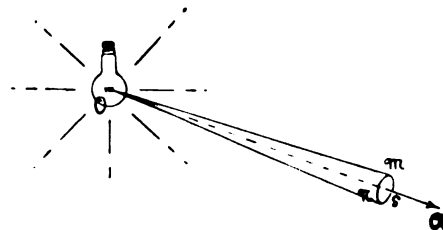


Fig. 1.

direzione d'una lampada bisognerebbe, in analogia con la definizione precedente, fare il quoziente del flusso luminoso emesso entro un piccolo angolo solido immaginato tutto intorno alla direzione e la misura dell'angolo solido stesso.

Così, la unità di illuminazione, cioè il lux, è anche la illuminazione che una lampada da 1 candela sarebbe capace di produrre su di una superficie piana distante 1 metro, là dove i raggi luminosi la incontrano perpendicolarmente (fig. 2).

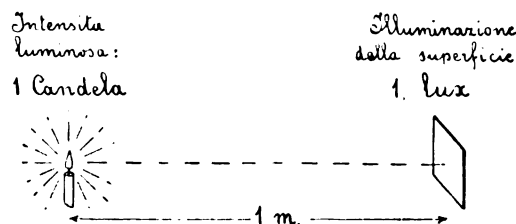


Fig. 2. — Una definizione della unità di « illuminazione », il lux.

Fino a poco tempo addietro, è stato uso dei costruttori di lampade elettriche di indicare, per ogni lampada, soltanto quale è il valore della intensità luminosa in una determinata direzione, generalmente scelta in corrispondenza alla massima concentrazione del flusso.

Oggi, i principali costruttori di lampade elettriche, aderendo alla richiesta dei tecnici, cominciano ad introdurre anche la indicazione del flusso luminoso totale che le lampade emettono.

Per quello che riguarda le lampade elettriche ad incandescenza, l'Associazione Elettrotecnica Italiana ebbe ad emettere, nel suo Congresso del settembre 1924, il voto, appoggiato dai costruttori presenti, che d'ora in poi per ogni lampada elettrica venga indicato il flusso luminoso che la lampada emette (in lumen), oltre, s'intende, la indicazione delle condizioni nelle quali essa va adoperata (per es., la tensione, in volt, per la quale la lampada è costruita) e del consumo della lampada stessa; ammettendo che, in via transitoria, possa continuare ad

essere indicata anche la intensità luminosa (che per altro dovrebbe essere sempre la « intensità media sferica »).

Frattanto, si presenta di frequente la necessità, avendo una lampada di cui sia indicata solo la intensità luminosa, che sarà quella massima, di conoscere quale è il flusso luminoso ch'essa emette.

Nei casi più comuni, relativi a lampade elettriche ad incandescenza, risultati discretamente approssimati si potranno avere con questa regola: il flusso luminoso emesso da una lampada elettrica ad incandescenza, in cui il palloncino sia di vetro diafano ed incolore, si ottiene, approssimativamente, moltiplicando la intensità luminosa indicata sulla lampada (che è generalmente la intensità in direzione normale dell'asse) per il coefficiente 10. Se il palloncino è di vetro smerigliato, od opalino, il coefficiente è un poco più elevato e può giungere facilmente ad 11.

Si chiama « consumo specifico » ciò che la lampada consuma per ogni lumen prodotto, oppure per ogni candela di intensità media sferica.

Si parla spesso anche di « efficienza » di una lampada, intendendosi con tale locuzione il numero dei lumen che essa emette per ogni watt assorbito (cioè, l'inverso del consumo specifico).

Le prime lampade elettriche ad incandescenza a filamento di carbone avevano una efficienza di circa 3 lumen per watt (cioè, un consumo di circa 4 watt per ogni candela); le lampade a filamento metallico hanno una efficienza da 8 a 10 lumen per watt (consumano, cioè, circa 1,2-1,5 watt per ogni candela media sferica); finalmente, le lampade a filamento metallico entro un palloncino di vetro in cui siano stati introdotti dei gas chimicamente inerti (azoto, argon) hanno una efficienza, quasi doppia delle precedenti, da 12 a 18 lumen per watt (consumano, cioè, da 0,7 ad 1 watt per candela media sferica).

Anche la durata delle lampade è cresciuta, a causa delle speciali proprietà del metallo (il tungsteno) oggi impiegato universalmente per le lampade. Mentre le primitive lampade a filamento di carbone annerivano rapidamente e potevano raramente essere adoperate per più di 300 o 400 ore di accensione, le lampade moderne possono essere adoperate, in media, per un numero più che doppio di ore prima che siano troppo annerite o che il filamento si rompa.

Il grande progresso che ha fatto negli ultimi due o tre decenni la costruzione delle lampade elettriche, autorizza a sperare in ulteriori grandi progressi avvenire. Non sarebbe qui il caso di entrare in particolari sulle difficoltà che questi ulteriori progressi incontrano attualmente; ma è bene segnalare che una delle difficoltà, che si traduce in un danno reale, soprattutto per coloro che comperano ed usano lampade, potrebbe essere eliminata se questi ultimi si persuadessero della opportunità di ridurre al minimo il numero dei tipi di lampade richiesti. Vengono oggi richiesti troppi tipi differenti di lampade.

Il gran numero di tipi di fabbricazione si oppone alla costruzione in grandissime serie, la sola che possa abbassare i prezzi, ed ostacola la bontà dei risultati: sicchè da un lato il compratore deve pagare, in media, più care le lampade e, dall'altro, è inevitabilmente meno sicuro di aver dei prodotti uniformi e ben riusciti.

### Cenni generali sopra i sistemi di illuminazione.

I sistemi d'illuminazione degli ambienti si suddividono, sommariamente, in:

A) Sistemi nei quali la illuminazione ha carattere generale; nei quali, cioè, viene illuminato l'intero ambiente con sufficiente uniformità.

B) Sistemi nei quali la illuminazione ha carattere individuale; nei quali, cioè, pur esistendo una debole illuminazione generale, vengono illuminati con la intensità fissata soltanto i posti di lavoro, per mezzo di lampade disposte nella loro immediata prossimità.

A sua volta l'illuminazione generale si chiama diretta (figure 3 e 4) quando le lampade illuminano direttamente gli oggetti; si chiama semi-diretta (fig. 5) od indiretta (fig. 6) quando fra le lampade e gli oggetti sono frapposti schermi semitrasparenti od opachi, in guisa che la illuminazione resti affidata, prevalentemente o totalmente, alla luce diffusa dalle pareti e dai soffitti. L'illuminazione di tipo individuale è quasi sempre diretta.

L'illuminazione di tipo individuale permette qualche economia nella quantità di luce occorrente; meno, per altro, di quanto possa immaginarsi, chè (salvo casi particolari) non è possibile nè ridurre troppo la illuminazione generale, nè circoscrivere troppo le aree illuminate intensamente. Per conseguen-

za, i sistemi d'illuminazione oggi più comuni sono quelli di carattere generale. E' esclusivamente con essi che viene fatta

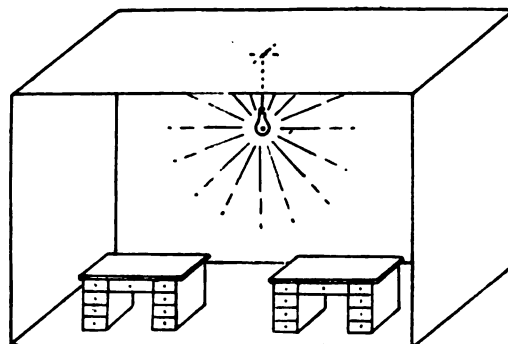


Fig. 3. — Illuminazione diretta.

la illuminazione degli ambienti aperti, degli ambienti pubblici e di quelli di tipo commerciale; sono pure molto diffusi per le illuminazioni dei locali d'abitazione e di lavoro.

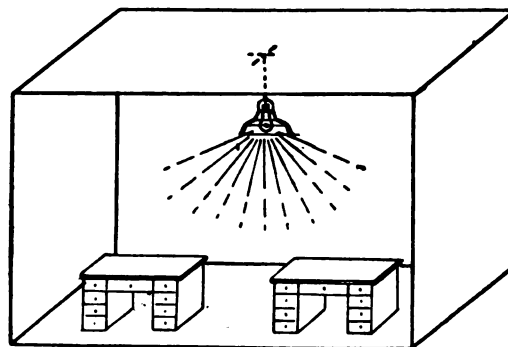


Fig. 4. — Scopo dei riflettori è quello di concentrare la luce nelle direzioni nelle quali essa occorre. (Illuminazione diretta).

Del resto, un qualche cosa di intermedio fra i due gruppi tipici di sistemi può realizzarsi, spesso con notevole vantaggio,

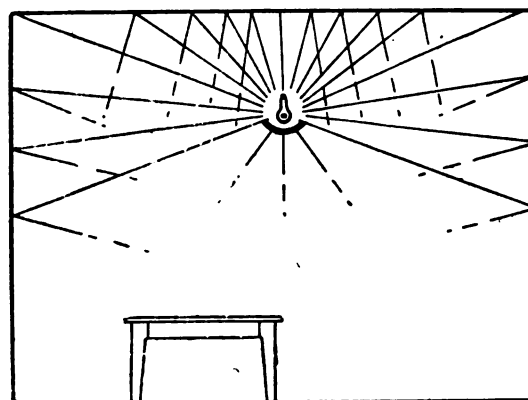


Fig. 5. — Illuminazione col sistema semi-diretto.

ricorrendo bensì alla illuminazione generale, ma collocando i centri di luce in vicinanza della posizione probabile dei posti di

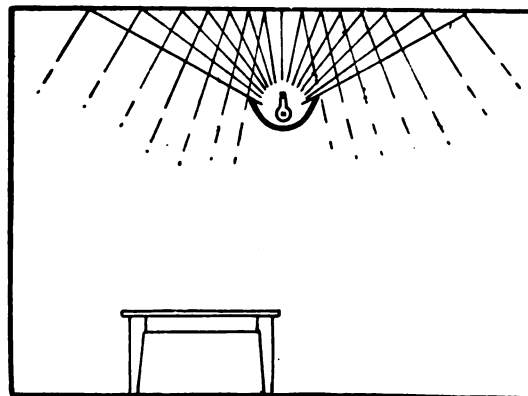


Fig. 6. — Illuminazione col sistema indiretto.

lavoro, in guisa da far coincidere con questa posizione i massimi d'illuminazione.

I punti fondamentali da esaminare nei riguardi della illuminazione d'un ambiente sono:

- L'abbondanza della luce*, cioè la intensità della illuminazione media.
- La uniformità della illuminazione*.
- L'importanza e la facilità del prodursi di effetti di abbagliamento*.
- Il colore della luce*.

### L'abbondanza della luce.

Una illuminazione può essere ritenuta soddisfacente solo se la sua intensità media (cioè, il numero medio di lux) raggiunga un valore adeguato agli scopi dell'ambiente. In passato, forzando troppo le grandi facoltà di adattamento dell'occhio e confondendo la possibilità di distinguere certi oggetti con la sussistenza delle condizioni necessarie ad una visione sufficientemente comoda degli oggetti stessi, erano ritenute accettabili delle intensità di illuminazione di gran lunga troppo scarse.

In questi ultimi decenni, come è stato già ricordato, sono stati compiuti numerosi studi aventi lo scopo di accertare il comportamento dell'occhio alle varie illuminazioni, la sua attitudine a vedere con maggiore o minore prontezza gli oggetti che si trovano nel campo visivo, a percepire i loro particolari, cioè le differenze di luminosità, di forma e di colore; e questi studi, insieme a tutto il resto dell'esperienza ricavata dalla pratica quotidiana, hanno fornito i fondamenti scientifici per la compilazione della tabella più avanti riportata, la quale indica i valori della illuminazione consigliabile nei vari tipi di ambienti abitati, industriali e commerciali, a seconda della loro natura e destinazione e tenendo conto della necessità di contenere le spese entro limiti ragionevoli.

Questi valori della illuminazione s'intendono riferiti più specialmente a quello che si potrebbe chiamare il « piano di utilizzazione della luce »: cioè, il piano dei tavoli, dei banchi, delle macchine che sono presenti nei locali; intorno ai quali oggetti si svolge sostanzialmente l'attività delle persone presenti. Per convenzione ormai generale, si considera come piano d'utilizzazione, nella maggior parte dei casi, un piano orizzontale alto circa metri 0,80 rispetto il pavimento; è su questo piano (corrispondente a quello dei tavoli) che debbono aversi le illuminazioni prescritte.

Le cifre della tabella sono naturalmente cifre medie di orientamento; le quali cifre andranno ancora aumentate in vari casi, di cui i due principali sono:

1) quando le pareti del locale siano a tinta scura; giacchè allora le pareti, avendo un minore coefficiente di diffusione assorbono relativamente molta luce e contribuiscono a diminuire la utilizzazione della luce emessa dalle lampade. L'aumento necessario può raggiungere e superare il 50 %.

2) quando il locale sia circondato da altri locali molto illuminati. E' osservazione comune che una sala può sembrarci, di sera, bene illuminata; ma che ben diversa è la nostra impressione se proviamo ad entrarvi di giorno, dopo aver naturalmente chiuso le finestre ed accesa la luce, in guisa da riprodurre la illuminazione serale. Un effetto analogo, in misura minore, si produce anche di sera, se si entra in un locale con l'occhio abituato ad illuminazioni notevolmente maggiori.

Sulla necessità di migliorare radicalmente le illuminazioni ammesse in passato, in vista della assai maggior parte della nostra vita che oggi si compie alla luce artificiale, sono concordi tutti coloro che si sono occupati dal lato quantitativo del problema della visione: tanto i fisiologi, come gli igienisti, come i tecnici.

Le esperienze hanno dimostrato in modo deciso un fatto che era prevedibile per via intuitiva: che, cioè, le migliori condizioni per l'occhio, quelle nelle quali esso percepisce meglio, più comodamente e più rapidamente gli oggetti ed i loro particolari, sono quelle che corrispondono alla intensità media della illuminazione diurna: di quella luce alla quale, per ragioni ataviche, l'occhio si è adattato da secoli.

Ora, la illuminazione media che si ha di giorno nei locali chiusi usuali, nei negozi, nelle officine, ecc., pur variando evidentemente con le particolari condizioni del locale, è sempre di molte e molte centinaia di lux e supera spesso il migliaio di lux; quanto alla illuminazione che si ha all'aperto, essa è sempre di qualche migliaio di lux all'ombra (e giunge, al sole, a molte decine di migliaia di lux). Non potranno dunque essere ritenute eccessive le cifre della tabella, le quali, per maggior parte, sono solamente di alcune decine di lux!

Le cifre indicate per taluni ambienti di tipo commerciale sono le sole, della tabella, che siano forse superiori a

quello che sarebbe strettamente necessario per percepire con comodità tollerabile gli oggetti dell'ambiente; ma in questi casi c'è un altro scopo pratico da raggiungere, ed è quello di richiamare l'attenzione del pubblico e di dare all'ambiente un aspetto particolare di signorilità e di decoro: e non v'ha dubbio che questo scopo sia, in generale, tanto meglio raggiunto quanto più, entro certi limiti, è abbondante e ben distribuita la luce; a prescindere, s'intende, da particolari effetti di luce o combinazioni di colore, il trattare dei quali uscirebbe dallo scopo del presente opuscolo.

### Illuminazioni medie consigliabili nei principali tipi di ambienti d'abitazione e di locali commerciali e industriali.

(Le illuminazioni sono espresse in lux (internazionali). Le cifre contenute in questa tabella sono cifre medie, suscettibili di variazioni, a seconda delle circostanze, come in taluni casi è già espressamente indicato.

#### Stanze d'abitazione.

	Lux
Ingressi, corridoi, stanze secondarie . . . . .	10-20
Camere da letto, da toeletta, da bagno . . . . .	30
Stanze da pranzo, da studio, da ricevimento . . . . .	30-50

#### Alberghi.

Corridoi, locali secondari . . . . .	10-20
Camere da letto, da bagno . . . . .	20-40
Ingressi, sale, stanze da pranzo . . . . .	40-100
Rimesse automobili . . . . .	40

#### Suole, Biblioteche.

Corridoi, vestiboli, etc. . . . .	20
Aule da lezione, per conferenze, etc. . . . .	40
Aule da disegno, sale di lettura, etc. . . . .	60-100
Locali per lavori manuali (si veggano le cifre relative agli ambienti industriali).	

#### Uffici, Amministrazioni pubbliche e private.

Corridoi . . . . .	10
Stanze d'aspetto . . . . .	30
Stanze da ufficio, copisterie, etc. . . . .	40-60
Locali d'ufficio nei quali sia ammesso il pubblico	40-100
Stanze da disegno, almeno . . . . .	60

#### Ospedali, Cliniche.

Corridoi . . . . .	10
Corsie, stanze malati (di sera) . . . . .	30
Corsie, stanze malati (di notte) . . . . .	0,5
Laboratori . . . . .	50-100
Sale da operazione . . . . .	100
(sopra il tavolo da operazione è spesso richiesta un'illuminazione ancora maggiore).	

#### Negozi.

Locali di vendita, a seconda del colore più o meno scuro della merce venduta e dell'importanza della strada . . . . .	40-150
Mostre, stanze da esposizione, a seconda del colore delle merci e della importanza della strada	80-300
Trattorie, caffè, grandi sale da trattenimento, da ballo, etc., a seconda dell'importanza . . . . .	40-150

#### Teatri.

Locali d'ingresso . . . . .	50-100
Platea, palchi . . . . .	30-50
Foyer . . . . .	50

#### Locali industriali e da lavoro.

Locali di passaggio, depositi di materiale grosso	10
Locali per lavorazioni grossolane, dove sia sufficiente una discreta visione dei principali particolari degli oggetti lavorati (sbozzatura e montaggio grossi pezzi, fucine, segherie, concerie, fabbriche di ghiaccio, etc.) . . . . .	20
Locali per lavori di media finezza, dove sia necessaria una buona visione dei particolari degli oggetti (finitura pezzi grossi, macchine automatiche, ebanisterie, fabbriche di tessuti, carta, calzature, etc.)	40

Locali per lavorazioni fini, dove sia indispensabile la visione pronta e precisa dei più minuti particolari degli oggetti lavorati (finitura e aggiustaggio piccoli pezzi, meccanica di precisione, orologeria, tipografia, tessuti fini, laboratori cucitura, ricamo, etc.) . . . . .	Lux 50-100
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------

#### Locali pubblici.

Strade e piazze affatto secondarie, non meno di	0,5
Strade e piazze di modesta importanza . . . .	1-5
Strade e piazze principali . . . . .	5-20
Strade e piazze di speciale importanza, illuminazione a « giorno », etc. . . . .	20-50

#### La uniformità della illuminazione.

E' assai difficile realizzare, tanto alla luce diurna quanto a quella artificiale, un'illuminazione perfettamente uniforme (né questo sarebbe sempre desiderabile); per altro, affinché le cifre della tabella precedente siano sufficienti, è necessario che le massime differenze d'illuminazione siano contenute entro certi limiti, variabili con la natura dell'ambiente.

Negli ambienti aperti, o di passaggio, possono tollerarsi senza inconvenienti differenze notevoli: il minimo d'illuminazione (nel punto meno illuminato del piano d'utilizzazione della luce) può anche scendere ad un ottavo o ad un decimo del valore massimo che si verifica in quell'ambiente; non meno, per altro.

Negli ambienti chiusi, le differenze tollerabili sono assai minori: in molti casi sarebbe già un difetto che il minimo di illuminazione scendesse sino alla metà o ad un terzo del valore massimo. Potrebbe farsi eccezione quando, essendo ben determinati nell'ambiente i posti di lavoro, si trovasse opportuno sostituire l'illuminazione generale sufficientemente intensa (quale è indicata dalla tabella precedente) con una illuminazione generale minore, alla quale però si aggiungesse, per ogni posto di lavoro, una lampada particolare, destinata a rialzare localmente a sufficienza la intensità della illuminazione.

Occorre altresì fare in modo che siano in giusta proporzione fra di loro la luce che giunge sopra gli oggetti direttamente dalle lampade e quella, diffusa, che vi giunge dopo essere stata rinviata dalle pareti e dal soffitto dell'ambiente. La prima prevale quando le pareti dell'ambiente siano molto scure e rinviino poca luce, oppure quando alle lampade siano stati applicati riflettori opachi che impediscano troppo alla luce di colpire le pareti ed il soffitto: allora le ombre sono un po' dure, e riesce relativamente difficile la visione comoda degli oggetti e delle parti di oggetti che sono in ombra. Si verifica il caso contrario quando, essendo assai chiare le pareti, e le lampade distanti dal piano di utilizzazione, gran parte della luce delle lampade vada su di esse invece che sopra gli oggetti: allora le ombre sono insignificanti e riesce più difficile distinguere la forma degli oggetti: forma che appunto ha il suo naturale risalto da una giusta proporzione di ombre.

In genere, la uniformità della illuminazione e la importanza della luce diffusa sono tanto maggiori quanto più le lampade situate nell'ambiente sono alte rispetto il piano di utilizzazione e sono vicine fra di loro. Ma poichè, a parità di flusso luminoso totale adoperato, l'impiegare molte lampade in luogo di una, di maggiore potenza, conduce ad una spesa d'impianto maggiore (per il maggior numero di apparecchi di illuminazione, di fili o di condutture, etc.), così non conviene praticamente nemmeno eccedere in questo senso.

Quando si desidera una uniformità che rientri, per gli ambienti chiusi, nei limiti indicati sopra, occorre che la distanza fra due lampade consecutive situate nell'ambiente non superi il doppio della « altezza di sospensione »; cioè, dell'altezza delle lampade sul piano di utilizzazione. Negli ambienti aperti (strade, piazze), potendosi ammettere una minore uniformità, la distanza potrà anche essere portata a quattro o cinque volte l'altezza di sospensione.

#### Riflettori e rifrattori.

Da molto tempo s'impiegano, accoppiati alle lampade, dei « riflettori » in lamiera smaltata (o di altro materiale riflettente) o dei « rifrattori » (cioè, involucri di vetro di varia forma) aventi lo scopo di concentrare la luce in una determinata direzione o, di dirigerla verso gli oggetti più lontani. Ma si deve dire esplicitamente che la grande maggioranza di questi apparecchi, disegnata e costruita senza alcuna conoscenza dei problemi di illuminazione da risolvere e dei mezzi da im-

piegare per giungere allo scopo, non ha, se mai, che un effetto puramente estetico (quando non è antiestetico!); e che una rilevante frazione di essi non solo non migliora sensibilmente la illuminazione, almeno sotto qualche riguardo, ma la peggiora nettamente, sia assorbendo inutilmente luce, sia concentrando la luce dove andrebbe diffusa e viceversa.

Ragioni ovvie impediscono di dare qui indicazioni troppo precise sopra i tipi di apparecchi che appaiono migliori.

La miglior cosa da fare, specie se si tratti d'un impianto di qualche importanza, è rivolgersi per consiglio a tecnici competenti.

In casi più modesti, converrà sempre dare la preferenza ad apparecchi costruiti da ditte che si siano specializzate nei problemi di illuminazione (non, s'intende, dal lato ornamentale, ma dal lato tecnico); e per quello che riguarda la illuminazione elettrica, è noto che la maggior parte delle grandi fabbriche, italiane e straniere, di lampade ad incandescenza si è anche preoccupata di costruire riflettori e rifrattori i quali sono, in generale, studiati e costruiti abbastanza razionalmente, sebbene presenti difficoltà non lievi la preparazione di smalti (per i riflettori) molto riflettenti e di vetri veramente adatti allo scopo.

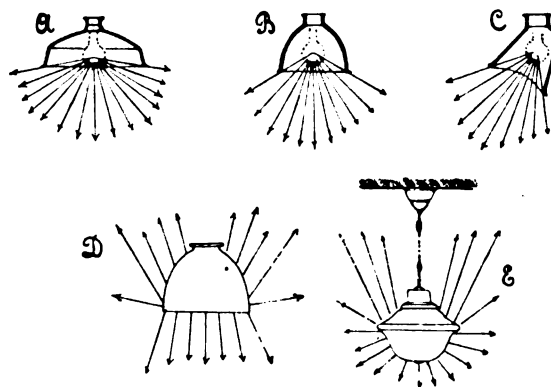


Fig. 7.

Si trovano oggi (fig. 7) buoni riflettori, involucri diffondenti, e rifrattori adatti per ciascun caso di illuminazione più o meno localizzata, ed è anzi generalmente possibile, con artifici semplici, di modificarne l'aspetto esterno (pur lasciandone sostanzialmente invariate le buone qualità) in guisa da adattarli a particolari esigenze estetiche d'ambiente.

Si deve infine avvertire che in tutti i buoni apparecchi, per ottenere i migliori risultati, la lampada deve essere collocata in una determinata posizione rispetto le superficie riflettenti o rifragenti; non si può dunque collocare una qualsiasi lampada entro un qualsiasi apparecchio, ma bisogna (almeno entro certi limiti pratici) che l'una sia adatta all'altro.

#### L'abbagliamento.

E' antica la osservazione che se nel campo visivo si trova un qualche oggetto molto più luminoso degli altri, la visione di questi ultimi riesce assai più imperfetta: così, di giorno è quasi impossibile vedere bene gli oggetti che si trovano « contro sole »; di sera, è la vista diretta delle lampade che turba la visione dei corpi circostanti. Si chiama « abbagliamento » questo disturbo che l'occhio prova, e che diminuisce le sue facoltà visive.

Ma sono assai più recenti le ricerche sopra la importanza quantitativa di questo fenomeno; ed esse hanno portato alla conclusione che i disturbi dovuti all'abbagliamento sono molto più importanti e frequenti di quanto si credesse; che, anzi, è più soddisfacente la visione negli ambienti illuminati con intensità ragionevoli e nei quali sia stata ridotta al minimo la frequenza di effetti di abbagliamento che non la visione in ambienti illuminati molto più riccamente, ma nei quali queste cure non siano state usate: sicchè, in questi ultimi casi, si spende di più e si ottengono risultati peggiori.

Che cosa si può fare per ridurre la frequenza degli abbagliamenti?

Il provvedimento più efficace è certamente quello di impedire all'occhio la vista diretta non solo del filamento incandescente, ma anche della lampada; ciò che si può, ad es., ottenere disponendo intorno alla lampada degli involucri, opachi o quasi, di forma adatta: i quali, pur lasciando che la luce cada sull'oggetto guardato, le impediscono di colpire direttamente l'occhio. E' assolutamente necessario procedere così, quando, negli uffici o nelle scuole o nelle officine, la illuminazione degli oggetti è essenzialmente affidata a lampade individuali collo-



cate ciascuna presso il posto di lavoro; ma bisogna ben badare che l'involucro (paraluce, etc.) adoperato sia poco trasparente: sono, ad es., da sconsigliare affatto i paraluce di sola seta, così diffusi, chè attraverso la trama del tessuto l'occhio vede ancora troppo distintamente il filamento della lampada.

Quando la illuminazione sia invece di carattere generale, si può ottenere lo scopo nel miglior modo con i sistemi che si chiamano di *illuminazione semi-diretta ed indiretta*. Nel primo, viene collocato al disotto della lampada uno *schermo abbastanza grande*, generalmente a coppa, *semitrasparente* (di vetro latteo di qualità adatta; l'alabastro naturale, oggi così adoperato, non si presta affatto); sicchè gli oggetti ricevono luce in parte attraverso questo schermo (il quale impedisce la vista diretta della lampada), ed in parte (per diffusione), dal soffitto, che risulta vivamente illuminato. Col secondo sistema, si impiega uno *schermo opaco riflettente* al disotto della lampada; sicchè gli oggetti sottostanti non riceveranno luce che dal soffitto e dalle pareti.

Con entrambi questi sistemi, e specialmente col secondo, si ha, a parità di potenza luminosa delle lampade, un'illuminazione relativamente meno intensa che col sistema usuale, il quale si può chiamare di *illuminazione diretta*; ma l'illuminazione risulta così ben distribuita ed i fenomeni di abbagliamento sono talmente ridotti, che è pienamente giustificato il grande favore che i due sistemi (e specialmente quello semi-diretto) godono nei paesi nei quali i problemi di illuminazione sono stati maggiormente studiati.

Buoni risultati si ottengono altresì con l'impiego, intorno alla lampada, di taluni tipi di involucri chiusi *rifrattori*, in vetro trasparente, i quali sostituiscono alla vista diretta del filamento quella di una quantità di piccole sue immagini assai meno luminose e quindi meno dannose.

Quando non si voglia o non sia possibile (come nella illuminazione di ambienti aperti) fare uso dei sistemi semi-diretti od indiretti, è certamente buona la pratica di *circondare le lampade con involucri semi-trasparenti* (di vetro smerigliato, latteo o simili), o con involucri *rifrattori* (purchè bene studiati e ben costruiti) i quali sostituiscano la vista diretta del filamento incandescente (se si tratta di lampade elettriche ad incandescenza) con quella di una superficie esterna più grande, e quindi meno luminosa e meno atta a produrre fenomeni gravi di abbagliamento; si tratta, anzi, di una pratica che ha origini abbastanza antiche. Ma difetti comunissimi di questi involucri è di essere troppo trasparenti e troppo piccoli.



Fig. 8. — Tipo di illuminazione difettosa; il viso è troppo esposto alla luce diretta, e l'oggetto è troppo in ombra: dovrebbe accadere il contrario!

Sarebbe un errore credere che adoperando involucri meno trasparenti, tali, cioè, da acquistare una luminosità uniforme senza più lasciar vedere la lampada interna, si debba necessariamente avere una perdita di luce molto maggiore, cioè una illuminazione generale molto più debole. Basterà fare notare che la perdita di luce attraverso il globo e la uniformità della sua luminosità sono due fatti che dipendono in modo molto diverso dalle tre costanti caratteristiche del vetro dell'involucro (cioè, dal coeff. di trasparenza, da quello di riflessione e da quello di assorbimento); si intuisce dunque la possibilità di costruire qualità di vetro (o, in generale, di schermi) tali da non lasciar vedere sensibilmente la lampada interna, pur senza avere proprietà assorbenti molto forti. La costruzione di questi schermi, che non è priva di difficoltà, è stata oggetto di molte ricerche da parte di grandi fabbriche, le quali già oggi ottengono risultati soddisfacenti.

Comunque, il vantaggio di ridurre l'importanza degli effetti di abbagliamento è così grande, che vale bene la pena di accettare una sensibile riduzione della illuminazione media, oppure l'impiego di lampade un po' più potenti!

E' stato da tempo argutamente notato un curioso e frequentissimo errore che commette la maggior parte di coloro che si propongono di giudicare se la illuminazione d'un qualsiasi ambiente sia soddisfacente o no: la cosa che fanno per prima, istintivamente, è quella di guardare le lampade! Ma quelli che si debbono guardare (ed è una verità usò La Palisse) sono gli oggetti illuminati; e deve essere considerato come grande pregio del sistema di illuminazione il fatto che, a sensibile parità di illuminazione ottenuta, le lampade siano meno visibili e, apparentemente, meno luminose che è possibile. Non v'ha dubbio, ripetiamo, che dal punto di vista dell'igiene dell'occhio e della comodità della visione convenga accettare un'illuminazione alquanto minore pur di ridurre gli effetti di abbagliamento: essi sono fra i principali colpevoli della maggior stanchezza che l'occhio prova alla luce artificiale.

La questione si pone naturalmente in modo diverso quando la illuminazione abbia anche lo scopo di attrarre l'attenzione delle persone, ad es., a scopo di *réclame*; è un caso frequentissimo per le mostre dei negozi, dei caffè, dei teatri, etc. Allora, una maggiore luminosità, e persino l'abbagliamento, può essere un mezzo (abbastanza violento e non del tutto innocuo per il pubblico) per ottenere lo scopo. Ma è interessante sapere che talune statistiche fatte in altri paesi, per iniziativa di importanti associazioni tecniche, starebbero a dimostrare che, nel caso almeno delle mostre di negozi, il maggiore abbagliamento, cioè, l'impiego di lampade direttamente visibili, richiama bensì un numero maggiore di persone; ma che queste persone si trattenono in media assai meno che davanti alle mostre in cui si sia procurato di attenuare gli effetti di abbagliamento con sistemi di illuminazione semi-diretta od indiretta. Questo si spiega col senso di malessere, a cui danno luogo i fenomeni di abbagliamento; e dimostrerebbe che a scopo di *réclame* conviene bensì fare uso di illuminazioni molto intense, ma non conviene trascurare la eliminazione dell'abbagliamento.

Assai utili per ridurre l'abbagliamento sono ancora due altri provvedimenti, da attuare, a seconda dei casi, insieme od in sostituzione dei precedenti, e cioè:

1. *situare le lampade in posizione tale* (soprattutto per altezza rispetto al piano di utilizzazione) da essere generalmente fuori dell'angolo visivo utile (verrà così diminuito il numero dei casi nei quali l'occhio, muovendosi, include le lampade nel campo visivo). Si può ritenere soddisfatta questa condizione quando, immaginando tracciate le rette che uniscono ciascuna lampada con l'occhio dell'osservatore, nessuna di queste rette faccia con una piano orizzontale un angolo minore di 45 gradi;

2. quando non si possano o non si vogliano usare gli involucri protettivi di cui sopra, adoperare almeno, in luogo delle lampade usuali a palloncino diafano, quelle a *palloncino latteo*, od a *smerigliatura interna*.

Con queste lampade, ormai da tempo regolarmente in commercio, essendo il filamento affatto invisibile, la sua luminosità è sostituita da quella, molto meno elevata, del palloncino. A parità di potenza luminosa e per le stesse ragioni poc'anzi accennate a proposito degli involucri, sono preferibili le lampade a palloncino latteo di maggiori dimensioni, e, quindi, di minore luminosità: la tendenza di molti costruttori a fare delle lampade con palloncino latteo o smerigliato di piccole dimensioni, può avere qualche ragione economica, ma dal punto di vista della illuminazione è un non senso.

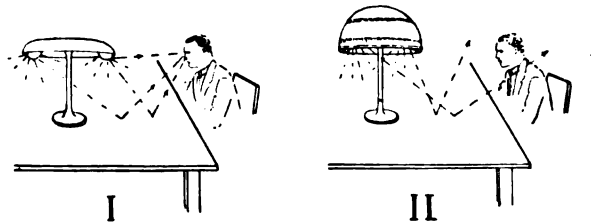


Fig. 9.

I. Un caso comune di abbagliamento per riflessione.  
II. Come si possa, in questo caso, eliminare l'abbagliamento.

I palloncini di vetro smerigliato esternamente si propongono di ottenere lo stesso risultato degli altri; ma lo raggiungono in modo assai più imperfetto.

Ma effetti di abbagliamento si possono avere, infine, anche per riflessione; cioè, per la vista indiretta della lampada, riflessa da superficie specchianti (specchi, pareti di marmo lucido,

vetrate, piano lucido di tavoli; superficie lucide della carta sulla quale si scrive o si legge, etc.). Molte volte taluni casi di fastidioso abbagliamento possono venir facilmente eliminati con l'impiego di riflettori, o di diffusori di forma più adatta. Per altro, non sarà mai raccomandato abbastanza di limitare le superficie specchianti (od eliminarle, se possibile) in tutti casi in cui la decorazione e lo scopo del locale lo consentano o lo impongano (stanza da studio, da ufficio, da lavoro, da scuola, da lettura, officine, etc.).

### Il colore della luce: la « luce diurna artificiale ».

Non v'ha dubbio che il colore della luce più adatto per l'occhio, per una consuetudine assai più che millennaria, sia quello medio della luce diurna; la quale è appunto quella che, a parità di altre condizioni, lo affatica di meno.

Non si deve tuttavia credere che la locuzione « luce diurna » indichi un colore assolutamente determinato e costante; la esperienza compiuta col sussidio di adatti strumenti (spettrofotometri, fotometri registratori) dimostra che la luce diurna varia grandemente non solo di intensità, ma anche di colore, col variare delle ore del giorno, con le stagioni dell'anno, con lo stato del cielo (sereno o più o meno nuvoloso), con la esposizione degli ambienti e così via.

Questo significa che, dal punto di vista dell'igiene e delle facoltà percettive dell'occhio, non è praticamente necessario riprodurre esattamente con la luce artificiale una determinata tonalità di luce; potranno dunque accettarsi senza timore anche luci di colore un po' diverso da quello medio diurna.

La maggior parte dei tipi di lampade in uso nella tecnica della illuminazione (quelle elettriche ad incandescenza, quelle a fiamma a petrolio, ad olio, etc.) è relativamente più ricca di radiazioni rosse e più povera di turchino e di violetto che non la luce diurna; in taluni altri tipi si nota la particolare predominanza di taluni colori (il verde nella luce delle lampade a gas ad incandescenza; in quelle elettriche ad arco il colore dominante dipende dalla natura dei carboni adoperati, ecc.); ma (tranne tipi assai particolari di lampade) la differenza di colore rispetto la luce diurna non è tale da dover destare preoccupazioni di qualche importanza.

Bisogna per altro ricordare che il colore che i corpi dimostrano dipende non solo dalle loro proprietà, ma anche dal colore della luce alla quale essi vengono esaminati: chiunque avrà notato che alla luce rossa dei gabinetti fotografici il rosso si confonde (come aspetto) col bianco, mentre il verde appare quasi nero. Sicchè, alla luce delle lampade oggi adoperate per la illuminazione artificiale, i corpi acquistano indubbiamente un aspetto un po' differente che alla luce del giorno; e la cosa ha speciale importanza in quei casi (negozi di merci colorate, ambienti di tipo artistico, esposizioni, ecc.) nei quali interessi la giusta percezione dei colori (quali appaiono alla luce diurna media) e dei loro rapporti di tono.

Si sono fatti molti studi per realizzare artificialmente, tentando varie vie, una luce di tipo assai prossimo a quello diurna medio; la sola soluzione che abbia oggi una qualche importanza pratica, è quella di correggere il colore della luce mediante l'impiego di vetri colorati. Nel caso particolare delle lampade elettriche ad incandescenza, dovendosi togliere l'eccesso di radiazioni rosse e gialle che la luce prodotta possiede, si dovrà fare uso di vetri di colore tale da lasciar passare interamente (detto con frase semplice, ma non del tutto esatta) il violetto ed il turchino, e da trattenere parte del giallo e soprattutto del rosso contenuto nella luce emessa dai filamenti incandescenti; saranno dunque indicati dei vetri di colore indaco.

E si trovano attualmente in commercio non solo apparecchi per illuminazione provvisti di questi vetri colorati, ma anche lampade elettriche nelle quali il palloncino è costruito addirittura con vetro di colore indaco, e che, quindi, danno senz'altro una luce di tono adatto.

Per altro, la correzione che questi vetri danno è soltanto discreta; sicchè, l'adozione di queste lampade a vetro colorato in indaco rappresenta una soluzione generalmente accettabile in quei casi nei quali ci si voglia avvicinare al colore medio della luce diurna. Risultati più perfetti si potranno avere solo ricorrendo all'opera di tecnici specialisti, per il controllo delle varie lampade e per l'esame, da farsi col sussidio di strumenti speciali, della luce che si ottiene nel particolare locale da illuminare. All'estero è già molto diffuso nei negozi l'impiego dei vari mezzi atti all'ottenimento di quella che viene chiamata « la luce diurna artificiale ».

### Cenni sul modo di determinare la potenza luminosa.

Uscirebbe certo dai limiti, volutamente modesti, di questa trattazione, l'entrare in particolari un po' minuti sopra il modo

di applicare ai singoli casi i criteri generali esposti nei precedenti paragrafi di questo capitolo; anche perchè questa applicazione, assai spesso, non può essere fatta correttamente che da tecnici dotati di notevole istruzione teorica e di sufficiente esperienza pratica. Ma la conoscenza di quei criteri riesce comunque di somma utilità, in quanto permette a ciascuno di dare un primo giudizio di massima sopra il modo nel quale l'illuminazione d'un ambiente è stata progettata od attuata e permette di intravedere la via per la quale potrebbero essere attenuati ed eliminati i maggiori eventuali difetti. E' facile dedurre, difatti, da quei criteri alcune indicazioni concrete, sia pure di massima, riguardanti i principali casi che possono presentarsi.

Un primo elemento da determinare nei riguardi della illuminazione d'un ambiente è la *potenza luminosa complessiva delle varie lampade* (o della lampada, nei casi più modesti) che vanno installate. Ora, le cifre contenute nella tabella di pag. 14 precisano la « illuminazione » che è consigliabile, per ciascun tipo di ambiente, sul piano di utilizzazione dell'ambiente stesso; piano il quale, essendo generalmente parallelo al pavimento e situato all'altezza dei tavoli, ha la stessa superficie, facilmente calcolabile, del pavimento. Ora la « illuminazione » è il numero di lumen che occorrono per metro quadrato di area; dunque, moltiplicando l'area del piano di utilizzazione (cioè, quella del pavimento), in metri quadrati, per il numero di lux, si otterrà il *flusso luminoso utile* (in lumen) che occorrerà produrre nell'ambiente. Ma quando in un ambiente sono installate delle lampade, non tutto il flusso luminoso ch'esse emettono colpisce il piano utile; molta parte va invece a colpire le pareti ed il soffitto, e da queste solo in parte viene rimandato sul piano utile. Sicchè, se si vuole che il piano utile sia colpito da un certo determinato flusso, è necessario che le lampade emettano un flusso maggiore. Ma di quanto maggiore?

E' questo un punto che può essere stabilito con precisione solo in base alla conoscenza del tipo di illuminazione che si intende attuare, del tipo di apparecchi che si vogliono adoperare, delle dimensioni dell'ambiente e della natura delle pareti, ed in base a calcoli che non sarebbe qui il luogo di esporre.

In questi calcoli non deve essere dimenticato che la potenza delle lampade va lentamente diminuendo col tempo per una quantità di ragioni ovvie.

Si è riscontrato, in generale, che per gli ambienti chiusi ordinari, supposta una manutenzione ragionevole, la diminuzione media complessiva di efficacia (rispetto i valori iniziali) delle lampade e degli apparecchi non supera il 15 o 20 per cento; che invece negli ambienti aperti e nelle officine, supposta ancora una manutenzione ragionevole, essa può raggiungere e superare il 30 per cento; anzi, l'*attitudine dei vari apparecchi di illuminazione a trattenere più o meno facilmente la polvere*, è una delle qualità che deve essere considerata all'atto di farne la scelta. Da questo punto di vista, non si può negare che i sistemi di illuminazione semi-diretta ed indiretta abbiano, insieme ai tanti vantaggi già accennati, anche l'inconveniente di richiedere una più frequente pulizia.

Ma, tenuto conto di tutto, si trova che nei sistemi di illuminazione *diretta* di ambienti chiusi, il flusso luminoso utile, a seconda delle modalità dell'impianto, delle proporzioni dell'ambiente e del colore delle pareti, varia generalmente fra  $1/3$  e  $2/3$  del totale flusso emesso dalle lampade; sicchè, come cifra di orientamento e per calcoli di massima, si potrà ammettere che il flusso luminoso utile non sia troppo diverso dalla metà del totale flusso prodotto.

A queste frazioni ( $1/3$ ,  $2/3$ ,  $1/2$ ) si dà generalmente il nome di « *coefficiente di utilizzazione* » del flusso luminoso prodotto. Ammesso, dunque, un coefficiente di utilizzazione medio pari ad  $1/2$ , ne segue che le lampade dovranno essere di tale potenza da emettere il *doppio* del flusso utile, calcolato come sopra s'è detto.

Ricordando poi che nelle lampade elettriche ad incandescenza di tipo usuale, ad ogni candela di intensità luminosa corrispondono circa 10 lumen, per avere la intensità luminosa delle lampade occorrenti basterà dividere per 10 il flusso sopra calcolato.

Se la illuminazione è fatta col sistema *semi-diretto*, o col sistema *indiretto*, il coefficiente medio di utilizzazione risulta minore; occorrerà dunque produrre flussi luminosi maggiori; cioè, installare delle lampade per una intensità luminosa maggiore. L'aumento può raggiungere anche il 50 per cento.

Nel caso degli *ambienti aperti*, essendo molto piccolo il flusso rinvio utilemente dalle pareti che limitano l'ambiente (facciate di edifici), il *flusso utile difficilmente supera un terzo del flusso totale*; ciò che significa che bisognerà produrre un flusso totale più che triplo di quello utile.

Determinato il flusso luminoso occorrente per un ambiente,

sarà facile calcolare il consumo che gli corrisponde. Si può ammettere (nel caso della illuminazione elettrica) per le lampade a filamento metallico nel vuoto una efficienza media di 9 lumen per watt, e per quelle a filamento in gas inerte una efficienza media di 14 lumen per watt.

Quest'ultimo coefficiente 14 vale ove si impieghino lampade da circa 3000-4000 lumen ciascuna, (cioè da 300-400 candele ciascuna); esso scende anche a 12 per lampade da circa 1000 lumen (cioè, 100 candele; ove occorrono intensità minori può essere preferibile l'impiego di lampade a fil. nel vuoto) e sale a 16, e più, per lampade da oltre 10.000 lumen (cioè da oltre 1000 candele).

Individuato il complesso delle lampade che deve essere installato, si tratterà di provvedere alla loro suddivisione, se l'ambiente è grande, in più centri luminosi e alla determinazione della loro posizione. In linea di massima, più i centri luminosi sono numerosi ed alti rispetto il piano di utilizzazione, e maggiore è la uniformità della illuminazione e minore la frequenza di effetti di abbagliamento. Se i posti di lavoro dell'ambiente (i tavoli di vendita d'un negozio, ad es.) sono in posizione fissa, converrà certamente mettere le lampade al disopra di questi tavoli: si potranno allora anche ridurre sensibilmente le intensità luminose calcolate in via approssimata come ora è stato accennato.

Si sono poi accennati i criteri da seguire per attenuare la frequenza degli abbagliamenti (mediante la scelta del tipo di apparecchio da illuminazione, del tipo di lampade e la loro collocazione nell'ambiente) e quelli per ottenere un'illuminazione avente un colore simile alla luce diurna media.

Tutti questi criteri, fortunatamente, non conducono a conseguenze assolutamente fisse e determinate in ogni loro particolare: di modo che essi, lungi dal prescrivere in modo assolutamente completo come debba essere fatta l'illuminazione dei vari tipi di ambienti, lasciano ancora parte sufficientemente larga al gusto personale e permettono che si tenga conto in giusta misura di particolari esigenze di ciascun locale e di ciascun impianto.

Preoccuparsi, dunque, che la illuminazione riesca buona e razionale non significa menomamente che ciascuno debba rinunciare alla maggior parte dei propri gusti o che debba trascurare del tutto particolari esigenze sue o del locale; oggi, la tecnica è realmente in grado di dare una soluzione soddisfacente, sotto ogni punto di vista, per la massima parte dei casi che si possono presentare. Quanto precede ha avuto essenzialmente lo scopo di dare una idea concreta di queste possibilità.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla rivalsa degli aumenti di canone demaniale.

Riceviamo:

Nel numero 35 dell'«Elettrotecnica», a pagina 828 leggo una Nota Legale dell'Avv. Leone Pesci la quale termina con una affermazione sulla quale debbo richiamare l'attenzione dei lettori potendo contribuire a perpetrare un equivoco nel quale già molti sono caduti, e che è stato recentemente chiarito, con una interpretazione ufficiale del Ministero dei LL. PP.

La revisione dei prezzi della energia elettrica per tener conto della rivalsa degli aumenti dei canoni demaniali, prevista dal R. D. legge n. 456, del 25 febbraio 1924 e resa possibile solo dopo la promulgazione del R. D. n. 681 del 4 marzo 1926 (nel frattempo il Ministero delle Finanze aveva con disposizioni interne sospesa la consecuzione dei nuovi canoni verso le Ditte produttrici in attesa di emanare le norme per la rivalsa verso gli utenti) può essere fatta per tutti i contratti stipulati anteriormente al 1° maggio 1924, anche se tali contratti siano stati riveduti nei prezzi dopo il 1° gennaio 1925 in forza del noto decreto 1633 del 22 luglio 1923.

L'avv. Pesci dice che l'aumento non è applicabile sui prezzi contrattuali stabiliti dopo il 1° maggio 1924. Ciò non è esatto perchè dopo tale data, e precisamente dopo il 1° gennaio 1925 sono stati stabiliti i nuovi prezzi per effetto delle revisioni, e tali revisioni non escludono quest'ultima dovuta agli aumentati canoni demaniali.

E' stata fatta appunto da qualche utente l'eccezione delle date, ma essa deve soltanto riferirsi alla data del contratto e non già a quella del concordamento di prezzi diversi da quelli originali contrattuali.

Nè vale il dire che poteva o doveva tenersi conto nell'effettuare la revisione di quest'altro aggravio fiscale, giacchè in attesa delle pro-

messe norme per le modalità della rivalsa nessuno sapeva, prima dell'anno 1926 (mese di aprile), come tale rivalsa si sarebbe potuta fare. Il Decreto n. 681 dichiara applicabile anche per questa materia il congegno stabilito per la revisione dei prezzi dell'energia, ma tale fatto non deve portare confusione.

Ciò è bene sia fatto sapere per evitare agli utenti le noie di liti nelle quali resterebbero soccombenti.

Con distinta considerazione.

D. CIVITA.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### CONDUTTURE.

L. EMANUELI — **Sulle inclusioni gassose nei cavi ad altissima tensione.** (Relazione presentata al I Congresso della Union Int. des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique - Roma 1926).

Come è noto, un aumento di temperatura di funzionamento in un cavo può produrre un aumento notevole nel volume di gas contenuto nel cavo stesso, in conseguenza della deformazione permanente che la dilatazione della miscela isolante induce nel tubo di piombo.

Una determinazione della quantità di gas contenuta in un cavo può essere eseguita determinando la variazione del fattore di potenza in funzione della tensione applicata; tale fattore, nei cavi privi di inclusioni gassose, è indipendente dalla tensione, mentre, quando vi siano inclusioni, a una certa tensione il fattore di potenza cresce.

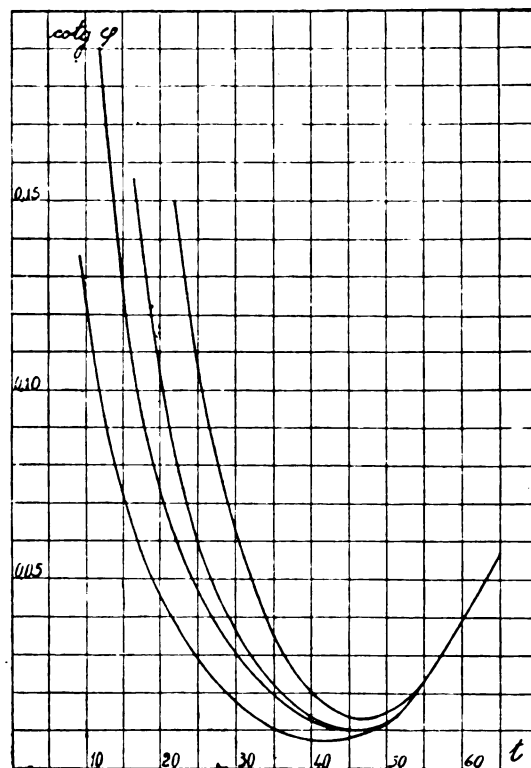


Fig. 1. — Variazione di  $\cotg \varphi$  in funzione della temperatura, per cavi impregnati più o meno bene con una stessa miscela.

L'A. ricorda che quasi tutti gli oli minerali hanno un fattore di potenza, e quindi un valore di  $\cotg \varphi$ , costante alle basse temperature, mentre oltre i 50° o i 60° tale valore cresce col crescere della tensione applicata e tanto più rapidamente quanto maggiore è la temperatura. Così anche nei cavi, la curva delle variazioni di  $\cotg \varphi$  è di solito una curva di andamento a V, che presenta un minimo intorno ai 50°; il primo ramo della curva, sotto ai 50°, dipende quasi esclusivamente dalla quantità d'aria contenuta nel cavo, ed è diverso quindi da cavo a cavo; il ramo superiore ai 50° dipende invece solo dal tipo di miscela ed è eguale per cavi di eguale costruzione.

Se però le variazioni di temperatura, anziché avvenire rapidamente, come si è supposto fino ad ora, producono riscaldamento di lunga durata, si osserva che le differenze di  $\cotg \varphi$  aumentano fino ad un certo valore che si mantiene poi quasi costante.

Si può spiegare tale fatto supponendo che in primo tempo l'aumento di volume della miscela produca sulle bolle gassose una pressione tale da far sciogliere gran parte del gas. Successivamente il tubo di piombo deformandosi lentamente permette un ristabilirsi della pressione e quindi del volume di gas libero, non molto diversa dalle condizioni primitive.



Ne viene che un cavo portato a temperatura elevata per breve tempo, ritornando poi a temperatura normale sarà meno danneggiato che un cavo riscaldato lungamente. Il diagramma di fig. 2 indica chiaramente tale fatto.

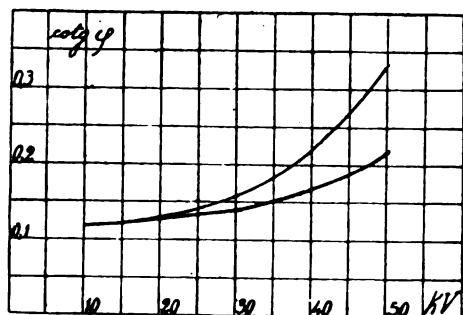


Fig. 2. —  $\cotg \varphi$  alla temperatura di 25° C in funzione della tensione per 6 ore (curva inferiore) e per 60 ore (curva superiore).

Esperimentando su un tronco di cavo del noto tipo a conduttore cavo e con impregnamento in olio, l'A. ha potuto ottenere dei dati interessanti sulle quantità di gas che possono restare in un cavo di buona costruzione. Esercitando una pressione idrostatica su una testata del cavo, essa si trasmette nell'interno riducendo il volume delle inclusioni gassose; dalla misura della quantità d'olio che occorre introdurre nel cavo per aumentare la pressione di un certo valore si può dedurre una misura della riduzione dei volumi gassosi e quindi anche del volume totale a pressione normale. Opportune correzioni vanno introdotte per la dilatazione del tubo di piombo.

L'A. ha riconosciuto che esiste una proporzionalità quasi perfetta tra il volume dei gas e la variazione di  $\cotg \varphi$ .

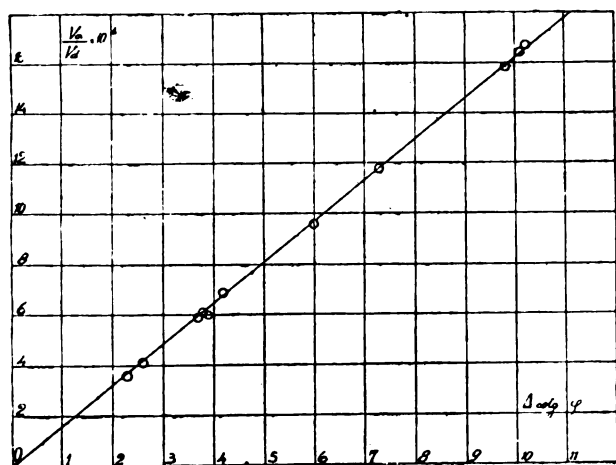


Fig. 3. — Rapporto tra il volume del gas contenuto nel cavo e il volume totale del dielettrico, in funzione dell'aumento di  $\cotg \varphi$  fra i gradienti di 800 e di 400 V/mm.

I risultati sono riassunti nella figura 3, che si riferisce al cavo suddetto, di costruzione particolarmente accurata. Prolungando la retta di fig. 3 fino ai valori di  $\cotg \varphi$  che si misurano nei cavi ordinari, si deduce che il volume di gas nel dielettrico di un cavo ordinario, a 20°, si aggira fra 0,5 - 1,5 % del volume totale del dielettrico; i maggiori valori si riscontrano nei cavi più grossi.

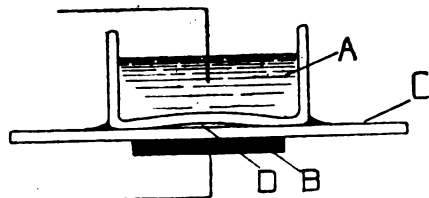


Fig. 4.

Per chiarire il fenomeno della perforazione dei cavi causata dalle inclusioni gassose, l'A. ha eseguito delle esperienze col dispositivo di fig. 4.

Una bacinella A piena d'acqua poggiava su una lastra di metallo B, con l'interposizione di una lastra di vetro C. Sul vetro si versava un poco di miscela da cavo e la bacinella veniva messa in posto in modo che restasse inclusa una bolla d'aria D, di circa 0,5 mm di spessore, facilmente osservabile dall'alto. L'acqua della bacinella e la lastra metallica formavano le armature d'un condensatore al quale si applicava una tensione alternativa.

Applicando una tensione gradatamente crescente, la bolla si ionizza presentando i noti fenomeni luminosi. A tensione poco superiore a quella di ionizzazione, la miscela contenente la bolla viene violentemente agitata e molte bollicine d'aria vengono da essa incor-

porate formando una specie di schiuma. La fig. 5 rappresenta una fotografia della bolla dopo 420 minuti di applicazione della tensione a cui si verifica il fenomeno: la bolla è assai aumentata di diametro e trasformata in una vera emulsione (in nero sulla fotografia) con minute bollicine d'aria in sospensione nella miscela.

Sostituendo alla lastra di vetro, un pacco di fogli di carta impregnata, e ripetendo l'esperienza si è riconosciuto che in corrispondenza alla massa di emulsione formatasi, molte bollicine gassose erano penetrate nell'interno del pacco dei fogli di carta.

In altre esperienze prolungando assai il periodo di applicazione della tensione, si osservò che in un punto del foglio di carta in corrispondenza alla bolla, si formava una piccola macchia, come se in quel punto la miscela impregnante fosse stata proiettata via; dopo qualche tempo il punto diveniva luminoso e ne partiva una scarica ramificata; il fenomeno andava propagandosi di foglio in foglio. I fogli apparivano perforati da un piccolo foro visibile solo con forte ingrandimento e senza traccia di carbonizzazione.

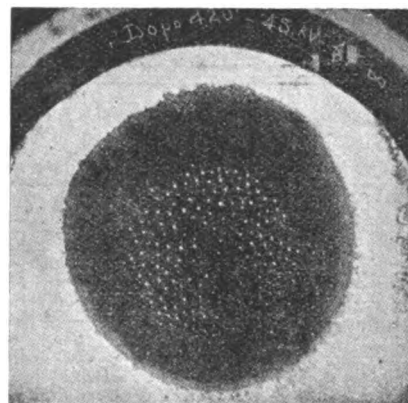


Fig. 5.

Il fenomeno può essere spiegato coll'allontanamento della miscela provocato dalla corrente di molecole gassose che penetrano fra i fogli.

L'aria penetrata così per un punto debole sotto al primo foglio, emulsiona all'ingiro la miscela formando come un velo gassoso fra i due fogli finché si raggiunge un punto debole nel secondo foglio e così via. Ciò spiega come le perforazioni nei successivi fogli non siano coincidenti.

Sui fogli era sempre visibile la traccia delle scariche ramificate. Tale traccia è pure dovuta al trascinamento della miscela da parte degli ioni gassosi. Ciò si può controllare ponendo un pacco di carta impregnata fra un elettrodo piatto e una punta; appena si applica la tensione, la miscela aderente al primo foglio verso la punta, viene proiettata via come se dalla punta uscisse un soffio d'aria. Se però si adopera una tensione costante il fenomeno si accenna appena all'inizio e poi cessa; probabilmente perché gli ioni proiettati da principio formano sulla carta delle cariche superficiali che annullano il campo elettrostatico.

Da quanto sopra si può dedurre che il meccanismo della scarica nell'isolante di un cavo in conseguenza di inclusioni gassose, sia dovuto al bombardamento e alla propagazione degli ioni gassosi attraverso il dielettrico secondo le vie di minima resistenza; l'allontanamento della miscela spiega i successivi fenomeni di carbonizzazione della carta.

L'esperienza sembra dimostrare l'esistenza di un gradiente critico di tensione in funzione dello spessore delle bolle, richiedendosi per un velo sottile di gas un maggiore gradiente.

Ciò spiegherebbe perché i cavi ad alta tensione sopportino bene anche tensioni superiori a quella di ionizzazione. Si comprende anche come i cavi monofasi si comportino meglio dei trifasi, nei quali è più facile possano esistere inclusioni di maggiori dimensioni.

Il miglior comportamento che gli olii fluidi sembrano presentare in confronto alle miscele più dense, si spiegherebbe col fatto che gli olii fluidi richiuderebbero più facilmente i solchi in essi prodotti dalle correnti degli ioni gassosi.

R. S. N.

## IMPIANTI.

PH. M. CURRIER — **Protezione delle sbarre omnibus.** (Gen. El. Rev., maggio 1926, pag. 305).

Le sbarre omnibus di una centrale sono il punto di passaggio obbligato di tutta l'energia prodotta, e perciò è interessante esaminare come fa l'A. nell'articolo, le eventuali cause di guasti nelle stesse per prevenirle e porvi rimedio. La continuità del servizio dipende in gran parte anche qui dall'isolamento, che per quanto buono, può però sempre presentare delle deficienze. Il miglior rimedio sta perciò nel sezionare convenientemente le sbarre in modo da mettere fuori servizio, in caso di guasto, solo la porzione colpita. In tal caso però si rende necessario adottare schemi molto ben studiati e relais appropriati. L'A. passa ad esaminare i vari guasti, che possono verificarsi nelle sbarre e li distingue in primari e secondari, a seconda che sono di origine in-

dependente o sono dovuti al verificarsi di un guasto primario. Dopo aver enumerato le cause più comuni di guasti, quali un corto circuito fra sbarre e terra, scarica sull'isolante per il deposito su di esso di sostanze conduttrici, sovrariscaldamento e fusione delle sbarre per eccesso di corrente e di carico, contatti accidentali fra le sbarre, ecc., l'A. si sofferma ad esaminare il caso di scarica tra le sbarre in seguito a presenza di gas ionizzati o di vapori metallici nell'aria interposta. L'A. passa poi ad analizzare i vari modi di installazione delle sbarre. Riguardo al modo di isolare le sezioni delle sbarre colpite da guasto vi sono due metodi, quello così detto della protezione differenziale e quello della protezione della sbarra guasta. Nel primo si ricorre a trasformatori di corrente inseriti in ogni conduttore facente capo alle sbarre coi secondari collegati in differenziale; coll'altro metodo tutte le parti metalliche del quadro, che non sopportano la tensione di linea, devono essere messe a terra in modo da offrire alla corrente, in caso di guasto, una via facile per scaricarsi a terra. Allora un relais è posto su questo percorso della corrente di scarica a terra, in modo che per effetto di essa si ha il sezionamento delle sbarre guaste.

C. G. E. (\*)

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### ELETTROFISICA.

Un fenomeno d'origine termica nelle *pila elettriche* è studiato largamente nella E. T. Z. del maggio 1926. Una pila col catodo di rame in soluzione di solfato di rame e anodo di zinco in acido solforico diluito, con vaso poroso, dava una tensione di 0,116 V e corrente di 2,5 A. Riscaldando lo zinco per via elettrica, la corrente della pila salì a 4,55 A e la tensione a 0,249 V. Si ebbe cioè un aumento dell'82 per cento nella corrente, e del 114 per cento nella tensione. Una spiegazione del fenomeno è proposta supponendo che avvenga un aumento nella tensione di soluzione producendo in tale modo una maggiore emanazione di ioni positivi o forse anche di elettroni liberi.

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Un nuovo sistema di trasmissione delle immagini per via radio è descritto nello Zeit des Ver. Deut. Ing. del 29 maggio 1926. Il sistema presenta parecchi vantaggi sugli altri metodi noti, dando ricezioni molto nitide. Si fa uso di una cellula fotoelettrica a potassio in bulbo di vetro foggato a toro ed eccitata con luce riflessa anziché per trasparenza. Come ricevitore si usa una cellula Kerr, basata sul fenomeno presentato dalla luce polarizzata la quale passando attraverso del nitrobenzolo fra i piatti di un condensatore subisce una doppia rifrazione, la cui intensità è funzione della carica del condensatore. La cellula fotoelettrica risponde a frequenze dell'ordine di 100.000 periodi e le cellule di Kerr anche per frequenze di 18<sup>8</sup>. Si può così trasmettere una immagine di un decimetro quadrato in dieci secondi.

### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

Le *sovratensioni nelle linee telefoniche* in caso di rotture dei circuiti, potevano essere trascurate nei vecchi impianti di limitata importanza, ma acquistano valori notevoli nelle reti estesissime delle grandi città. Negli Annales des Postes, Télégr. et Téléph. del giugno 1926, questo fenomeno è largamente studiato specialmente in relazione alla rete telefonica di Parigi. Si dimostra che possono prodursi tensioni da 500 V a oltre 1000 V nel corso di rottura brusca dei fili. Tali sovratensioni istantanee possono riuscire grandemente dannose agli apparecchi che non sono costruiti per resistere a tensioni così elevate.

### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Un esempio convincente dell'utilità di una propaganda per il *miglioramento del fattore di potenza*, è offerto dalla British Columbia Elec. Rail. Co. Questa Compagnia si trovava nel 1921 ad avere un fattore di potenza medio dei suoi impianti di circa 0,82 e un carico complessivo molto prossimo alla potenza massima installata. La Compagnia esplicò una vasta campagna di persuasione presso i suoi utenti, mettendo a loro disposizione ogni ausilio tecnico occorrente, riuscendo ad ottenere che essi installassero in gran numero dei sincroni o dei motori asincroni compensati per migliorare il proprio cos  $\phi$ . Si riuscì così ad ottenere un fattore di potenza medio di 0,86 nel 1923 e di 0,91 nel 1924. La Compagnia si trovò così in grado di vendere nel 1924 ben 11.000.000 kWh in più degli anni precedenti; nel 1925 l'aumento di potenza utile disponibile fu di 11.700.000 kWh; si valuta che siano stati introitati per tale via nel 1925 circa 117.000 dollari in più di quanto sarebbe stato possibile se il cos  $\phi$  fosse rimasto a 0,82.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Prof. LUIGI LOMBARDI.

*Corso Teorico pratico di Elettrotecnica.* — Due vol. di 16,5×25 cm., pag. 1511 con 501 figure e 29 tavole - Quarta edizione - Editore F. Vallardi. — Prezzo L. 170.

— *Compendio di Elettrotecnica.* — Due volumi di 16,5×25 cm., di pagine 772 con 231 figure. — Edit. F. Vallardi - Milano, 1925.

Nella nota pubblicata in occasione della terza edizione di questo oramai classico *Corso di Elettrotecnica* (L'Elettrotecnica, vol. IX, pagina 776) pronosticavamo che la futura edizione sarebbe seguita ad assai breve distanza da quella. Ed oggi, a pochissimi anni di distanza, siamo lieti di segnalare l'attuale quarta edizione.

Non v'è certo bisogno che noi presentiamo ai lettori di questa rivista la notissima e sempre più diffusa opera del Prof. Lombardi. La sua diffusione è dovuta alle sue particolari caratteristiche, per cui essa si rende utile tanto agli studenti che vi apprezzano la chiarezza e la lucidità di esposizione del Maestro, quanto ai professionisti che vi trovano un quadro pressoché completo delle applicazioni tecniche dell'elettricità e dei problemi relativi.

Nell'attuale edizione l'A., sempre fedele al principio di mantenere il suo Corso aggiornato coi trovati e colle applicazioni più recenti dell'elettrotecnica ha, non soltanto riveduto e ritoccato l'intera opera, ma vi ha introdotto parecchi esempi di costruzioni moderne ed aggiunti alcuni capitoli completamente nuovi, trattanti argomenti particolari di notevole interesse pratico. Così egli ha aggiunto uno speciale capitolo sul riscaldamento elettrico contenente i tipi fondamentali di caldaie e di forni elettrici, ed uno sulle protezioni contro le sovracorrenti, che oggi si diffondono sempre più.

Inoltre fra le macchine, in un capitolo apposito, trova posto il recente transverter, che potrebbe in un futuro non troppo lontano, essere destinato a grandi applicazioni.

Contemporaneamente ai due volumi costituenti il predetto Corso, il Prof. Lombardi ha assai opportunamente pubblicato anche un *Compendio di Elettrotecnica* che espone le questioni ed i problemi fondamentali relativi alla produzione, trasformazione, canalizzazione e distribuzione dell'energia elettrica.

Questo libro, che è veramente un compendio dell'altra maggiore opera, riuscirà assai utile tanto agli studenti delle Scuole d'Ingegneria che non intendono specializzarsi in elettrotecnica (civili, industriali, minerari, chimici, ecc.), quanto a quelli delle Scuole industriali che intendono completare la loro istruzione tecnica. Ed è facile profezia il prevedere la sua rapida diffusione.

## PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

M. A. GIOVIELLO. — *Cours d'électrotechnique.* - Livre IV - Générateurs et moteurs à courants alternatifs commutatrices - 2<sup>a</sup> edizione, volume 17×22 di pag. 368 con 158 figure. - Ed. Ecole spéciale des travaux publics du bâtiment et de l'industrie. - Paris, Rue du Sommerard, Rue Thénard et Boulevard S. Germain.

UGO GUERRA. — *La radiotrasmissione delle immagini.* — Un volume formato 15×21 cm. di pag. 239, con 107 illustrazioni. - Editori Chierchia e Maggiorotti - Roma (27), Via delle Alpi, 27. — Prezzo L. 15 in Roma - L. 16,50 in altre città.

F. BARBACINI. — *L'elettricità meravigliosa.* — Un volumetto 12×16,5 cm., di pag. 122, con 49 figure. — Ed. Chierchia e Maggiorotti, Roma, 1926. — Prezzo L. 6.

G. CHIERCHIA. — *Calcolo pratico delle linee elettriche.* — Un volumetto, 12×16,5 cm., di pag. 68 con 13 figure. — Prezzo L. 5.

— *Piccoli raddrizzatori di corrente per la carica degli accumulatori con la corrente alternata dell'illuminazione pubblica.* — Volumetto, formato 12×16,5 di pag. 66 con 46 figure. — Edit. Chierchia e Maggiorotti - Roma (27), Via delle Alpi, 27, 1926. — Prezzo L. 5.

MAGGIOROTTI e PUGLIESCHI. — *L'automobile a benzina.* — Un volume formato 13×18,5 cm., di pag. 464 con 306 figure. — Edit. Chierchia e Maggiorotti. - Roma, 1926. — Prezzo L. 20.

THEODOR JANSSEN. — *Technische Wirtschaftslehre.* — Un volume in tela, formato 19,5×27 cm., di pag. 370 con 3 figure ed un indice alfabetico. - Edit. Wilhem Engelmann - Leipzig - Mittelstrasse, 2, 1925. — Prezzo M. 16.

R. E. DICKINSON. — *Electric Trains.* — Un volume in tela, formato 15×22 cm. circa, di pag. 292, con 138 figure e un indice alfabetico. — Edit. Edward Arnold & Co., 1927. - London, W. 41 e 43 Maddox Street. — Prezzo 16 scellini.

O. PERDOMINI. — *La telegrafia elettrica nei sistemi Morse ed Hugues.* Sesta edizione riveduta ed ampliata. - Manuale Hoepli, in tela, formato 11×15,5 cm., di pag. 424, con 200 incisioni e 5 tavole. 1927. — Prezzo L. 22,50.

## LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali

### I trasporti di carbone nell'Officina del Gas di Bovisa

Ing. CLEMENTE BOCCHI, Direttore Officina del Gas di Bovisa.

Non molti anni fa l'abbondanza della mano d'opera a buon mercato, rendeva economicamente superflua l'applicazione dei mezzi meccanici alla risoluzione dell'importante e non facile problema del trasporto del carbone nella grande officina, capace di una produzione di oltre 300.000 m<sup>3</sup> nelle 24 ore.

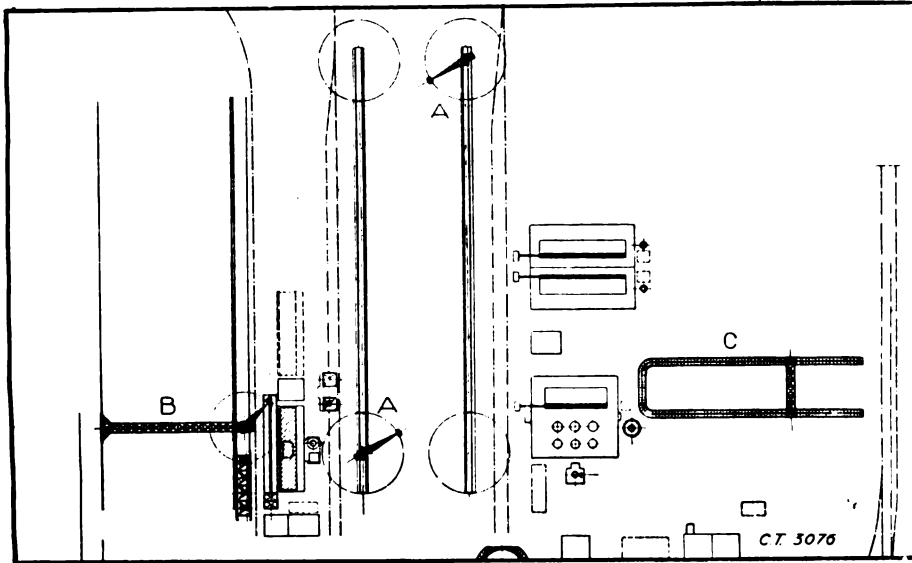


Fig. 1.

Dalla campagna robusti contadini venivano nelle officine effettuando gli scarichi faticosi di fossile ed il trasporto del coke rovente alle docce di estinzione ed ai depositi. Molti ricorderanno lo spettacolo delle file di uomini trasportanti a spalle ceste ricolme di coke che rovesciavano sull'alto di imponenti mucchi.

Ma durante e dopo la guerra la grande scarsità di mano d'opera capace di sopportare il faticoso lavoro, il crescere del suo costo, imposero la rapida costruzione di poderosi impianti che nel mentre riducono il più possibile la manovalanza rendono economiche le manipolazioni dei carboni stessi.

Le ingenti masse di fossile giornalmente ricevute dall'Officina, che frequentemente oltrepassano le duemila tonnellate, devono essere scaricate dai vagoni e mandate nei silos dei forni o depositate nei piazzali.

Non essendo stato possibile ottenere lo scarico automatico dei vagoni con piattaforme disponendosi a piano inclinato, e ciò perchè le ferrovie nostre non hanno materiale adatto, si dovette procedere alla vuotatura mediante benne a grinfia.

Lungo i binari racchiudenti un grande piazzale e prospicienti le tramogge delle batterie dei forni, furono costruiti due viadotti in cemento armato della lunghezza di m. 200 ed altezza m. 5,50 distanti l'uno dall'altro di m. 48 sopra i quali scorrono due potenti grue (A) girevoli elettriche, con benna a grinfia, le quali possono vuotare direttamente i vagoni oppure nei giorni di grande affluenza di carri caricare il carbone da una fossa laterale ai binari riempita vuotando a pala i vagoni.

Ciascuna gru, fig. 2, ha la potenzialità di 80 tonnellate-ora di fossile preso e scaricato, cioè circa 1300 tonnellate possono essere manipolate nelle otto ore lavorative e siccome ha uno sbraccio di m. 18 così essa può coprire un'area di circa 9000 metri quadrati formando un mucchio enorme che per un'altezza media di 4 metri può essere di oltre 30.000 tonnellate.

I movimenti sono tutti elettrici; la corrente trifase viene immessa mediante cavi di sezione di 200 mm quadrati nelle linee di rame contro le quali strisciano i pattini, a 160 volt, 42 periodi, ed aziona un motore di 75 HP per il sollevamento della benna ad una velocità di metri uno al minuto secondo con un carico totale di kg. 4000 dei quali kg. 2000 di fossile, un secondo motore della potenza di HP 25 per la traslazione alla velocità di metri 60 al minuto primo, ed un terzo di 18 HP

per la rotazione del braccio alla velocità di due giri completi al minuto primo. Lo sbraccio è variabile da m. 12 a m. 18 e tale movimento è ottenuto mediante vite mossa da motore di 13 HP.

Il consumo di energia con grue carica e eseguendo tutti i movimenti contemporaneamente è di circa 400 Ampères, però gli spunti nel sollevamento della benna a grinfia raggiungono gli 800 Ampères.

La manovra è eseguita da un solo operaio il quale raggiunge, pescando nel pieno e versando nella tramoggia dei forni a grue ferma, la portata oraria di circa 104 tonnellate.

Economicamente coi prezzi attuali dell'energia elettrica si può ritenere che in media il costo di una tonnellata scaricata dal vagone e posta in magazzino si aggiri a lire 1,50 tutto compreso.

Con l'applicazione delle due grue si ottenne di far fronte alle esigenze delle ferrovie che prescrivono lo scarico dei vagoni in 8 ore di lavoro ciò che rendeva necessario avere in officina sempre pronti un grande numero di scaricatori per poter vuotare le parecchie centinaia di vagoni che molte volte affluiscono nel raccordo dell'Officina.

Vennero così eliminate le difficoltà di trovare la mano d'opera ed aumentata la sicurezza dell'esercizio dell'Officina.

Il trasporto del coke è un problema più complesso giacchè trattandosi di materia di notevole valore, fragile, che deve conservare il più possibile la sua grossa pezzatura e che esce dai forni allo stato incandescente, richiede impianti più complessi e delicati. Dai forni a ritorta orizzontale o inclinata il coke scende accompagnato da un apposito carrello in un canale nel quale scorre una catena che lo trascina in un cassone nel mentre che opportune docce di acqua lo spengono. Dal cassone, impianti teleferici lo prendono e lo trasportano nei mucchi o nei silos a crivelli dai quali passa nei vagoni.

La quantità di coke proveniente da ciascuna ritorta è piccola, circa kg. 350 per cui tre vagoncini a telfer di circa un m<sup>3</sup> cadauno bastano per trasportare la produzione giornaliera di una batteria di forni di 50.000 m<sup>3</sup> nelle 24 ore cioè a circa tonnellate 125 di coke.

I vagoncini hanno un organo di sollevamento con motorino di 5 HP circa, con velocità di metri 15 al l' per la salita e la discesa, e traslano con velocità di m. 55 al l' mediante un motorino di 2 HP. La corrente è trifase, 160 volt, 42 pe-

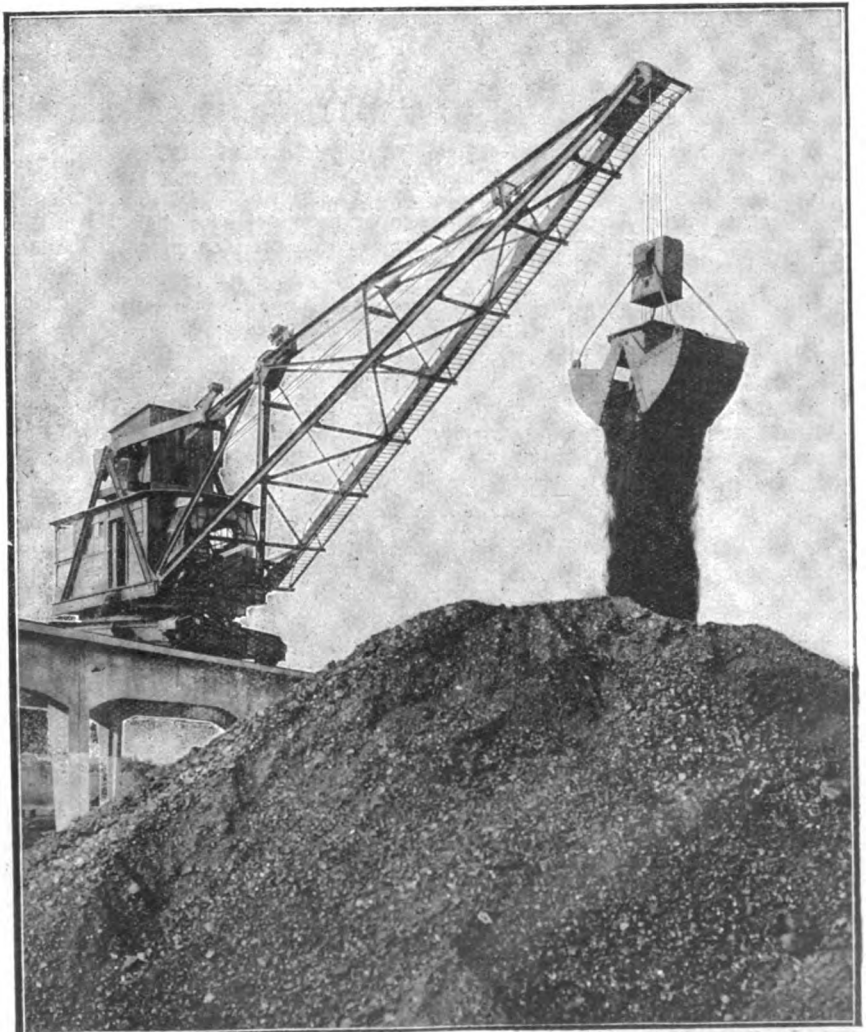


Fig. 2. Digitized by Google

riodi oppure continua a 220 V. Opportuni congegni elettrici rendono sicure le manovre, ed un sistema di interruttori automatici di blocco regolano la marcia dei vagoncini impedendo che due di essi vengano a trovarsi nella medesima sezione fra i due blocchi.

Pochissimo personale è adibito agli impianti di telfer (fig. 4). Due batterie di forni a ritorte inclinate di m. 6,10 di lunghezza, capaci di 100 mila m<sup>3</sup> nelle 24 ore, producendo 225 tonnellate di coke nelle 24 ore sono fatte funzionare con soli sei motoristi, con lieve spesa di energia elettrica e di manutenzione. Coi sistemi a telfer si formano mucchi di coke alti m. 9; lo scarico del coke dalla benna portata dal vagoncino avviene mediante apertura automatica della benna stessa che discendendo fino all'altezza del mucchio già iniziato impedisce la caduta dall'alto del coke che così non si rompe.

Dai forni a camere inclinate, fig. 6, il coke scende in parallelepipedi incandescenti delle dimensioni di m. 7,40 di lunghezza per m. 3,40 di altezza e m. 0,45 di larghezza del peso di sei tonnellate, cade entro benne in ferro apribili della capacità di m<sup>3</sup> 15 poste in vasche mobili trainate mediante argano ed è spento con docce sotto una torre pur essa mobile.

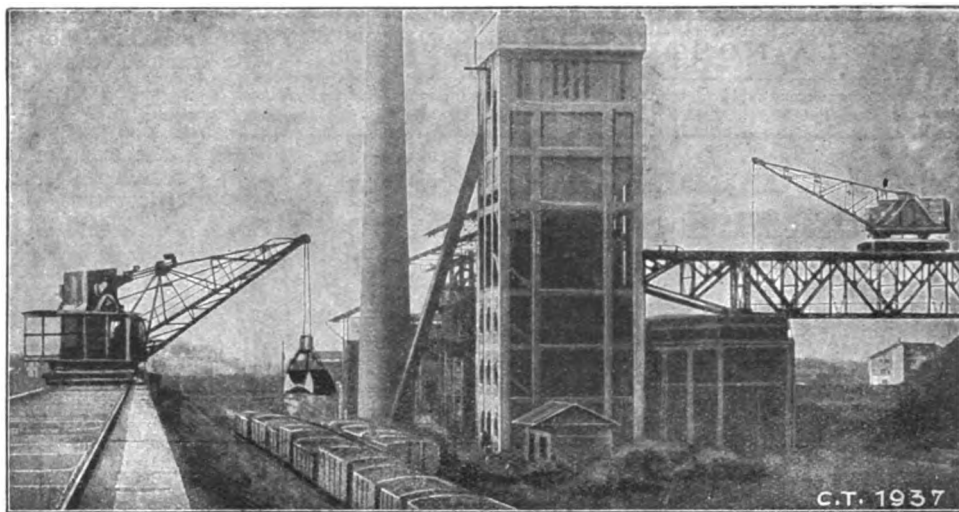


Fig. 3.

coke spento e la apre o sul mucchio o nel silos pure mobile, fig. 7. Vuotata la benna la grue la riporta sulla vasca mobile davanti ai forni, aggancia un'altra già piena e ripete l'operazione precedente.

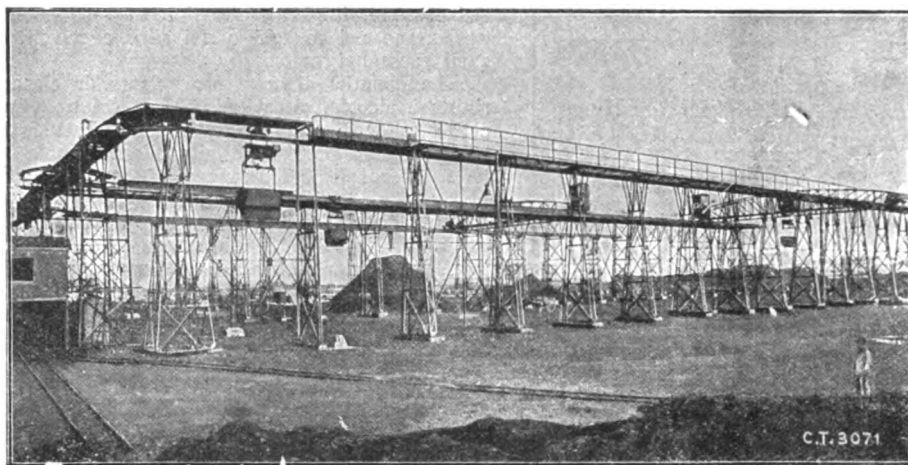


Fig. 4.

Il coke spento deve essere trasportato in parte nel silos d'alimentazione dei gazogeni ed il restante a magazzino o nel silos crivellatore dal quale scenderà poi nei vagoni.



Fig. 5.

Una speciale disposizione permette di usare la grue con benna a grinta, analoga a quelle del fossile, colla quale viene preso, senza frantumarlo, il coke dal mucchio e scaricato nel silos.



Fig. 6.

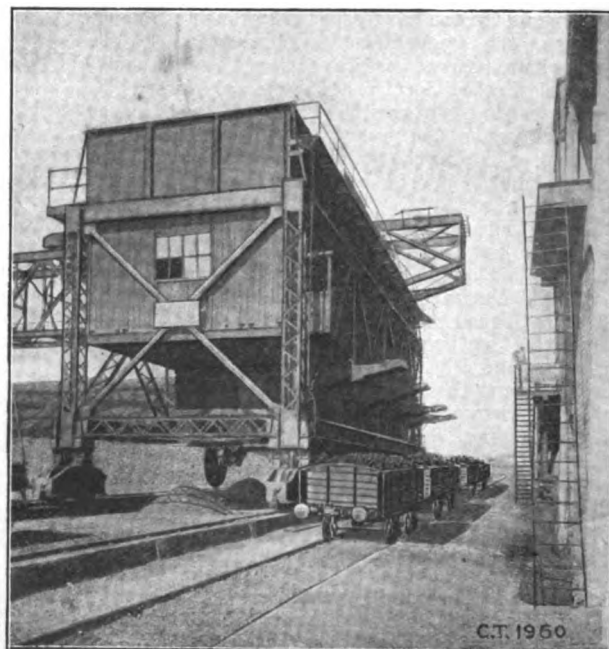


Fig. 7.

Su di un ponte mobile in ferro (B) in fig. 1 avente una grande mensola laterale, scorre una grue la quale prende la benna carica di

Le caratteristiche dell'impianto di trasporto del coke sono le seguenti:

Ponte mobile: scartamento fra le mezzette delle rotaie m. 60,



altezza del piano dalle rotaie di scorrimento e quelle di traslazione della grue m. 18, mensola di testata sporgente m. 12,50. Nella metà della briglia inferiore un motore elettrico di 46 HP comanda una trasmissione che percorre la briglia, scende lungo i due cavalletti di estremità ed azione i due meccanismi di traslazione la cui velocità è di m. 10,70 al minuto primo. Il cavalletto dell'estremità sinistra è rigidamente collegato alla trave superiore, quello di destra è libero e spostabile attorno robuste cerniere di acciaio. Il peso del ponte è di circa tonnellate 300. Le prove eseguite con flessimetri con grue carica nel punto di mezzo del ponte diedero una freccia di cedimento di mm. 40 e gli sforzi massimi indotti nelle mambrotture sono inferiori a kg 2000 per cm<sup>2</sup> per le tensioni, e kg 600 per cm<sup>2</sup> per le pressoflessioni. La traslazione avviene con movimento dolce e senza scossa alcuna.

**Grue del coke.** Sbraccio di m. 15, portata di tonn. 13, alzata di m. 20 circa, con velocità di sollevamento con benna da 13 tonn. m. 9 al minuto primo, e con benna a grinta di 4 tonn. m. 14 al minuto primo. L'argano è mosso da motore di 75 HP. La rotazione si fa con motore di 8,5 HP con velocità di un giro in 1' 30" e la traslazione con motore di 25 HP e velocità di m 15 al 1', fig. 5.

Tutti i motori sono di tipo completamente chiuso, una speciale linea elettrica li alimenta nel mentre che un cavo trifase di 500 mm. di sezione, extra flessibile, scende lungo il cavalletto del ponte e con presa a terra fornisce la corrente trifase a tensione 160 volt, 42 periodi a tutto il sistema.

**Silos mobile del coke** (figura 7). E' una batteria di 4 silos accoppiati di 125 m<sup>3</sup> di capacità cadauno della capacità di circa 250 tonnellate di coke. La costruzione è tutta in ferro montata su quattro coppie di robuste ruote in acciaio mosse da apposita trasmissione e che permettono all'intero silos di traslare ad una velocità di m. 10 al minuto primo sopra due rotaie aventi uno scartamento di m. 6. Ogni cassone ha sotto di sé un sistema di crivelli con movimento a scosse a due tavole con lamiere forate che grigliano il coke separandone la polvere e la granella le quali cadono separatamente in due cassoncini sottostanti nel mentre che il coke grosso passa su di uno scivolo mobile e cade nel vagone sottostante.

I crivelli sono mossi da un unico motore elettrico di 7 HP e ciascuno carica, nel tempo di circa 12 minuti primi, un vagone con 14 tonn. di coke. Un motore di 12 HP. serve alla traslazione dell'intero silos che porta un rullo sul quale si avvolge un cavo extra flessibile trifase 160 volt con presa a terra.

Il coke che esce dalle camere viene spento nella benna sotto la torre, sollevato dalla grue e scaricato nel silos dal quale scende crivellato e asciutto nei vagoni e spedito. Con tale manovra viene eliminata la spesa di mano d'opera di carico sui vagoni di coke.

La potenzialità dell'intero impianto è tale da trasportare in circa 12 ore la produzione di coke di 2 batterie di 60 camere, cioè tonnellate 330 sul mucchio di 60 metri di larghezza alla base e 14 circa di altezza, oppure nel silos per la spedizione di circa 30 vagoni.

Gli impianti per il trasporto del fossile e del coke, descritti, funzionano regolarmente da circa un anno in modo soddisfacente risolvendo praticamente ed in modo economico il problema dei trasporti.

Essi furono costruiti completamente a Milano presso la vecchia Ditta Ceretti e Tanfani specializzati nei macchinari di trasporto e possono essere citati ad onore dell'industria italiana.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Il nuovo Presidente Generale



GIANCARLO VALLAURI.

Ai Soci.

La nostra Associazione entra nel suo trentunesimo anno di vita. L'opera da essa compiuta finora ha esercitato una profonda benefica influenza sullo sviluppo dell'elettrotecnica in Italia e per ciò sul progresso civile del nostro Paese. Le direttive di tale opera, dettate dai miei Predecessori, segnano chiaramente il cammino da percorrere in futuro.

Unico ente, il quale raccolga tutte indistintamente le forze che agiscono nel campo dell'elettrotecnica, l'A. E. I. ha il privilegio e il dovere di promuoverne e di guidarne le manifestazioni più salienti. Se molto è stato fatto, molto resta ancora da fare per condurre l'Associazione, che è già un modello del genere in Italia, al livello non solo di potenza numerica, ma anche di intensa produttività e di efficace autorevolezza, che essa dovrebbe raggiungere. Il magnifico periodo di rinascita, che, per opera di un Uomo eccezionale, il Paese attraversa, crea una atmosfera quanto mai propizia ad un nuovo slancio in avanti del nostro antico e glorioso Sodalizio.

Nell'assumere l'alta carica, a cui col vostro suffragio avete voluto chiamarmi, desidero esprimerVi, egregi Consoci, anche a nome dei Colleghi della Presidenza, la nostra viva gratitudine ed il fermo proposito di adoperarci con le nostre migliori forze, affinché l'Associazione Elettrotecnica si avvicini sempre più al conseguimento dei suoi nobili fini e cooperi con crescente efficacia alla grandezza della Patria.

1° gennaio 1927.

G. VALLAURI.

\*

Il nuovo Presidente Generale ha inviato i seguenti telegrammi:

S. E. Cittadini — Roma.

Nell'assumere la presidenza dell'Associazione Elettrotecnica Italiana prego V. E. di porgere a S. M. il Re il mio rispettoso omaggio.  
VALLAURI.

S. E. Mussolini — Roma.

Chiamato a presiedere l'Associazione Elettrotecnica Italiana, che raccoglie tutte le forze operanti nel campo della scienza elettrica e delle sue applicazioni, prego V. E. di accettare deferente omaggio, espressione fermo proposito di tenace collaborazione alla magnifica opera del Governo per la rinascita nazionale.  
VALLAURI.

S. E. Belluzzo — Roma.

S. E. Volpi — Roma.

Prego illustre consocio, cui nome onora Associazione Elettrotecnica Italiana, accettare sentito omaggio nuovo Presidente Generale.  
VALLAURI.

### :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

#### L' ELETTRTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).	
Annate arretrate .....	cad. L. 100,—
più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno .....	» 100,—
» per l'Estero .....	» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....	» 3,50
» per l'Estero .....	» 5,—
più per postali	» 1,50

#### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	» 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli olii .....	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo .....	» 2,—
più per postali	» 0,80

#### INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES en Italie

L. 15,—	
più per postali	» 2,—
CONSTRUCTIONS ELÉCTROMÉCANIQUES MODERNES	
en Italie .....	L. 13,—
più per postali	» 2,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

Milano, 3 gennaio 1927.

S. E. Ciano — Roma.  
S. E. Giurati — Roma,Nell'assumere Presidenza Associazione Elettrotecnica Italiana  
prego Vostra Eccellenza accettare mio sentito omaggio.

VALLAURI.

Altri telegrammi di saluto sono stati inviati al Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale, Ing. Semenza, al Presidente della Uniel, On. Ponti, al Presidente del Sindacato Esercenti Imprese Elettriche, On. Motta, e al Sen. Marconi.

\*

### Verbale dello scrutinio per le elezioni della Presidenza Generale per il triennio 1927-1929.

Il giorno 28 dicembre 1926, alle ore 15,30, nei locali della Sede centrale si sono trovati presenti:

Il Sig. Ing. Luigi Emanueli - Presidente della Sezione di Milano  
e Delegato dal Presidente Generale a presiedere allo scrutinio;  
L'Ing. Giuseppe Comboni - Segretario Generale dell'A. E. I.;  
L'Ing. G. A. Rigatti - Cassiere Generale;  
L'Ing. Eugenio Gnesutta - Socio della Sezione di Milano;  
L'Ing. Calamini Carlo - Socio della Sezione di Milano e ingegnere della Sede centrale.

Verificata la corrispondenza fra il numero delle schede indicato sulle lettere accompagnatorie di ogni Sezione, e quello effettivamente riscontrato in ogni pacco, vennero iniziate le operazioni di scrutinio. Accertate le prescrizioni dell'art. 13 dello Statuto e degli articoli del regolamento che regolano le elezioni si procede alla verifica delle schede.

Per le cariche sociali risultano in totale 2301 schede.

Votanti . . . . . N. 2301

Schede valide . . . . . 2295  
» bianche . . . . . 2  
» nulle . . . . . 4  
— N. 2301

Presidente Gen. Ing. Prof. G. C. Vallauri:	Voti 2250	dispersi 38
Vice Presidente Gen. Ing. L. Selmo:	» 2193	» 188
» » Prof. Ugo Bordoni:	» 2155	» 26
Cassiere Generale Ing. Arturo Vismara:	» 2207	»

Perciò essendo il Presidente Generale uscente, Vice Presidente Generale di diritto, la nuova Presidenza per il triennio 1927-29 viene così costituita:

Presidente Generale: Ing. Prof. Giancarlo Vallauri.

Vice Presidente Generale: { Ing. Prof. Giuseppe Sartori.  
Ing. Luigi Selmo.  
Ing. Prof. Ugo Bordoni.

Segretario Generale: Ing. Giuseppe Comboni } da confermare  
Segretario della Presidenza: N. N. } dal  
Vice Segretario Gen.: Ing. Enzo Pugno Vanoni } Consiglio Generale  
Cassiere Generale: Ing. Arturo Vismara.

Il Segretario Generale: f.to COMBONI;  
Il Cassiere Generale: f.to RIGATTI;  
L'Ing. dell'Ufficio Centrale: f.to GALAMINI;  
Un socio: f.to GNESUTTA.

p. Il Presidente Generale G. SARTORI.  
il Presid. della Sez. di Milano:  
f.to Ing. L. EMANUELI.

\*

A questo verbale crediamo interessante aggiungere il seguente specchio della partecipazione alle elezioni delle varie Sezioni.

Sezione	Iscritti	Votanti	%
Bari . . . . .	162	81	50
Bologna . . . . .	393	192	48,8
Catania . . . . .	123	45	36,6
Firenze . . . . .	221	95	43
Genova . . . . .	351	186	53
Livorno . . . . .	207	130	62,8
Milano . . . . .	1570	517	32,9
Napoli . . . . .	470	253	53,8
Palermo . . . . .	147	48	32,7
Roma . . . . .	583	195	33,5
Sardegna . . . . .	96	41	42,7
Torino . . . . .	846	361	42,7
Trento . . . . .	93	24	25,8
Trieste . . . . .	187	47	25,1
Veneta . . . . .	222	86	38,7
<b>Totale</b>	<b>5671</b>	<b>2301</b>	<b>40,6</b>

Prof. ANGELO BARBAGELATA, Direttore responsabile.

Le percentuali dei votanti sono di gran lunga superiori a quelle delle precedenti elezioni: ciò che deve essere per tutti di vivo compiacimento. Ricordiamo le percentuali generali delle precedenti votazioni: 1906: 35,6% — 1909: 32,9% — 1912: 26,7% — 1915: 31,2% — 1918: 29% — 1920: 31,3% — 1923: 28,9%.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani. (\*)

- N. 185024 — NEWELL J. A.: Perfezionamenti ai carburatori per motori a combustione interna. — 3-5-1920.  
N. 230838 — NICOLAI K.: Cassetto a stantuffo a compensazione di pressione diviso in più parti. — 30-5-1924.  
N. 200996 — PACKARD MOTOR CAR Cy: Perfezionamenti negli smorzatori di vibrazioni. — 22-7-1921.  
N. 182513 — PAYENCHET R.: Carburateur permettant d'utiliser, le mètre dans l'alimentation d'un moteur à explosion. — 14-2-1920.  
N. 183456 — POIRMEUR L. I.: Moteurs rotatifs à explosions. — 23-3-1920.  
N. 202863 — PORTHAM R. S. e DORNAU J.: Perfezionamenti ai separatori di vapore. — 26-9-1921.  
N. 201060 — RECIP ROTO E Cy: Perfezionamenti alle pompe ed ai motori rotativi. — 6-7-1921.  
N. 188865 — REITEL H.: Dispositivo di lubrificazione centrale. — 10-7-1920.  
N. 185887 — BOSCH R. A. G.: Apparecchio elettrico di avviamento per motori a combustione interna. — 22-6-1920.  
N. 209864 — ROCCHIG: Motore a scoppio a due tempi e a due cilindri. — 10-4-1922.  
N. 185027 — SCHAEFER J.: Vaporisateur d'essence ou autre comburant pour moteurs à explosion. — 3-5-1920.  
N. 194955 — SCHMIDTSCHHE HEISSDAMPF GESELLSCHAFT m. b. H.: Procédé perfectionné pur utiliser la force et la chaleur de la vapeur. — 19-1-1921.  
N. 202453 — SIDNEY DAVID: Perfezionamenti inerenti o relativi alle turbine a vapore. — 29-9-1921.  
N. 191953 — SOC. AN. des ETABLISSEMENTS BALLOT: Moteur à deux temps avec distributeur équilibré pour le balayage. — 12-10-1920.  
N. 230814 — La stessa: Camera di compressione e di esplosione per motori a due tempi, a iniezione di combustibile e ad auto accensione. — 27-5-1924.  
N. 198149 — SOC. AN. MAISON DETILLEUX: Perfectionnements aux moteurs à vapeur. — 30-4-1921.  
N. 209118 — SOC. MOTEURS GNOME et RHONE: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 5-4-1922.  
N. 209120 — La stessa: Perfectionnements à la construction et à la disposition des cylindres pour moteurs à deux temps. — 5-4-1922.  
N. 209101 — SICILIANO A. J.: Innovazione nei e connesse con gli apparecchi per fornire acqua d'alimentazione a caldaie sotto pressione. — 3-4-1922.  
N. 230621 — STEINMUELLER L. & C. (Ditta): Caldaia a tubi d'acqua. — 30-4-1924.  
N. 182173 — THE SURFACE COMBUSTION COMPANY INCORPORATED: Perfectionnements apportés aux appareils injecteurs de mélanges gazeux. — 13-2-1920.  
N. 206400 — TARTRAI E. H.: Perfectionnements aux appareils d'injection dans les moteurs à combustion interne à combustible liquide. — 12-12-1921.  
N. 230679 — TESTONI A.: Regolatore centrifugo per magnete. — 23-5-1924.  
N. 209675 — TINELLI L.: Dispositivo auto-regolatore elettrico per la limitazione dei mezzi di riscaldamento di una caldaia a vapore. — 20-4-1922.  
N. 208040 — TOSI F. (Soc. An.): Innovazione alla valvola d'inserzione, nei motori a combustione interna. — 17-3-1922.  
N. 230855 — VANNETTI C.: Giunto per magnete a tracce e blocchetti. — 28-5-1924.  
N. 230092 — VERDIE' J.: Regolatore automatico dell'alimentazione dell'acqua nei generatori di vapore. — 22-4-1924.  
N. 210022 — VERRAZZI M.: Economizzatore di benzina per motori a combustione interna. — 18-5-1922.  
N. 177812 — WHALEY RALPH STANLEY: Perfezionamenti nelle teste dei cilindri dei motori a combustione interna. — 19-9-1919.  
N. 209908 — WALKER R.: Moteur à combustion. — 6-5-1922.  
N. 210033 — WORTHINGTON PUMP and MACHINERY CORP.: Rechauffage d'eau d'alimentation. — 18-5-1922.  
N. 230176 — ZAVAN A.: Candele d'accensione per motori a scoppio ad alette di refrigerazione poligonale. — 20-5-1924.  
N. 199770 — ALDOVRANDI F.: Motore ad aria compressa con riscaldamento d'aria nell'interno dei cilindri (Cpl.). — 14-6-1921.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)

### Errata - corregge

N. 34 del 5 dicembre 1926 - pag. 808;

Verbale della 2ª Seduta della Riunione di Brescia.

Ing. Righi — . . . (riga 27) leggesi: è il 150% di quello . . . — (riga 30) leggesi: . . . questo 150% sale ancora . . .

# L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La celebrazione di Volta e l'A. E. I.

L'iniziativa 1927 si chiamerà certamente l'Anno Voltiano, per l'importanza delle manifestazioni nazionali ed internazionali che si svolgeranno fra il Maggio e l'Ottobre, in occasione del centenario della morte del Grande Italiano che con l'invenzione della Pila, ha indubbiamente aperta la via allo studio ed alle applicazioni dell'energia elettrica. L'A.E.I. non poteva mancare di figurare ai primi posti fra gli organizzatori della celebrazione voltiana e, com'è noto, ha assunto la consulenza tecnica per la preparazione della mostra internazionale delle comunicazioni elettriche che si inaugurerà in primavera a Como. Ma, in più, ha voluto portare un proprio contributo diretto alle onoranze a Volta ed ha deciso di pubblicare un volume che valga a divulgarne l'opera, riassumendo gli studi principali e riportando le più salienti pubblicazioni del Grande Fisico. In seguito ai felici accordi intercorsi fra la nostra Associazione, la Commissione Reale che da anni cura la monumentale pubblicazione integrale delle opere voltiane, e l'Editore Hoepli, il libro è ormai pronto e di imminente pubblicazione, redatto dallo stesso Prof. Massardi, che con tanto amore si è completamente dedicato alla grande edizione nazionale. Pubblichiamo più avanti il sommario del grosso volume che potrà essere ceduto ai Soci, che ne facciano prenotazione, al prezzo veramente derisorio di venticinque lire: le 5 lire d'anteguerra! Noi siamo certi che saranno migliaia i consoci che si affretteranno a prenotarsi, perchè ogni elettrotecnico sente certamente vivissimo il desiderio di avvicinarsi allo Spirito del Grande, di conoscerne un po' meglio la vasta opera scientifica, di apprendere, per poterlo meglio ammirare, come sorsero in lui quelle geniali intuizioni che dovevano così prodigiosamente influire sulle origini e sui primi sviluppi della tecnica nostra.

E perchè anche all'estero sempre più si diffonda la conoscenza e l'ammirazione per il Grande Italiano, l'A.E.I. farà omaggio del volume ai numerosi fisici ed elettrotecnici stranieri che affluiranno a Como per i grandi congressi internazionali di fisica e di telegrafia e telefonia del prossimo settembre.

### Misure di angoli di fase.

Nel corso delle sue ricerche sulle perdite di energia nei condensatori <sup>(1)</sup>, il collega VALLAURI si è trovato di fronte ad un problema ben noto e fino ad oggi non completamente risolto, quello della determinazione dell'errore di fase del circuito voltometrico dei wattometri elettrodinamici. Per i bisogni della tecnica ed anche delle ordinarie misure di precisione, ci si accontenta di solito di esser certi, che l'influenza di tale errore sia trascurabile; ma appena si tentano misure speciali e principalmente quelle con fattore di potenza molto basso, ci si accorge che l'errore non è più trascurabile e può completamente falsare i risultati.

Si presenta allora il problema di valutare esattamente l'errore, per tentare di eliminarlo mediante correzioni, e di determinare da quali elementi l'errore stesso dipenda, per cercare di costruire il circuito voltometrico in modo da ridurlo al minimo.

Il problema è di soluzione tutt'altro che facile. Una via è quella, da cui prese le mosse il nostro collega nel suo studio precedente; e consiste nel servirsi appunto di misure col wattometro e con fattore di potenza bassissimo (per es. su condensatori affetti da perdite minime) per confrontarle con un'altra indipendente determinazione della potenza, ad es. per via calorimetrica. Ma il procedimento è così lento e laborioso, che non può dare se non pochi valori dell'errore, e non permette di seguire la variazione di esso in funzione dei vari elementi che lo determinano.

E' stato quindi necessario ricercare un'altra via, che permettesse di ottenere più direttamente e sollecitamente l'errore di fase di un circuito di impedenza prevalentemente ohmica. Il Vallauri è stato quindi spinto sia a riesaminare da un punto di vista generale il quesito della misura degli angoli di fase, sia ad escogitare un particolare processo di misura, in cui si ricorre all'uso del tubo di Braun (od oscillografo a raggi catodici). Questo apparecchio, che, con l'aggiunta del catodo di Wehnelt, è uscito ormai dal laboratorio di elettrofisica per acquistare cittadinanza anche in quello di elettrotecnica, ha permesso di risolvere assai bene il problema; e ha dato modo di raccogliere molti dati, che ci sembrano interessanti, sulle proprietà delle resistenze voltometriche dei wattometri, la cui costruzione potrà certo essere perfezionata coll'aiuto del nuovo procedimento di verifica degli errori di fase.

### Trazione ad accumulatori.

L'Ing. VENTRELLA tenne la scorsa primavera alla Sezione di Torino una lunga comunicazione, della quale solo oggi possiamo iniziare la pubblicazione, sullo stato attuale della trazione elettrica ad accumulatori, che nonostante le fiere discussioni di un tempo, ha fatto essa pure la sua strada, in quei campi, necessariamente limitati, nei quali essa può sostenere il confronto economico con gli altri sistemi. La pubblicazione di Ventrella è ricca di interessanti dati numerici desunti in gran parte da risultati d'esercizio di linee utilizzanti i più noti tipi di accumulatori. Sullo stesso piano il Ventrella presenta anche delle previsioni d'esercizio per un nuovo tipo di accumulatore, del quale si è ampiamente discusso su questo giornale, basandosi sui risultati di alcune prove di laboratorio. Non c'è che da augurarsi che le rosee previsioni del Ventrella abbiano a trovarsi d'accordo coi fatti, quando si farà, coi nuovi accumulatori, qualche serio esperimento di trazione a vero carattere industriale; e tale cioè da poter essere realmente confrontato nei suoi risultati, coi risultati già acquisiti.

LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

(1) L'Elettrotecnica, 15 novembre 1926, vol. XIII, n. 32, pag. 733.

# MISURA DI ANGOLI DI FASE COL TUBO DI BRAUN □ □ □ □ □ □ □ □ ERRORE DI FASE DELLE RESISTENZE VOLTOMETRICHE □ □ □ □ □ □ □ □

G. VALLAURI

## 1. - Angolo di fase.

Nello studio dei problemi relativi ai fenomeni periodici, si ammette assai spesso di poter attribuire alle grandezze in questione le proprietà di grandezze armoniche semplici o, come suol dirsi, di grandezze sinusoidali; altre volte, scomposte dapprima le grandezze stesse, secondo il principio di Fourier, in componenti armoniche, si considera poi ciascuna di queste separatamente. In ambedue i casi, riferendosi a due grandezze armoniche di egual periodo, è agevole definire la differenza di fase fra di esse, la quale risulta individuata dal rapporto fra un certo intervallo di tempo e la durata del periodo o, più semplicemente, da un angolo. Si presenta di frequente il problema di misurare tale differenza di fase o angolo di fase.

Nella tecnica delle correnti alternate interessa assai spesso ad esempio, sempre nell'ipotesi di grandezze armoniche semplici, la misura dell'angolo di fase  $\varphi$  fra la tensione  $V$  ai capi di un tratto di circuito monofase e la corrente  $I$  che in esso circola; ed è ben noto, che la potenza assorbita da quel tratto di circuito risulta espressa da  $P = V I \cos \varphi$  (essendo  $V$  ed  $I$  i valori efficaci delle rispettive grandezze). Così pure interessa, per la risoluzione di noti problemi tecnici, la determinazione della differenza di fase fra due tensioni ovvero fra due correnti (ad es. fra primario e secondario di un trasformatore, ovvero fra le varie fasi di un sistema polifase squilibrato, ecc.). Bastano questi esempi per far distinguere tre casi principali di misura dell'angolo di fase, a seconda che si tratta dell'angolo fra una tensione e una corrente, o fra due tensioni, o fra due correnti.

Nei riguardi dei metodi di misura dell'angolo di fase, non sembra ingiustificato tentare di classificarli in modo alquanto diverso da quello, che altri autori <sup>(1)</sup> hanno adottato nel trattare delle misure sui circuiti a corrente alternata. La classificazione qui proposta comprenderebbe:

- metodi di proiezione, in cui l'angolo di fase è ricavato, per mezzo del suo coseno, da una lettura di deviazione, eseguita su uno strumento che dà il prodotto scalare  $A_1 A_2 \cos \varphi_{1,2}$  dei due vettori  $A_1$  e  $A_2$ , fra i quali è compreso l'angolo  $\varphi_{1,2}$  da misurare;
- metodi di rotazione, in cui l'angolo di fase di ogni vettore, rispetto a una fase di riferimento, è ricavato, con l'aiuto di un indicatore di zero, da una lettura angolare su un apparecchio, in cui si produce un campo (elettrico o magnetico) rotante;
- metodi di spostamento, in cui l'angolo di fase incognito si ricava, ancora con l'aiuto di un indicatore di zero, dagli spostamenti noti, prodotti nell'angolo di fase di una parte ausiliaria di circuito per mezzo di variazioni relative di resistenza o di reattanza.

## 2. - Metodi di proiezione.

Gli strumenti di misura, di cui più comunemente si fa uso per ricavare l'angolo di fase, sono gli strumenti elettrodinamici a due circuiti e quelli elettrostatici a tre armature. L'azione meccanica, che si utilizza in tali strumenti, può, con opportuni accorgimenti, esser resa proporzionale in ogni istante al prodotto dei valori, che in quel medesimo istante assumono le correnti nei due circuiti dell'elettrodinamometro, ovvero due tensioni convenientemente applicate alle armature dell'elettrometro a quadranti. L'azione media risulta allora proporzionale al

prodotto interno  $A_1 A_2 \cos \varphi_{1,2}$  dei due vettori caratteristici delle grandezze armoniche considerate. Ne segue, che tanto l'elettrodinamometro, quanto l'elettrometro:

1) definiscono l'angolo di fase attraverso un metodo di proiezione, ossia ne danno il valore (quando siano altrimenti noti i valori efficaci delle due grandezze alternative armoniche) per mezzo del valore del suo coseno;

2) consentono direttamente la deduzione dell'angolo di fase solo per due grandezze di eguale natura e precisamente per due correnti nel caso dell'elettrodinamometro e per due tensioni nel caso dell'elettrometro.

La prima proprietà ha per conseguenza che, anche indipendentemente dagli errori di misura, l'approssimazione assoluta con cui l'angolo vien definito, tende a zero insieme con l'angolo stesso. I metodi non sono quindi applicabili per la misura di angoli molto piccoli.

La seconda proprietà rende necessario ricorrere a speciali artifici, quando una od ambedue le grandezze alternative considerate non sono della natura, a cui è adatto lo strumento. L'artificio consiste nel sostituire ad una tensione data una corrente (o viceversa), che stia rispetto alla prima in un rapporto ben definito così di ampiezza, come di fase; e si cerca solitamente di fare in modo che il rapporto di fase sia una semplice identità.

Per far agire una corrente in luogo di una tensione, si deriva allora fra i capi di quest'ultima un circuito di pura resistenza ohmica; ed analogamente, per far agire una tensione in luogo di una corrente, si deriva la prima ai capi di una resistenza ohmica, in cui si fa circolare la seconda. Sono noti al riguardo i comuni artifici per adattare sia l'elettrodinamometro, sia l'elettrometro a quadranti alla misura della potenza (fig. 1):

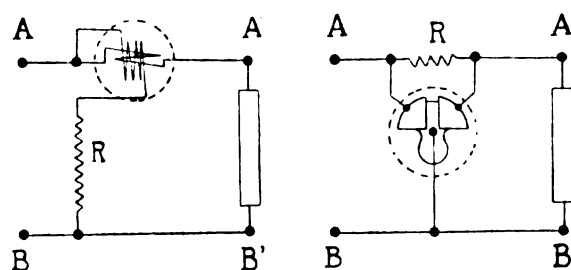


Fig. 1.

e sono note altresì le cause di errore, che influiscono sui risultati ottenuti con tali strumenti. In particolare, quando per la determinazione di un angolo di fase si debba ricorrere ad essi, il risultato della misura dipende a sua volta dalla conoscenza di un altro angolo di fase, che è quello (eventualmente nullo) del tratto di circuito ausiliario (indicato in fig. 1 con  $R$ ), introdotto per effettuare la sostituzione di una tensione ad una corrente o viceversa <sup>(2)</sup>.

## 3. - Metodi di rotazione.

Nei laboratori e nella tecnica vengono usati anche altri strumenti di misura degli angoli di fase, in cui si utilizzano non più i metodi di proiezione, sibbene le azioni reciproche fra un campo rotante ed un alternativo, ovvero fra due campi rotanti, siano essi campi elettrici, siano essi campi magnetici prodotti da correnti. Su questo concetto (ed in particolare sull'uso di campi magnetici) si basano tutti i metodi, che riportano la misura dell'angolo di fase a quella dello spostamento angolare del rotore del così detto « variatore di fase ». L'esemplificazione di questi metodi, che possono giovare dei procedimenti per sostituzione, per riduzione a zero o per opposizione, degli schemi a ponte, ecc., sarebbe qui fuori luogo <sup>(3)</sup>. Basti ricordare il modo più comune di misurare, sul cerchio graduato del variatore, la differenza di fase fra due tensioni  $M_1 N_1$  e  $M_2 N_2$  per mezzo delle due letture, che corrispondono alla riduzione a zero dell'indicazione dell'elettrodinamometro (fig. 2). Sul medesimo concetto si basano anche la costruzione ed il funzionamento degli apparecchi « indicatori di fase » usati nella tecnica degli impianti elettrici (ad es. quello schematizzato in fig. 3).

I metodi di rotazione, a differenza di quelli di proiezione,

<sup>(1)</sup> Per la tecnica delle misure con corrente alternata si vedano i fondamentali lavori pubblicati a più riprese da A. Barbagelata e da L. Emanuelli e fra gli altri, quelli comparsi negli Atti del Congresso delle Applicazioni Elettriche - Torino 1911, vol. II, pag. 871, ne *L'Elettrotecnica*, 15 settembre 1915, vol. II, n. 26, pag. 594 e 15 marzo 1921, vol. VIII, n. 8, pag. 165.

<sup>(2)</sup> G. V. *L'Elettrotecnica*, 15 novembre 1926, vol. XIII, n. 32, pag. 733, § 7 e Pubblicazione n. 37 dell'Istit. E.-e R. T. della R. Marina.

<sup>(3)</sup> Si veda: A. Barbagelata loc. cit. nota <sup>(1)</sup> ed anche: Ponte-potenzimetro a corrente continua e alternata. (Allochio e Bacchini - Milano).



danno una approssimazione assoluta, nella misura dell'angolo di fase, che è la medesima, qualunque sia il valore di esso. Ne segue, che la misura di angoli piccoli è possibile, ma l'approssimazione relativa è tanto più bassa, quanto più piccolo è l'angolo da misurare.

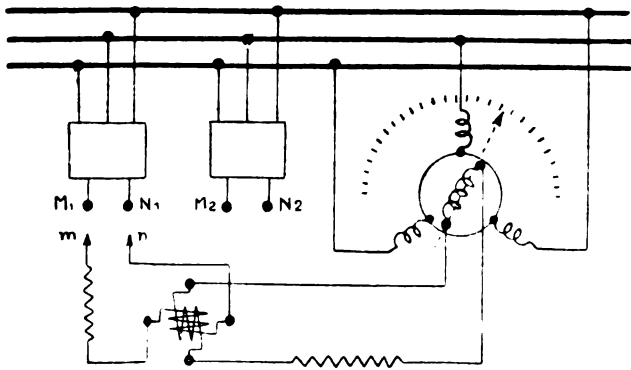


Fig. 2.

Riguardo alla natura delle due grandezze, di cui si vuol misurare l'angolo di fase, questi dispositivi subiscono le stesse limitazioni e richiedono gli stessi artifici, che i metodi di proie-

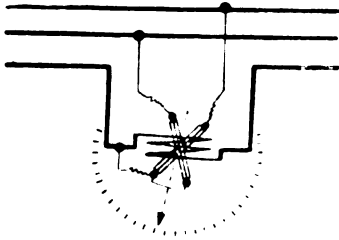


Fig. 3.

zione. Per di più essi richiedono anche gli artifici necessari alla produzione del campo rotante, quando non si disponga di un sistema polifase equilibrato di tensioni o di correnti.

#### 4. - Metodi di spostamento.

Ai metodi di rotazione ora descritti si potrebbero anche ricondurre quei procedimenti di misura, cui sembra applicabile il nome di metodi di spostamento. Si ritiene tuttavia preferibile considerarli a parte. In essi, senza ricorrere all'uso di campi rotanti, si sposta artificialmente di un angolo noto  $\psi$  la fase di una delle due grandezze  $A_1$  ed  $A_2$ , per es. della  $A_1$  portandola in  $A'_1$  (fig. 4) fino ad ottenere un nuovo angolo di fase  $\chi$  fra le due, anch'esso noto, così da poter poi dedurre per somma algebrica l'angolo di fase incognito  $\varphi = \chi + \psi$ . Per l'applicazione di questi procedimenti si prestano bene, come indicatori di zero, gli strumenti stessi dei metodi di proiezione, ossia l'elettrometro a quadranti e l'elettrodinamometro, in quanto che essi danno indicazione nulla nel caso di angolo di fase pari a  $\pi/2$ , cioè, come suol dirsi, nella condizione di quadratura fra le due grandezze agenti. Convien quindi in questi casi fare

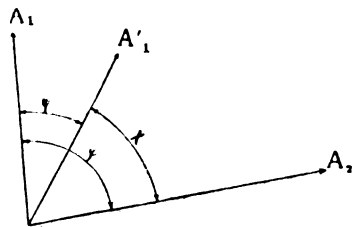


Fig. 4.

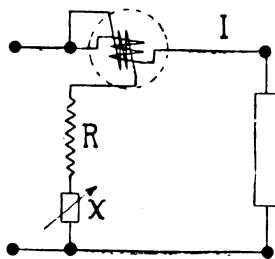


Fig. 5.

avvenire lo spostamento in modo, che il nuovo angolo di fase  $\chi$  sia eguale a  $\pm \pi/2$ . Esempio di ciò è lo schema di inserzione dell'elettrodinamometro, rappresentato in fig. 5. Esso permette la determinazione dell'angolo di fase  $\varphi$  fra la tensione  $V$  e la corrente  $I$  mediante la riduzione a zero della indicazione dell'elettrodinamometro, ottenuta variando la reattanza  $X$  inserita ad es. in serie nel circuito ausiliario (o circuito voltmetrico). Si ha allora che l'angolo di fase  $\chi$  fra la corrente  $I$  e la

corrente ausiliaria o voltmetrica  $I_v$  è  $\pm \pi/2$ , quello  $\psi$  fra la tensione  $V$  e la corrente  $I_v$  è  $\text{arc. tg } \frac{X}{R}$ , ove  $X$  rappresenta la reattanza totale (in serie) del circuito voltmetrico ed  $R$  la corrispondente resistenza totale. Si ha quindi:

$$\varphi = \pm \frac{\pi}{2} + \text{arc tg } \frac{X}{R}.$$

Analogamente si può esaminare il caso, in cui lo spostamento di fase si ottenga mediante reattanze note e regolabili poste in derivazione sulla  $R$  della fig. 5, anziché in serie con essa, ovvero i casi corrispondenti, in cui in luogo dell'elettrodinamometro si usi l'elettrometro a quadranti secondo lo schema di principio della fig. 1.

Come si vede, questi procedimenti, usati per determinare l'angolo di fase (fra tensione e corrente) del circuito principale, hanno il difetto di richiedere a priori la conoscenza dell'angolo di fase di un altro circuito e precisamente di quello del circuito ausiliario. Essi vengono perciò preferibilmente usati come metodi di sostituzione, per determinare la differenza fra l'angolo di fase di un dato circuito e quello di un altro, che si assume come campione <sup>(4)</sup>.

Si rileva altresì, che gli accennati metodi di spostamento potrebbero anche considerarsi come metodi di proiezione, in cui si sia introdotto l'artificio dello spostamento di fase per trasformarli in metodi di riduzione a zero.

#### 5. - Limitazioni dei vari metodi.

I metodi di misura accennati offrono materia, sempre dal punto di vista della determinazione degli angoli di fase, ad alcune considerazioni generali.

Il metodo di rotazione, poichè riconduce la determinazione alla misura di un angolo geometrico, non è adatto ai casi in cui si richieda una notevole approssimazione assoluta e quindi in particolare al caso della misura di angoli piccoli. Ciò è dovuto sia alle limitazioni inerenti alla diretta misura geometrica, sia alla difficoltà di produrre un campo rotante perfettamente puro. Quest'ultima difficoltà deriva a sua volta sia da quella di disporre di un sistema polifase esattamente equilibrato, sia da quella di evitare le influenze, che sulla distribuzione del campo esercitano la forma e la disposizione degli avvolgimenti induttori, se il campo è elettromagnetico, delle armature induttrici, se il campo è elettrico.

I metodi di proiezione, poichè definiscono l'angolo per mezzo del coseno, non permettono, come si è visto, la misura di angoli piccoli e danno invece la massima approssimazione nel caso di angoli prossimi a  $\pm \pi/2$  <sup>(5)</sup>. Ciò vale, se le due grandezze da confrontare sono due correnti nel caso dell'elettrodinamometro o due tensioni nel caso dell'elettrometro a quadranti. Ma se la misura richiede la sostituzione di una corrente ad una tensione o viceversa, si aggiungono tutte le difficoltà inerenti alla determinazione dello spostamento di fase (eventualmente nullo), a cui dà luogo tale sostituzione. Esempio ben noto di tali difficoltà si ha nel caso di misure wattometriche con fattore di potenza molto basso, appunto per l'errore di fase del circuito voltmetrico <sup>(6)</sup>.

Analoghe considerazioni valgono per il metodo di spostamento, in quanto differisce dal metodo di proiezione, solo perchè adattato alla riduzione a zero. Ma nei riguardi dell'approssimazione, con cui può essere noto lo spostamento stesso (ottenuto modificando il rapporto fra resistenza  $R$  e reattanza  $X$  di un determinato tratto di circuito), giova rilevare quanto segue. L'angolo di fase proprio del circuito ausiliario (ad es. del circuito voltmetrico in fig. 5) è dato da  $\psi = \text{arc. tg. } \frac{X}{R}$  e, applicando le regole di differenziazione, si hanno per l'angolo di spostamento  $\Delta\psi$  prodotto da una variazione  $\Delta X$ , ovvero da una variazione  $\Delta R$  le espressioni:

$$\Delta\psi_X = \Delta X \frac{R}{R^2 + X^2} \quad ; \quad \Delta\psi_R = -\Delta R \frac{X}{R^2 + X^2}.$$

Ne segue che, se i valori di  $R$  e di  $X$  sono dello stesso ordine

<sup>(4)</sup> loc. cit. nota <sup>(2)</sup> § 9.

<sup>(5)</sup> Non si deve evidentemente confondere la misura dell'angolo con quella del coseno, quale interessa ad es. nel caso della misura di potenza.

<sup>(6)</sup> loc. cit. nota <sup>(2)</sup>, § 7.

di grandezza, ossia se l'angolo di fase del circuito, in cui si vuol produrre lo spostamento di fase è lontano sia da 0 sia da  $\pm \pi/2$ , occorre, per valutare lo spostamento prodotto da una variazione  $\Delta X$  ovvero da una  $\Delta R$ , che siano noti con eguale approssimazione tanto  $R$ , quanto  $X$ . Nel caso invece, in cui l'angolo sia prossimo a 0 ( $X \ll R$ ) e si produca lo spostamento per mezzo di una variazione  $\Delta X$ , il valore di  $X$  non occorre che sia noto con grande precisione, purchè si conoscano esattamente la variazione  $\Delta X$  e la resistenza  $R$ . Analogamente, se l'angolo di fase è prossimo a  $\pm \pi/2$  ( $R \ll X$ ) e lo spostamento si produce mediante  $\Delta R$ , il valore di esso dipende essenzialmente da quelli di  $X$  e di  $\Delta R$ , ed in modo inapprezzabile da quello di  $R$ .

Queste semplici relazioni rendono, in determinati casi, a cui si accenna in seguito, particolarmente prezioso il metodo di spostamento, perchè consentono di effettuare misure di angolo di fase con approssimazione molto elevata e non altrimenti raggiungibile.

## 6. - Il tubo di Braun come indicatore di coincidenza di fase.

Dalle considerazioni esposte risulta, che i metodi e i dispositivi per la misura degli angoli di fase utilizzano generalmente l'elettrodinamometro o l'elettrometro a quadranti, i quali vengono usati come strumenti a deviazione col metodo di proiezione e come indicatori di zero con gli altri due metodi. Fermando più particolarmente l'attenzione su questo secondo uso, si rileva che quegli strumenti sono indicatori di zero solo nella condizione di quadratura e permettono la diretta determinazione solo nel caso del confronto fra due correnti o fra due tensioni rispettivamente. Si comprende quindi come possa riuscire assai utile un apparecchio, che sia indicatore di zero nella condizione di identità di fase, in luogo che in quella di quadratura, e che permetta il confronto diretto sia fra due tensioni, sia fra due correnti, sia fra una tensione ed una corrente. A questi requisiti soddisfa il tubo di Braun.

E' noto che, nella forma più usata del tubo di Braun, il fascio catodico può essere deviato secondo due direzioni ortogonali, sia sotto l'azione di campi elettrici, sia sotto l'azione di campi magnetici. I primi sono ottenuti di solito mediante coppie di armature metalliche, i secondi mediante coppie di solenoidi, convenientemente disposte. Si ha quindi che, servendosi o dei due campi elettrici o dei due campi magnetici o infine di un campo elettrico e di uno magnetico, è possibile mettere in relazione fra loro due tensioni, ovvero due correnti od anche una tensione ed una corrente.

La teoria delle figure, che possono ottenersi sullo schermo del tubo di Braun per effetto di due azioni deviatrici ortogonali a variazione periodica, le condizioni, a cui tali azioni debbono soddisfare, affinché la figura rimanga fissa sullo schermo, la possibilità di comporre l'effetto di due azioni deviatrici non ortogonali ovvero di un numero maggiore di azioni e così via, potrebbero formare oggetto di una trattazione di carattere generale, che abbraccerebbe come casi particolari i moltissimi già esemplificati qua e là nella letteratura tecnica.

Se ci si limita a considerare il caso molto semplice, in cui le due azioni deviatrici siano ortogonali e varino con legge armonica di eguale periodo, e se si ammette l'ipotesi di proporzionalità lineare fra deviazione e campo, è noto che la figura descritta dal fascio sullo schermo è un'ellisse. Gli elementi caratteristici della forma e della posizione di questa ellisse dipendono esclusivamente dall'ampiezza delle due deviazioni componenti e dalla loro differenza di fase. Se ne deduce, che il tubo di Braun potrebbe essere adoperato anche come apparecchio a deviazione; ed è facile ricavare le relazioni analitiche, che permettono, in base al rilievo dell'ellisse riferita agli assi coordinati (il cui tracciamento si esegue, come è noto, lasciando agire da sola sul fascio prima l'una, poi l'altra delle cause deviatrici), di dedurre l'angolo di fase. Ma, sia perchè il rilievo dell'angolo di fase non è immediato, sia perchè la figura, per effetto delle approssimazioni introdotte, non è rigorosamente un'ellisse, sia infine perchè la grossezza delle linee costituenti l'immagine non è trascurabile in confronto con le sue dimensioni massime, non sembra che il tubo di Braun possa essere usato come strumento a deviazione, da cui ricavare indicazioni quantitative, se non in quei casi, in cui ci si può accontentare di approssimazioni grossolane.

E' parso per contro, che il tubo potesse essere usato con vantaggio, come strumento indicatore di zero, nell'applicazione di quei metodi di misura, a cui si è dato di sopra il nome di metodi di spostamento (§ 4). È noto infatti che l'ellisse, ottenuta nel modo accennato, assume la forma degenera di un segmento

di retta, quando la differenza di fase fra le due deviazioni componenti si annulla. L'indicazione di zero si ha dunque in tale condizione; e questa può già essere individuata abbastanza bene direttamente, se il fascio è sottile e netto; ma può essere rilevata con precisione molto maggiore come media fra le due condizioni, in cui i due archi di ellisse sovrapposti cominciano appena a distaccarsi sullo schermo in un senso o nell'altro. Nè si deve dimenticare, che per lo scopo di determinare la condizione, in cui v'è coincidenza di fase, non occorre affatto che tutta l'ellisse sia compresa nello schermo del tubo. Il diametro maggiore dell'ellisse può essere reso di gran lunga più grande che quello del tubo, in modo che la parte visibile di essa si riduca a due tratti apparentemente rettilinei e paralleli, che debbono essere condotti a coincidere. Con ciò si ottiene evidentemente una sensibilità di indicazione, di fronte a piccoli spostamenti di fase, che può essere resa notevolissima. Si calcola infatti facilmente che, per spostamenti di fase  $\varphi$  molto piccoli, se  $A$  e  $B$  sono le elongazioni massime delle due vibrazioni componenti impresse al fascio, il semiasse minore dell'ellisse descritta sullo schermo è:

$$b = \frac{AB}{\sqrt{A^2 + B^2}} \varphi$$

Con valori abbastanza grandi di  $A$  e  $B$  è possibile, come si accenna più oltre, apprezzare variazioni assai piccole di  $\varphi$  per mezzo della conseguente variazione di  $b$  sullo schermo.

## 7. - Uso del tubo di Braun per misure di angoli di fase.

Il tubo di Braun, usato nel modo descritto, è un indicatore di coincidenza di fase e si adatta quindi senz'altro ai me-

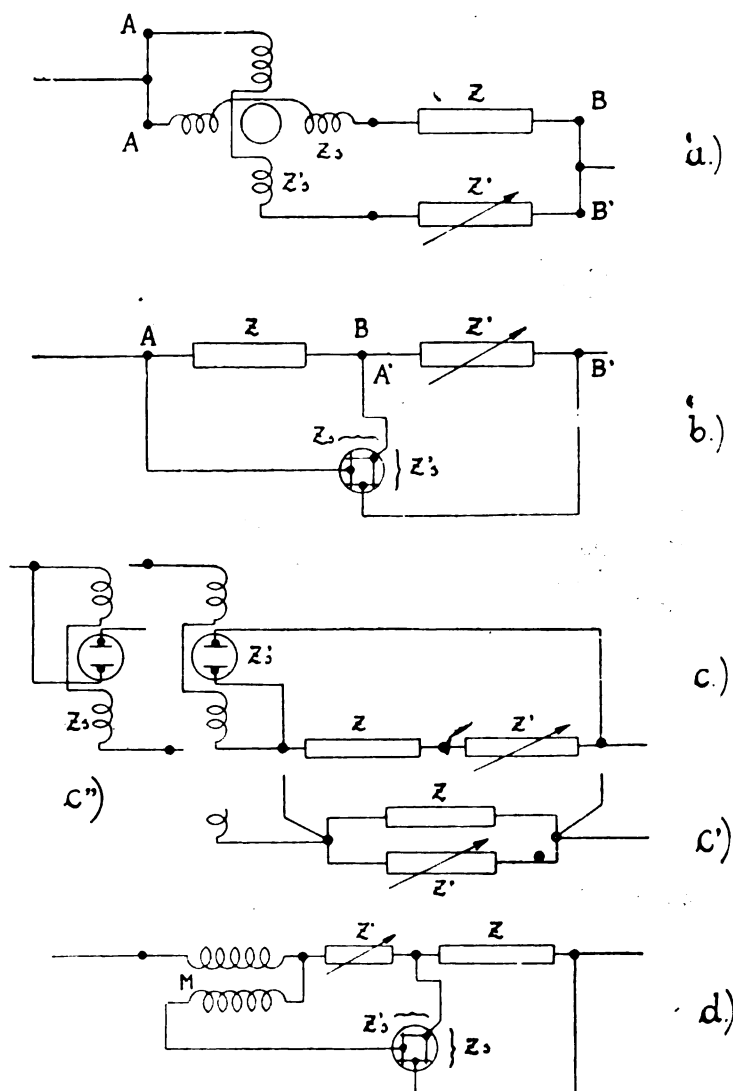


Fig. 6.

todi, che utilizzano gli indicatori di zero, cioè ai metodi di rotazione e a quelli di spostamento. Non sembra tuttavia, che riguardo ai primi l'uso del tubo presenti vantaggi notevoli in

confronto con quello degli apparecchi indicatori di quadratura (elettrodinamometro, elettrometro), laddove, riguardo ai secondi, il fatto, che si possano confrontare direttamente fra loro anche tensioni e correnti, riesce assai vantaggioso.

Gli schemi di principio si possono ricondurre ai tipi principali rappresentati in fig. 6. Lo schema *a* si riferisce al confronto fra due correnti e permette evidentemente la determinazione dell'angolo di fase incognito del tratto di circuito *AB*, quando si conosca il modo di variare dell'angolo di fase del tratto *A'B'*, per tutti i valori che si possono dare ad una o ad ambedue le componenti (resistenza e reattanza) dell'impedenza regolabile *Z'*. Lo schema *b* serve analogamente per il confronto fra due tensioni; lo schema *c*, con le relative varianti *c'* e *c''* per il confronto fra una tensione ed una corrente. Lo schema *d* offre un esempio, fra i molti che si possono ideare, del modo di trarre partito dei fenomeni di induzione mutua in queste misure.

Per meglio chiarire la proposta applicazione del tubo di Braun, si può accennare più particolarmente ad esempio alla misura dell'angolo di fase di una impedenza prevalentemente ohmica, ovvero di una prevalentemente reattiva. In questi casi si utilizzano i vantaggi già accennati nell'ultima parte del § 5.

Nel primo caso, essendo *Z* la impedenza prevalentemente ohmica, di cui si vuol misurare l'angolo di fase, si può usare ad es., lo schema della fig. 7*a* (derivato da quello della fig. 6*c*), se la *Z* è leggermente capacitiva, ovvero quello della fig. 7*b* (derivato da quello della fig. 6*c'*) se la *Z* è leggermente induttiva. È questo il caso della misura dell'angolo di fase nelle resistenze voltometriche dei wattometri, riguardo al quale si riportano in seguito alcuni risultati quantitativi.

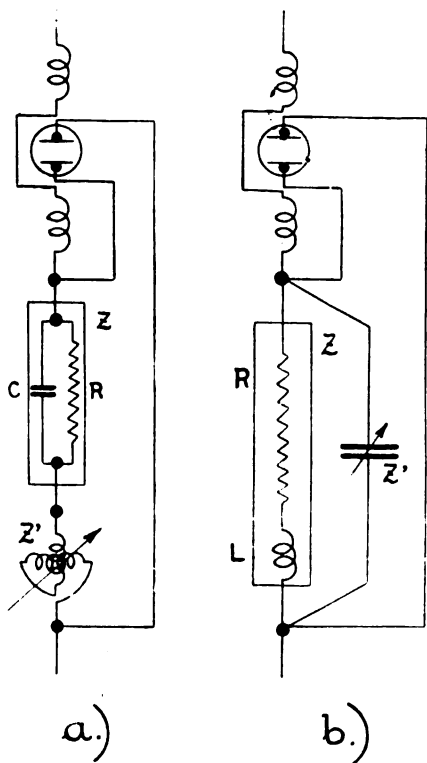


Fig. 7.

Se si imagina costituita la impedenza *Z* nel caso *a*) da una resistenza *R* avente in derivazione una capacità *C*, e nel caso *b*) da una resistenza *R* avente in serie una induttanza *L*, il problema si riduce a determinare rispettivamente, essendo noto *R*, il valore di *C* e quello di *L*. Se si indicano nel primo caso con *R'* ed *L'* la resistenza e l'autoinduzione del variometro *Z'* e nel secondo con *R'* e *C'* la resistenza equivalente (supposta in serie) e la capacità del condensatore *Z'*, si ha rispettivamente (trascurando le cause di errore, di cui si fa cenno più avanti ed ammettendo  $R \ll \frac{1}{\omega C}$  nel primo caso,  $R \gg \omega L$  e  $R' \ll \frac{1}{\omega C'}$  nel secondo):

$$C = \frac{L'}{R'} \quad L = C' R^2.$$

Il secondo esempio, che si vuol riportare, è quello della misura di angoli di fase molto prossimi a  $\pm \pi/2$ , ossia di cir-

cuiti fortemente reattivi. In questo caso si può ricorrere ad es. allo schema della fig. 8, che è derivato da quello della fig. 6*d*), in cui si è posta, in luogo di *Z'*, una resistenza ohmica *R'*. Per conseguire la coincidenza di fase, occorre che sia regolabile la resistenza *R'*, ovvero la induttanza mutua *M* (che deve avere inoltre il segno conveniente). Sempre nell'ipotesi di poter trascurare le cause di errore proprie del dispositivo, si ha che l'angolo di perdita della impedenza *Z* è dato da  $\arctg \frac{R'}{\omega M}$ .

### 8. - Cause di errore e modalità delle misure.

I procedimenti descritti nel § precedente ed illustrati con due esempi particolari di misura dell'angolo di fase, sono soggetti ad alcune cause di errore, che costituiscono una notevole limitazione del metodo proposto, e che occorre esaminare.

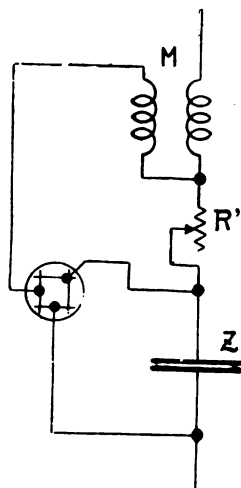


Fig. 8.



Fig. 9.

*a*) Nelle misure, in cui si utilizzano le deviazioni prodotte elettrostaticamente, il sistema delle due armature deviatrici e dei conduttori, che le collegano ai punti prescelti, presenta esso stesso una ammettanza (quasi esclusivamente capacitiva), che viene a trovarsi inserita in parallelo sul circuito principale e ne modifica le condizioni nei riguardi dell'angolo di fase. Ciò si è voluto rammentare, indicando le impedenze strumentali *Z<sub>s</sub>* e *Z'<sub>s</sub>* nella fig. 6*b*) *d*) e *Z'<sub>s</sub>* nella fig. 6*c*). Per evitare i conseguenti errori, bisogna accertarsi, che la corrente derivata dal sistema deviatore sia trascurabile rispetto a quella che passa nel circuito principale (e nel caso di *Z'<sub>s</sub>* nella fig. 6*d*) la corrente deve inoltre dar luogo a una caduta di tensione nel secondario di *M*, che sia trascurabile rispetto alla f. e. m. indotta dalla corrente primaria), ovvero occorre determinare in grandezza e fase la corrente derivata e apportare ai risultati le necessarie correzioni.

*b*) Nelle misure, in cui si utilizzano le deviazioni prodotte per mezzo di campi magnetici, i solenoidi deviatori presentano a loro volta una impedenza strumentale (*Z<sub>s</sub>* e *Z'<sub>s</sub>* in fig. 6*a*) e *Z<sub>s</sub>* in fig. 6*c''*), di cui si deve tener conto.

*c*) Nel caso medesimo di deviazioni prodotte da campi magnetici, l'uso dei solenoidi deviatori introduce un'altra causa di errore, dovuta agli effetti della capacità distribuita lungo gli avvolgimenti. Per effetto di essa il solenoide deviatore equivale di fatto approssimativamente ad un sistema avente capacità in parallelo (fig. 9). Ne segue che la corrente che circola nel solenoide, e conseguentemente la deviazione da essa prodotta nel tubo, risultano modificate così in grandezza come in fase, in confronto con ciò che dovrebbero essere. È quindi indispensabile accertarsi, che anche questa causa di errore non abbia effetti sensibili.

*d*) Quando si usino schemi come quello della fig. 6*d*) e della fig. 8, i medesimi effetti di capacità distribuita si producono sia fra le varie spire del primario della mutua induzione *M*, sia fra quelle del secondario, sia fra primario e secondario. Tali effetti possono facilmente produrre errori non trascurabili ed è appunto per ciò che, dopo numerose prove di orientamento, non si è ritenuto conveniente usare il tubo di Braun con lo schema della fig. 8 per la misura dell'angolo di perdita dei condensatori a mica, destinati ad apparati radio-trasmittenti (\*).

(\*) loc. cit. nota (\*).

Non è escluso tuttavia, che il dispositivo possa dimostrarsi utile, quando l'induttanza mutua  $M$  sia opportunamente ottenuta mediante un variometro a debole capacità distribuita e si usino valori convenienti di tensione, corrente, frequenza, ecc.

e) Cause di notevoli errori possono essere date da azioni perturbatrici magnetiche od elettriche, le quali giungano a comporre sul fascio catodico la loro azione con quella delle armature o delle spirali deviatrici. Al riguardo deve tenersi conto della sensibilità del tubo a tali azioni esterne, studiare bene la posizione di esso e vincolare convenientemente il potenziale di un punto del circuito e di eventuali appositi schermi rispetto alla terra.

Se poi, oltre alle cause di errore, si considerano gli elementi che influiscono sulla sensibilità del sistema, si è già notato, che questa risulta tanto più elevata, quanto più ampie sono le elongazioni componenti, e, a pari prodotto di esse, ossia a pari area del rettangolo (con lati paralleli agli assi coordinati) circoscritto all'ellisse, quanto meno le due elongazioni sono diverse fra loro (§ 7). A tal fine conviene, se possibile, nel caso della deviazione elettrostatica, spingere l'ampiezza della tensione applicata fino al massimo consentito da una sufficiente sicurezza nei riguardi dell'isolamento; nel caso della deviazione, prodotta con campo magnetico, spingere il numero delle amperspire deviatrici (e quindi, per una data intensità di corrente, il numero delle spire dei solenoidi) al massimo consentito dai limiti di impedenza e di effetto di capacità distribuita, che non si vogliono superare.

Riguardo alle modalità delle misure, è noto che l'uso del tubo di Braun è stato grandemente agevolato dall'adozione del catodo di Wehnelt, che ha permesso di servirsi di tensioni anodiche molto modeste. E' ormai diffuso nei laboratori il tubo della « Western », in cui il catodo viene reso incandescente con una batteria di accensione a bassa tensione ed il circuito anodico può essere alimentato in modo stabile con una batteria di pile secche di circa 250 V. Le deviazioni elettrostatiche sono ottenute con due coppie di lamine collocate internamente al tubo. Due lamine, appartenenti ciascuna a una delle due coppie, sono costruttivamente collegate fra loro e costituiscono in comune l'anodo. Le altre due, anche se vengono portate a tensioni variabili rispetto alle prime (come è necessario per produrre le deviazioni), debbono essere, attraverso lo schema di misura, collegate elettricamente con l'anodo, affinché il fascio catodico non possa accumulare su di esse masse elettroniche. Se ciò accade, si forma sulla lamina una carica negativa, la quale tende a deviare permanentemente il fascio e lo rende instabile, perchè si scarica irregolarmente attraverso le inevitabili dispersioni dovute a imperfetto isolamento. Per questo motivo non sono ad es. applicabili a queste misure i dispositivi partitori di tensione, costituiti da capacità in serie.

Le deviazioni prodotte da campi magnetici sono ottenute applicando all'esterno del tubo una coppia di solenoidi deviatori per ogni deviazione che si vuol ottenere. Si deve aver presente, che anche questi possono essere causa di errore per effetto dell'azione elettrostatica, che tendono ad esercitare in aggiunta a quella magnetica. Qualora tale azione non sia trascurabile nel caso di solenoidi in serie, si ha evidentemente un notevole vantaggio collegandoli in derivazione. Molte altre cautele sperimentali da tener presenti nell'uso del tubo sono largamente esposte nella letteratura tecnica <sup>(9)</sup>.

E' bene ancora notare che fra gli schèmi di principio della fig. 6, quelli in cui si fa il confronto fra una tensione ed una corrente (fig. 6c, c', c'') non sono riproducibili con l'elettrodinamometro o con l'elettrometro sostituiti al tubo, ma lo sono invece rispettivamente quelli in cui si confrontano due correnti (fig. 6a) e quelli in cui si confrontano due tensioni (fig. 6b, d). S'intende, che nell'uso si deve tener presente, che si tratta ora di strumenti indicatori di zero per la condizione di quadratura di fase, laddove il tubo è un indicatore di coincidenza. Si deve poi anche notare che, nel caso dell'elettrometro a quadranti, le due tensioni, che si vogliono portare in quadratura, non possono essere collegate fra loro in serie, ma occorre che di una delle due sia accessibile il punto di tensione media, da collegarsi con un estremo dell'altra.

## 9. - Misura dell'errore di fase delle resistenze voltmetriche per wattometri.

Le considerazioni esposte nei paragrafi precedenti, sulla possibilità di effettuare misure di angolo di fase col tubo di

Braun, sono state suggerite da un problema pratico: quello della misura degli errori di fase delle resistenze zavorra che si inseriscono nel circuito voltmetrico dei wattometri. Nel corso di uno studio sulle perdite dei condensatori e sulla possibilità di misurare tali perdite per mezzo del wattometro, si ebbe modo di constatare <sup>(10)</sup>, confrontando i risultati di misure calorimetriche e di misure wattometriche, che queste ultime possono riuscire grandemente falsate, nel caso di condensatori a basse perdite, per effetto di errori di fase delle resistenze voltmetriche.

La teoria del wattometro elettrodinamico richiede notoriamente, che il circuito voltmetrico sia percorso da una corrente in ogni istante proporzionale alla tensione applicata, ossia che esso si comporti come una pura resistenza ohmica. Ora, anche prescindendo dalla resistenza, dall'autoinduzione e dalla capacità proprie della sola spirale voltmetrica, è inevitabile che le resistenze zavorra posseggano anch'esse in varia misura tutte tre tali caratteristiche e possano quindi presentare errori di fase. E' noto altresì, che l'autoinduzione, oltre a dipendere dal modo come è fatto l'avvolgimento del conduttore sui singoli elementi, che di solito costituiscono la resistenza, dipende anche dalla posizione reciproca di questi ed eventualmente dalla posizione di essi rispetto ad altre parti del circuito; ma queste influenze di posizione sono di regola trascurabili o possono essere rese tali con semplici artifici.

Più delicate sono le cautele relative alla capacità esterna, che si aggiunge alla capacità interna delle resistenze, a quella cioè che si presenta tra spira e spira dell'avvolgimento. Le capacità esterne si determinano per contro tra l'avvolgimento delle resistenze zavorra e gli involucri metallici in cui esse sono eventualmente contenute, la terra, le altre parti del circuito di prova, ecc. Esse possono dar luogo a correnti capacitive che, sommandosi nella spirale voltmetrica con la corrente utile, tendono a falsare la misura. Ma l'uso di opportuni artifici e specialmente di schermi (costituiti ad es. dalle stesse cassette metalliche), convenientemente disposti e collegati, può eliminare gli errori dovuti a tale causa <sup>(11)</sup>.

Restano tuttavia sempre gli errori di fase dovuti all'induttanza ed alla capacità proprie dell'avvolgimento, errori che si potrebbero chiamare « intrinseci » al tipo di resistenza adoperato.

Nelle accennate prove si potè constatare, fissando in vari modi il potenziale degli schermi e con altre verifiche, che la capacità e l'induttanza esterne non avevano influenza apprezzabile. Ciò è in accordo con il fatto, che le azioni perturbatrici, e sopra tutto quelle dovute alla capacità esterna, crescono molto rapidamente, e diventano ben presto preponderanti, quando si opera a tensioni sempre più alte, laddove, nel caso di installazioni convenientemente eseguite, esse sono trascurabili per tensioni di poche migliaia di volt, come quelle usate in queste esperienze.

Il confronto con le misure calorimetriche faceva attribuire al circuito voltmetrico del wattometro un errore di fase dell'ordine di un centesimo di radiante per frequenze intorno a 500; e per di più indicava essere questo errore funzione della frequenza e variabile da un tratto all'altro della resistenza zavorra e, quel ch'è peggio, variabile anche, per un medesimo circuito voltmetrico ed a pari frequenza, al variare della tensione ad esso applicata. Dopo vari tentativi è parso che il miglior mezzo per accertarsi dell'esistenza di un errore di fase nelle resistenze zavorra e per determinarne l'entità, fosse quello di ricorrere al tubo di Braun, usandolo con uno schema del tipo di quello in fig. 7a <sup>(12)</sup>.

Le resistenze zavorra adoperate sono del noto tipo Siemens 16181 da 99.000 ohm, frazionate da prese intermedie secondo i valori 1000, 3000, 5000, 10.000, 30.000, 50.000 e capaci di portare a regime 30 mA. L'avvolgimento è disposto su sei lastre di materiale isolante di sezione alquanto variabile dall'una all'altra (le due dimensioni della sezione sono dell'ordine di 115 e di 3,5 mm). Le lastre sono montate nella cassetta ad una distanza di circa 15 mm una dall'altra ed i collegamenti coi serratili sono fatti nel modo indicato schematicamente dalla fig. 10. Sulla prima lastra sono quattro distinti tratti di avvol-

<sup>(9)</sup> loc. cit. nota <sup>(2)</sup>, § 9.

<sup>(10)</sup> Per la recente letteratura sulle misure wattometriche ad alta tensione, vedi loc. cit. nota <sup>(2)</sup>. Per la schermatura delle resistenze, vedi anche F. S. Silsbee - Bureau of St. Scient. Pap. n. 516, dic. 1925.

<sup>(11)</sup> Alla scelta definitiva del metodo ha certamente contribuito lo svolgimento di una conversazione col Prof. L. Puccianti, Direttore dell'Istituto Fisico dell'Università di Pisa, a cui l'A. esprime qui la sua riconoscenza.

<sup>(\*)</sup> Si vedano ad es. le monografie della « Western » che accompagnano gli oscillografi catodici da essa forniti.

gimento, sulle altre è un solo avvolgimento approssimativamente uniforme, che occupa un'estensione di circa 160 mm. L'avvolgimento è di filo di manganina, laccato, del diametro di 0,07 mm, salvo che per le lastre 3<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> (da 10.000 ohm ciascuna), su cui l'avvolgimento è di filo da 0,10 mm. In base

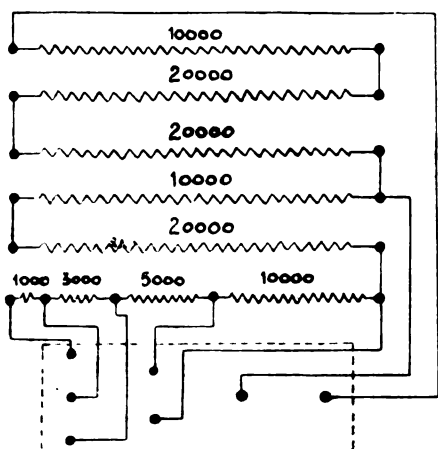


Fig. 10.

agli elementi riportati è facile prevedere, che l'errore di fase debba in genere essere diverso per le diverse sezioni di resistenza, che possono essere ottenute servendosi di una qualunque coppia di serrafile.

#### 10. - Disposizione sperimentale.

Per effettuare la misura secondo lo schema di principio della figura 7a) si è usato il dispositivo rappresentato dalla fig. 11. La tensione alternativa è derivata dai morsetti di un condensatore posto in un circuito, che è alimentato a frequenza musicale e regolato alla risonanza. L'uso del tubo permette facilmente di rivelare, come il diagramma di tensione e quello di corrente si discostino notevolmente dalla forma sinoidale, non appena si è fuori della condizione di risonanza. Il circuito di misura  $A, B, C, D, F, G$ , comprende una coppia di solenoidi deviatori  $BC$ , un variometro  $CD$  <sup>(12)</sup>, i due tratti in parallelo  $DE$  e  $DE'$  delle resistenze, dei quali si vuol misurare l'angolo di fase ed i rimanenti due tratti in parallelo  $EF$  ed  $E'F$  che completano la resistenza del circuito, proporzionandola alla tensione applicata. Fra  $C$  ed  $E E'$  è derivata la coppia di lamine deviatrici interne al tubo.

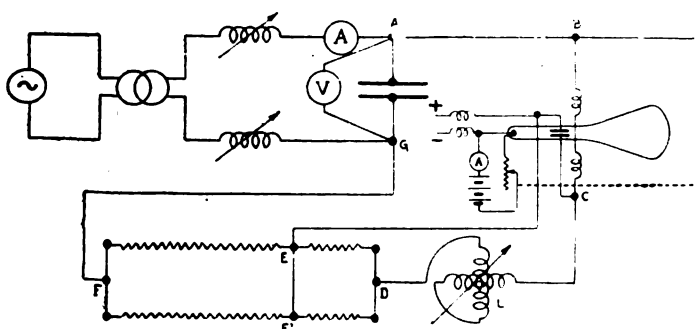


Fig. 11.

Il procedimento di misura è, in linea di principio, assai semplice. Poichè le resistenze in prova  $DE - DE'$  hanno un errore di fase negativo, occorre aggiungere in serie un'induttanza regolabile  $L$  data dal variometro, affinché l'errore di fase del tratto compreso fra  $C$  ed  $E E'$  possa essere ridotto a zero. Quando questa condizione è raggiunta, la fase della tensione fra  $C$  ed  $E E'$  (che produce la deviazione elettrostatica) e quella della corrente nel circuito di misura (che produce, circolando nei solenoidi  $BC$ , la deviazione elettromagnetica) sono coincidenti e la ellisse, descritta sullo schermo, si riduce a un segmento di retta. Si ha allora, che l'errore di fase del sistema costituito dalle due resistenze in parallelo  $DE$  e  $DE'$  aventi

<sup>(12)</sup> Variometro a disco del tipo descritto ne *L'Elettrotecnica*, 25 novembre 1925, vol. XII, n. 33, pag. 827 e Pubbl. n. 34 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

complessivamente una resistenza  $\frac{R}{2}$  è dato da  $-\frac{2\omega L}{R}$

e, se si ammettono identiche le due resistenze, esso è altresì l'errore di fase di ciascuna di esse. Se poi si indica con  $C$  la capacità equivalente, che si immagina derivata su ciascuna delle resistenze  $DE$  e  $DE'$  per attribuire ad essa l'errore di fase,

si ha evidentemente  $C = \frac{2L}{R}$ . In queste relazioni si ammette, al solito,  $\frac{1}{\omega C} \gg R \gg \omega L$ .

#### 11. - Errori e correzioni.

Riguardo alle cause di errore, giova considerare innanzi tutto le cause perturbatrici esterne agenti sul tubo. Esse sono di natura prevalentemente elettrostatica e per eliminarle si è trovato conveniente: a) sistemare tutta l'installazione del tubo su un tavolo a parte e lontano dal resto del circuito di misura, con cui essa è collegata unicamente per mezzo di un cordoncino a tre conduttori che porta le connessioni indicate in fig. 11 da  $B, C$  ed  $E E'$ ; b) coprire il tavolo su cui poggia il tubo con un'ampia lastra metallica messa a terra; c) collegare uno degli estremi del tratto utile di circuito (ossia il tratto che va da  $B$  ad  $E E'$ ) con la terra. La riprova, che le influenze esterne sono escluse, si ottiene constatando, che i risultati della misura non cambiano, sia che si faccia funzionare da anodo l'una o l'altra delle due lamine deviatrici, sia che si scambino le connessioni di queste rispetto al circuito, sia infine che si metta a terra il punto  $B$ , ovvero  $E E'$ . La misura viene per contro falsata, se si mette a terra il punto  $C$ ; ma ciò risulta evidentemente dovuto alla corrente, che si deriva attraverso il contatto a terra, per effetto di conduttanze e capacità di dispersione esistenti nelle parti di circuito esterne al tratto utile. L'influenza di azioni perturbatrici sincrone si rileva (e si elimina dai risultati medi) con l'artificio di invertire la corrente nei solenoidi deviatori, ossia approfittando del fatto, che l'ellisse degenera in un segmento di retta (e quindi il tubo è indicatore di zero) tanto per la coincidenza, quanto per l'opposizione di fase. Naturalmente con l'inversione di corrente, si inverte l'inclinazione dell'asse maggiore dell'ellisse sullo schermo.

Seconda causa di errore è la capacità elettrostatica delle due lamine deviatrici e dei conduttori, che da  $C$  e da  $E E'$  conducono ad esse la tensione. Tale capacità si aggiunge a quella equivalente delle resistenze in prova e tende ad accrescere l'errore di fase di esse. Per apportare la necessaria correzione, occorre misurare la capacità stessa e, dato il suo piccolo valore, converrebbe ricorrere a misure al ponte e a frequenza elevata. Per dedurre invece tale valore nelle condizioni stesse della misura ed anche per verificare, se gli errori di fase dei tratti  $DE$  e  $DE'$  sono eguali, si sono ripetute molte misure, lasciando invariata ogni altra condizione, ma collegando la lamina deviatrice superiore della fig. 11 solo con  $E$  ovvero solo con  $E'$ . La teoria di questo procedimento fa agevolmente prevedere, che, staccando uno dei collegamenti in  $E$  od in  $E'$ , occorre dare un incremento  $\Delta L$  all'induttanza del variometro per ottenere ancora l'identità di fase al tubo e che la capacità cercata

$C'$  è espressa da  $C' = 4 \frac{\Delta L}{R R''} \cdot \frac{R + R''}{R + 2R'}$ , in cui  $R''$  è la

resistenza di ciascuno dei tratti  $EF$  ed  $E'F$  della fig. 11 ed  $R'$  la resistenza del variometro. Tale risultato si ottiene riferendosi allo schema della fig. 12, ammettendo, al solito, che le resistenze ohmiche siano trascurabili in confronto con le reattanze dovute alle capacità in derivazione, e ponendo la condizione che la fase della tensione ai capi di  $C'$  sia coincidente con quella della corrente totale di alimentazione del circuito. Da numerose prove, eseguite con  $R = 10.000$ ,  $R'' = 30.000$ , da altre con  $R = 19.000$ ,  $R'' = 30.000$  e da altre ancora con  $R = 30.000$  ed  $R'' = 50.000$  (in tutte  $R' = 46$ ), si è ottenuto in modo abbastanza concorde per la nostra installazione:  $C' = 0,118 \mu F$ ; e questo valore, che rappresenta del resto una correzione piccola in confronto con le capacità equivalenti proprie delle resistenze  $R$ , è stato sempre sottratto dai valori ottenuti per tali capacità.

Una terza causa di errore è quella dovuta alla capacità dei solenoidi deviatori. Essi presentano infatti sia una capacità dell'uno rispetto all'altro, sia una capacità distribuita propria nell'interno di ciascuno. La prima fa sì, che se i solenoidi sono usati in serie, essi esercitano, oltre all'azione elettromagnetica (in fase con la corrente), anche un'azione elettrostatica (in fase nel tempo con la d. d. p. media fra i due solenoidi e orientata nello spazio normalmente alla prima), per effetto della quale.

anche sopprimendo l'azione deviatrice elettrostatica, si può avere sullo schermo, in luogo di un segmento di retta orizzontale, una ellisse molto schiacciata. Questa causa di errore si può valutare (ed eliminare nelle medie) invertendo l'ordine, in cui si seguono i due solenoidi nel circuito (senza invertire il senso della corrente). Essa resta senz'altro praticamente eliminata, se si usano i due solenoidi in parallelo.

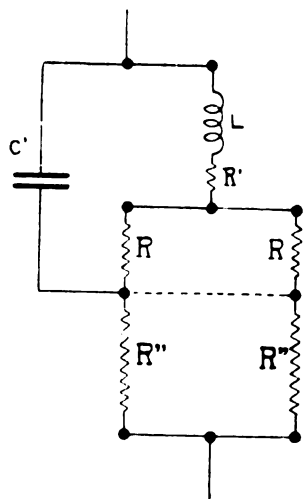


Fig. 12.

La capacità distribuita lungo ciascun solenoide si può assimilare, nei riguardi dell'errore che essa provoca in queste misure, ad una capacità in derivazione sui capi di esso (fig. 9). Questa capacità deriva una parte della corrente; quindi nelle spire del solenoide circola non più la corrente totale, ma una corrente in ritardo di fase rispetto a questa. Perciò anche la componente orizzontale della deviazione del fascio è in ritardo di fase sulla corrente totale, e si richiede un minor valore della  $L$  del variometro per ottenere la coincidenza di fase. Ne segue, che si commette un errore in meno nel calcolare il valore assoluto dell'angolo di fase. Un mezzo per accertarsi, se questo errore è apprezzabile, è quello di misurare la capacità equivalente dei solenoidi adoperati; un altro è quello di confrontare i risultati ottenuti usando due diverse coppie di solenoidi, che abbiano diversa capacità equivalente. Con ambedue i procedimenti si è potuto constatare, che nelle nostre misure tale errore è inapprezzabile.

La prima coppia di solenoidi adoperata è costituita da due piccole ciambelle di diametro medio 32,5 mm comprendenti ciascuna 500 spire di filo da 1/10 mm. (Resistenza di una bobina 107,6  $\Omega$  a 14°, autoinduzione 0,0137 H); la seconda coppia di solenoidi è simile alla prima, salvo che il numero delle spire è 2000.

## 12. - Procedimento sperimentale.

Per le ragioni accennate riguardo alla eliminazione degli errori, il circuito è stato montato con i necessari interruttori, invertitori, commutatori (non indicati per semplicità nella figura 11), che permettono di invertire la corrente nei solenoidi deviatori, di accoppiarli in parallelo od in serie e, in questo secondo caso, di scambiare l'ordine in cui si succedono nel circuito. Nella massima parte delle misure si sono usati i solenoidi (grandi) in parallelo. In tal caso ogni determinazione è frutto della media di quattro letture al variometro, corrispondenti ai due versi della corrente nei solenoidi e ai due versi nel distacco (per eccesso o per difetto di  $L$ ) dei due rami dell'ellisse sullo schermo. La distanza fra i due valori ottenuti in quest'ultimo modo dà un'idea della sensibilità del metodo; tale distanza è tanto maggiore, e quindi la sensibilità tanto minore, quanto più bassa è la frequenza e quanto più piccola è l'ellisse, cioè quanto più basso è il valore della tensione e della corrente con cui si opera.

Per quest'ultimo riguardo si può tener presente, che la sensibilità del tubo usato nelle prove è individuata dai dati seguenti: la deviazione elettrostatica (verticale) raggiunge gli orli dello schermo, quando si applica una tensione efficace (sinoidale) di 19,5 V, e la deviazione elettromagnetica (orizzontale), quando nei solenoidi grandi passa una corrente efficace (sinoidale) di 4 mA. Se ora si tien conto del fatto, che è stato possibile senza inconveniente applicare alle lamine deviatrici

una tensione di 400 V e mandare nei solenoidi una corrente di 60 mA, si deduce che si può operare su un'ellisse di asse maggiore 25 volte più grande che il diametro dello schermo. In tali condizioni l'immagine si riduce a due rette parallele, le quali, al variare della  $L$  del variometro, si avvicinano, si sovrappongono, si allontanano. Quando l'immagine è netta e si è presa pratica nella misura, si può bene apprezzare il distacco delle due rette per uno spostamento di esse di 1 o 2 millesimi del diametro dello schermo. Ne segue che tale distacco può essere individuato con un'approssimazione, nell'angolo di fase, di  $83 \div 166 \cdot 10^{-6}$  ossia di  $17'' \div 34''$ .

## 13. - Risultati delle prove.

Nell'eseguire le misure con i procedimenti indicati, si è subito rilevato che il valore di  $L$ , necessario ad ottenere la compensazione di fase, varia col tempo, a partire dall'istante in cui si dà corrente al circuito, e raggiunge uno stato di regime solo dopo parecchi minuti dall'inizio dell'esperienza. Dopo numerose prove, si è constatato doversi ciò attribuire ad una variazione dell'angolo di fase in funzione della temperatura, e poichè questa, nel caso delle resistenze adoperate, subisce notevoli variazioni a seconda del valore della corrente che circola in esse, ossia a seconda della tensione applicata al tratto che si considera, se ne deduce che l'angolo di fase, oltre a variare con la frequenza, varia anche, e notevolmente, con la intensità di corrente. Ciò rende molto più laboriosa la determinazione degli errori stessi e senza confronto più difficile l'applicazione delle conseguenti correzioni alle misure wattometriche. Essa giustifica altresì l'adozione di tipi speciali di resistenze per i wattometri destinati a misure con fattore di potenza prossimo a zero <sup>(13)</sup>.

Per ricavare una indicazione quantitativa circa questi effetti di temperatura, si è eseguita una misura di angolo di fase in funzione del tempo, applicando bruscamente la tensione all'inizio dell'esperienza e poi eseguendo le misure di  $L$  di 2' in 2', modificando dopo 15' bruscamente la tensione e riprendendo le misure di 2' in 2' e così via. I valori di  $L$  raccolti nella tabella n. 1, che non si riporta interamente per brevità, sono

TABELLA I  
(4 - VI - 1926)  $f = 500$   $R = 10\,000$  ohm

Tempo	Corrente	Induttanza	Angolo di fase
16" 36'	11,1 mA	—	—
37	"	18,9 mH	— 0,0100
39	"	19,5	104
41	"	20,2	108
43	"	20,9	113
45	"	20,7	112
47	"	21,9	119
16" 49	"	21,9	119
16" 51'	19,5	—	—
52	"	25,1	— 0,0139
...	...	...	...

ciascuno la media di 4 letture, ottenute (con i solenoidi in parallelo) nel modo sopraindicato. Nella tabella stessa sono altresì riportati, in corrispondenza degli istanti in cui la corrente veniva lanciata, i valori di essa corrente, riferita a ciascuna delle due resistenze in parallelo da 10.000 ohm, su cui si è operato. La perfetta regolarità dei valori ottenuti, che risulta anche dal diagramma dei corrispondenti angoli di fase (fig. 13), mette in rilievo la buona approssimazione del metodo di misura. Si rileva chiaramente che, passando dal valore di corrente normale (30 mA) ad un terzo di esso, l'angolo di fase è ridotto certamente a meno della metà; esso subisce cioè variazioni assai ampie in funzione della corrente. Per tutti gli angoli di fase misurati su queste resistenze occorre quindi indicare, oltre che la frequenza, anche la intensità di corrente adoperata, ed accertarsi che sia raggiunta la condizione di regime di temperatura, ciò che richiede almeno una mezz'ora.

Riguardo alle cause di così forte aumento (ben s'intende, in valore assoluto) dell'errore di fase delle resistenze in esame, ossia della loro capacità distribuita, in funzione della temperatura, è da ritenersi che esso sia dovuto non solo ad effetti di dilatazione e quindi di avvicinamento delle spire di conduttore,

<sup>(13)</sup> Si veda ad es., la nota a pag. 18 del listino n. 56, parte II (ediz. 1912) della «Siemens e Halske».



ma anche ad aumento di costante dielettrica della vernice isolante, di cui l'avvolgimento è coperto. Occorre dunque, quando si vogliano costruire resistenze di precisione con piccolo errore di fase, tener conto di questi elementi e largheggiare nella sezione del conduttore, per ottenere che il sopraelevamento di temperatura sia piccolo.

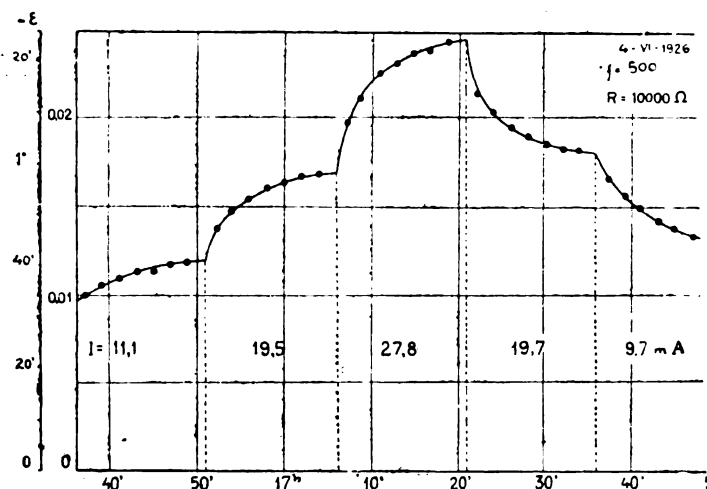


Fig. 13.

Le prove descritte sono state eseguite a preferenza su frequenze musicali, in relazione col problema di usare il wattometro elettrodinamico a tali frequenze <sup>(14)</sup>. E' tuttavia interessante esaminare come vari l'errore di fase al variare della frequenza. Se si potesse ammettere, che la resistenza in esame equivallesse a una pura resistenza ohmica avente in derivazione fra i suoi estremi un condensatore, l'errore di fase sarebbe proporzionale alla frequenza ed il valore di  $L$  del variometro per ottenere la compensazione resterebbe costante. Da numerose prove eseguite a frequenze 400, 500, 600 è risultato che, in codesto intervallo, l'errore è infatti praticamente proporzionale a  $\omega$ . Non così a frequenze più basse, per le quali la capacità equivalente cresce, come risulta dalle medie generali di molte esperienze, riportate nella tabella 2.

TABELLA II.

 $R = 10\,000\text{ ohm}$ 

Date	Frequenza	Corrente	Induttanza variometro	Capacità equivalente (corretta)	Angolo di fase
20-V-26	590	15,5 mA	28,6 mH	0,513 m $\mu$ F	- 0,0190 - 1° 5'
26-V-26	410	15,5	29,0	0,521	- 0,0134 - 46'
21-V-26	100	16,0	54,2	1,025	- 0,0064 - 22'
"	50	16,0	69,8	1,357	- 0,0042 - 14'

Appare verosimile, che il notevole aumento di capacità al diminuire della frequenza (allo stesso modo, che quello dovuto all'aumento di temperatura) sia per buona parte causato dalle proprietà dielettriche, per questo riguardo non favorevoli, del materiale isolante applicato all'avvolgimento. Si noti ad ogni modo, dal punto di vista quantitativo, che, alla frequenza industriale di 50 per/sec e con una intensità di corrente pari a circa 1/2 del valore normale, si ha un errore di fase di - 14'.

Tutti i valori finora riportati si riferiscono ad un solo tratto delle resistenze del tipo schematizzato in fig. 10 e precisamente a quello da 10.000  $\Omega$ . E' facilmente prevedibile, date le cause che producono l'errore di fase, che quest'ultimo, a parità di altre condizioni, non sia il medesimo per i singoli tratti, che a loro volta si possono utilizzare separatamente od a gruppi. Di ciò si trova conferma nei dati raccolti nella tabella n. 3, anche se questi non si riferiscono tutti al medesimo valore di corrente, del che si può tener conto in base a quanto precede.

Prove analoghe sono state eseguite su molti altri tipi di resistenze voltometriche, ma si ritiene superfluo riferire su di esse, poichè scopo principale di questa nota è quello di esporre il metodo seguito e metterne in luce le possibilità di

TABELLA III.

Data	R	Frequenza	Corrente	Induttanza variometro	Capacità equivalente (corretta)	Angolo di fase
28-V-26	3000	500	17,3 mA	5,4 mH	1,14 m $\mu$ F	- 0,0108 - 37'
"	5000	"	17,2	10,1	0,75	- 0,0118 - 41'
31-V-26	10000	"	19,7	31,2	0,56	- 0,0176 - 1° 1'
"	19000	"	14,7	56,8	0,26	- 0,0155 - 53'
30-V-26	30000	"	10,6	74,9	0,11	- 0,0104 - 36'

applicazione. Si può solo ricordare, che l'errore di fase è in genere assai meno rilevante e meno variabile coll'intensità di corrente in quelle resistenze, in cui le spire dell'avvolgimento non sono completamente aderenti a un supporto solido, ma sono tese nell'aria fra due bacchette di sostegno; ciò che conferma l'influenza molto sfavorevole delle vernici isolanti, con cui si costituisce un sol blocco rigido di tutto l'avvolgimento.

Ben s'intende che, per gli usi industriali ordinari dei wattometri ed anche per misure di relativa precisione, le resistenze sperimentate e aventi, alla frequenza industriale, errori massimi di fase dell'ordine di mezzo grado, possono essere usate senza inconveniente, purchè non si tratti di misure speciali con fattori di potenza molto piccoli.

#### 14. - Conclusioni.

La misura degli angoli di fase può essere eseguita con vari procedimenti, che si sono classificati in metodi di proiezione, di rotazione e di spostamento. Per misure accurate, specie nel caso di angoli di fase prossimi a 0 od a  $\pm \pi/2$ , i metodi di spostamento si dimostrano i più convenienti. La loro utilità può essere notevolmente accresciuta per mezzo dell'uso del tubo di Braun, come strumento indicatore di coincidenza di fase. Esso può consentire agevolmente un'approssimazione dell'ordine del mezzo primo di arco nella determinazione di tale coincidenza di fase.

Un dispositivo basato su questi concetti ha permesso di studiare l'errore di fase delle resistenze voltometriche dei wattometri portatili di precisione, in uso nell'industria. Si è constatato, che tali resistenze (ed in particolare quelle costruite mediante spirali piatte avvolte a passo molto corto su lamine di materiale isolante e laccate o verniciate) presentano un errore di fase negativo (in anticipo) notevolmente variabile (crescente in valore assoluto) con la temperatura, non linearmente proporzionale alla frequenza e differente da un tratto all'altro della resistenza. Alle frequenze ordinarie tale errore può raggiungere valori dell'ordine di mezzo grado. Si è constatato che l'errore è notevolmente più piccolo e meno variabile nel caso di quelle resistenze, in cui il conduttore è, per la maggior parte del suo percorso, isolato nell'aria. <sup>(15)</sup>

<sup>(15)</sup> Alla parte sperimentale del lavoro, qui riassunto hanno collaborato efficacemente i capi elettricisti R. Di Benedetto e M. Cappugi e l'Ing. C. Hreglich.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### MONOGRAFIE DELL'A. E. I.

1. UGO BORDONI: I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche..... L. 8,—  
più per postali » 1,50
2. E. BOTTANI: La moderna matematica dei circuiti trifasi. » 10,—  
più per postali » 1,50
3. UGO BORDONI: La fotometria moderna: i suoi problemi o le sue tendenze ..... » 8,—  
più per postali » 1,50
4. R. SAN NICOLÒ: Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore..... » 8,—  
più per postali » 1,50
5. G. VALLAURI: Convertitori statici di corrente elettrica: Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza .. » 8,—  
più per postali » 1,50
6. A. BARBAGELATA: La protezione contro le sovracorrenti. » 8,—  
più per postali » 1,50
7. C. RIMINI: Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative ..... » 12,—  
più per postali » 1,50

<sup>(14)</sup> loc. cit. nota <sup>(2)</sup>, § 7.

## □ CONSIDERAZIONI SULLA POSSIBILITÀ DELLA TRAZIONE ELETTRICA CON ACCUMULATORI □ □ □ □ □ □ □

L. VENTRELLA



Comunicazione tenuta alla Sezione di Torino  
il 4 giugno 1926

La sostituzione della trazione a vapore con quella elettrica si impone per due motivi, quello tecnico e quello economico. Sulle linee principali a traffico molto intenso la trazione elettrica a presa mobile di corrente aumenta la potenzialità della linea con l'aumento del peso dei treni, realizza inoltre una forte diminuzione nel consumo del carbone. Sulle linee secondarie a traffico limitato la trasformazione si imporrebbe per la possibilità che offre la trazione elettrica di sostituire al servizio attuale con treni pesanti e lenti un servizio di auto motrici leggero e frequente che permetta di moltiplicare il numero delle corse e aumentare il traffico sulla linea. Il costo però dell'elettrificazione rende la trasformazione economicamente passiva su linee il cui traffico annuo sia inferiore alle 7 ÷ 8 mill. di tonn.-km per km di linea.

Il sistema che gode dei vantaggi della trazione elettrica ed è indipendente da una centrale fissa di generazione dell'energia, è quello con accumulatori. Il peso di questi per kWh immagazzinato ne limita aquanto l'applicazione.

Si tratterà di vedere che genere di trazione può venire effettuato con gli accumulatori.

### I. - Tipi di accumulatori

Nella trazione ferroviaria con accumulatori i tipi impiegati sono quelli ad elettrodi di *piombo* e quelli al *ferro-nichel*.

#### Accumulatori ad elettrodi di piombo.

Gli accumulatori a piombo possono ancora distinguersi in due o tre tipi. Il tipo con le lastre a *gran superficie* tipo Planté, analoghe a quelle che vengono adoperate per gli accumulatori stazionari; questo tipo ha il vantaggio di una gran robustezza, in modo che le lastre positive, che sono le più facili a deteriorarsi, possono sopportare 1000 ÷ 1500 scariche e cariche senza che la capacità garantita discenda sotto l'80 %, mentre per le negative si può contare su una durata doppia. Hanno però l'inconveniente del forte peso per kWh immagazzinato, essendo che con questo tipo non si può contare su di una capacità maggiore di 8 kWh per tonn. con una scarica di due ore; per scariche di diversa intensità la capacità varia secondo una curva di equazione:

$$K_e \cdot K_p^n = C$$

dove  $n$  è una frazione tra 1/2 ed 1/3 e  $C$  è una costante.

Il secondo tipo è formato invece con *piastre attive a pasta* riportata, che ha il vantaggio di essere molto più leggero potendosi avere persino una capacità in energia di 30 kWh per tonn. per 5 ore di carica, risulta però meno robusto ed ha una durata molto limitata, difatti viene garantito per 200 scariche e cariche per le piastre positive e 400 scariche e cariche per le negative.

Dall'unione di questi due tipi può risulturne un terzo formato con piastre positive a superficie e negative a pasta, che naturalmente avrà proprietà intermedie a questi due.

L'accumulatore a piombo ha in generale il vantaggio di una piccola resistenza interna e perciò può sopportare una corrente di scarica molto superiore alla corrente normale, senza che ne risulti una caduta di tensione eccessiva; (difatti un accumulatore costruito per una scarica normale di 5 ore, scaricandolo in 3 ore, la tensione scende da 1,83 volt a 1,80 volt per elemento) così pure senza che si riscaldi soverchiamente. Per la buona conservazione della batteria è bene che la scarica non superi gli  $A$  ampere se  $A$  è la capacità della batteria in Ah per una scarica di tre ore.

#### Accumulatori alcalini di ferro nichel.

I vantaggi di questi accumulatori sarebbero: la maggior capacità, circa 16 kWh per tonn., in confronto a quelli Planté; la maggior robustezza e durata in confronto a quelli Faure, difatti gli elementi pressochè interamente in metallo, in cassette di acciaio, sono estremamente robusti e resistono meglio alle scosse e vibrazioni che si hanno specialmente nella trazione, in modo che la loro durata è di circa 2500 cariche e scariche, superiore cioè ai migliori elementi a piombo a superficie. La manutenzione è pure inferiore per questi. Oltre a ciò non producono nessun gas corrosivo che possa danneggiare le parti metalliche della vettura nè dar noia ai viaggiatori. La capacità varia di poco con la scarica, sempre che la temperatura non superi i 45°, quasi nulla gli incurvamenti delle placche come pure i depositi sul fondo delle cassette, non ci sono così da temere i corti circuiti interni negli elementi, così dannosi nel caso degli accumulatori a piombo. Gli elementi possono venir scaricati a fondo senza che ne soffra la loro capacità, proprietà che garantisce una riserva di energia a tensione ridotta che nel caso della trazione può rappresentare un vantaggio apprezzabile.

A tutte queste qualità molto preziose per un servizio di trazione, stanno i seguenti svantaggi: spesa d'acquisto molto superiore; resistenza interna molto alta e con ciò forte caduta di tensione e basso rendimento di energia, circa 45 %, forte riscaldamento dell'elemento che se supera il 45° ne fa diminuire la capacità. La corrente di scarica non deve perciò superare  $A$  amp. se  $A$  è la capacità in amper-ore per una scarica di 10 ore.

#### Accumulatori piombo-zinco.

Oltre a questi tipi che sono già stati applicati alla trazione in questi ultimi tempi è comparso un nuovo tipo che, in verità non è stato ancora sperimentato nella grande trazione. Questo tipo che risulta dal perfezionamento della vecchia coppia piombo-zinco dopo anni di studi e di esperimenti, entra ora nella applicazione pratica. Le caratteristiche di questo elemento, pubblicate già estesamente sulla nostra rivista per merito dell'ing. Palestino, si possono così riassumere: Capacità in energia, per una scarica di 5 ore, 55 kWh per tonn.; rendimento in energia 0,75; con questo tipo si può contare su di una durata media dell'elemento di 700 cariche e scariche anche in un servizio di trazione, essendo che scariche anche molto intense non producono deformazioni nelle positive, come si può rilevare dalle fotografie che formano il corredo della conferenza ultimamente tenuta dall'ing. Palestino alla sezione di Torino della A.E.I.

Proprietà queste che sono veramente preziose per un servizio di trazione e che ne fanno prevedere, con l'avvento nel campo pratico di questo elemento, un grande sviluppo.

### II. - Relazioni generali

Nella trazione con accumulatori si ottiene l'indipendenza da una centrale fissa di produzione di energia, per mezzo di una batteria di accumulatori. Essendo ora che le spese per tonnellata utile rimorchiata crescono con l'aumentare del rapporto tra il peso batteria ed il peso totale, ci sarà un limite per questo sopra il quale questo genere di trazione non sarà economicamente effettuabile. Il peso morto di accumulatori caricabile ( $P_b$ ) è così limitato in rapporto al peso totale del convoglio ( $P_t$ ). La limitazione del peso della batteria pone un limite alla energia disponibile, come pure alla potenza erogabile; l'energia disponibile limita il raggio d'azione, ossia l'utilizzazione del locomotore o dell'automotrice; la potenza massima erogabile limita la velocità media, limitandone l'accelerazione di avviamento, la velocità massima e la velocità nelle pendenze.

Si tratterà ora di vedere in che modo questo rapporto influisce sul raggio d'azione e sulla velocità media.

#### a) Raggio d'azione:

Eguagliando l'energia necessaria a far percorrere ad un treno un dato numero di chilometri a quella che può venir immagazzinata nella batteria si ottiene la seguente espressione per il raggio d'azione  $S$ :

$$S = \frac{P_b}{P_t} \cdot \frac{K_e}{z} \cdot \eta \cdot 367 \text{ Km.}$$

Dove con  $\frac{P_b}{P_t}$  è indicato il rapporto peso batteria-peso totale;



- con  $Ke$  il numero di kWh per tonn. che può immagazzinare una batteria, ossia la cosiddetta capacità specifica in energia;
- con  $\bar{z}$  lo sforzo medio di trazione sulla linea presa in considerazione;
- con  $\eta$  il rendimento totale tra i morsetti della batteria e la ruota.

Analogamente eguagliando la potenza media necessaria a quella media erogabile dalla batteria si ottiene l'espressione della velocità media:

$$\bar{v} = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kp}{\bar{z}} \cdot \eta \cdot 367$$

dove  $Kp$  sono i kW medi che si possono erogare da una tonnellata di accumulatori, ossia la capacità in potenza di una tonn. di batteria.

Da queste due espressioni risulta come, a parità di altre condizioni, il raggio d'azione è proporzionale alla capacità in energia, la velocità media alla capacità in potenza del tipo d'accumulatori adottato.

Essendo ora che queste due quantità non sono indipendenti tra loro, risulta che il raggio d'azione dipende dalla velocità media; difatti dal rapporto delle due equazioni si ha:

$$\frac{S}{\bar{v}} = \frac{Ke}{Kp}$$

ossia la medesima relazione che passa tra  $Ke$  e  $Kp$ , passerà tra  $S$  e  $\bar{v}$ , l'equazione  $Ke = f(Kp)$  esprimerà pure la  $S = f(\bar{v})$ .

Tanto più piccola sarà la diminuzione della capacità dell'elemento con l'aumentare del regime di scarica, tanto più sarà indipendente la velocità media dal raggio d'azione.

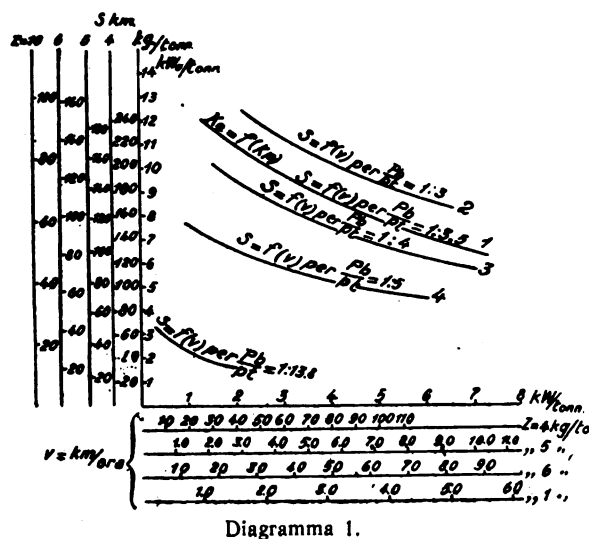


Diagramma 1.

Per avere un'idea di questo fatto costruisco il diagramma 1 che rappresenta l'influenza dei diversi fattori, cioè del rapporto tra peso batteria e peso totale, dello sforzo medio di trazione e della velocità media, sul raggio d'azione.

Si riferisce al tipo a piombo a gran superficie, analogo a quello adottato per le batterie fisse con una capacità in energia di 8 kWh tonn. per una scarica di due ore.

La curva 1 ci rappresenta tanto la relazione  $Ke = f(Kp)$  quanto la  $S = f(\bar{v})$  per  $Pb : Pt = 1/3,5$ , rapporto corrispondente alle automotrici ferroviarie prussiane; per mostrare la influenza dello sforzo medio di trazione sono state variate le scale in corrispondenza dei valori  $z = 4 - 5 - 6$  kg/tonn, corrispondenti alla trazione ferroviaria e  $z = 10$  kg/tonn. relativamente alla trazione tramviaria interurbana. Per far vedere l'influenza del rapporto  $Pb : Pt$  sul raggio d'azione sono state costruite le curve analoghe per i seguenti rapporti:

$Pb : Pt = 1/3$  corrispondente all'ultimo tipo d'automotrice ferroviaria presentato dalla Siemens alla Deutsche Verkehrsaustellung di Monaco nel 1925.

$Pb : Pt = 1/4$  alle vetture della Udine - San Daniele (che sono però a pasta).

$Pb : Pt = 1/5$  come corrisponde ad un treno leggero di automotrici ad accumulatori con la batteria posta su di un tender-speciale in esercizio sulla Salisburgo-Hallein,

$Pb : Pt = 1/13,5$  come corrispondente ad un treno merci ad accumulatori con locomotore da 80 tonn. e capaci di trainare un treno di 500 tonn.

Da questo diagramma si vede come diminuisce il raggio d'azione con l'aumentare dell'intensità di scarica; sussisterà così la convenienza, per non diminuire il raggio d'azione già limitato, di non oltrepassare nella scarica la potenza media ammessa per i diversi tipi; cioè di non scaricare l'acc. a sup. in meno di due ore e gli altri tipi in meno di 5 ore.

Con questa avvertenza si potrà considerare la capacità in energia circa costante e precisamente eguale a:

- 8 kWh tonn. per il tipo a piombo a gran superficie;
- 16 " " " il tipo al ferro-nichel;
- 30 " " " il tipo a piombo a pasta;
- 55 " " " il tipo piombo-zinco.

Le equazioni che danno il raggio d'azione si trasformano così per i 4 tipi nelle seguenti:

$$S = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{2340}{\bar{z}} \text{ km. per il tipo a piombo a sup.}$$

$$S = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{4680}{\bar{z}} \text{ km. per il tipo al Fe-Ni}$$

$$S = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{8750}{\bar{z}} \text{ km. per il tipo a piombo a pasta}$$

$$S = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{16000}{\bar{z}} \text{ km. per il tipo Pouchain (piombo-zinco)}$$

equazioni che per un dato valore di  $\bar{z}$  rappresentano delle rette che passano per l'origine degli assi e che sono tracciate

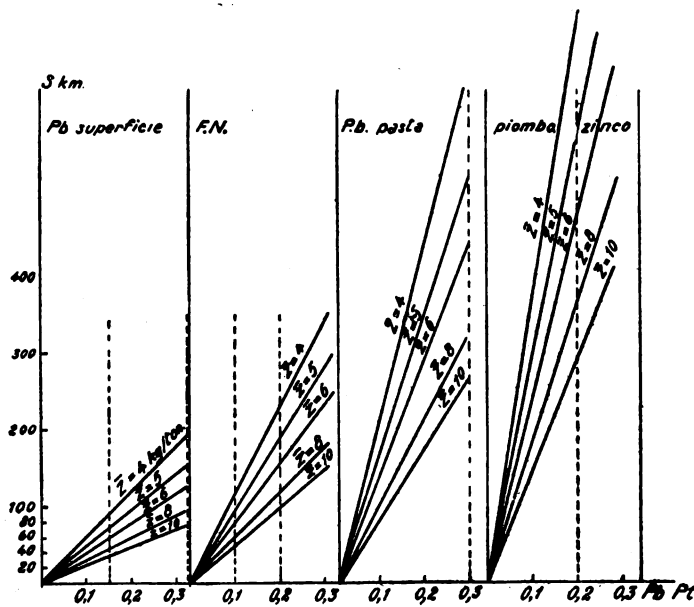


Diagramma 2.

nel diagramma 2, che permette per ogni valore del rapporto, di trovare il raggio d'azione corrispondente per una linea che abbia un dato valore dello sforzo medio di trazione. Diagramma questo che, quantunque meno esatto del precedente, perchè non tiene conto del regime di scarica, si presta però facilmente alla discussione per la sua semplicità.

Vista l'influenza del rapporto tra i pesi batteria e totale sul raggio d'azione si tratterà di vedere che influenza ha questo rapporto, con la limitazione posta all'energia erogabile, sulla velocità media ossia sulle sue componenti, velocità media di avviamento, velocità massima in rettilineo e pianura, e velocità in salita.

#### b) Condizioni di avviamento.

Cominciamo a considerare la velocità media di avviamento ossia l'accelerazione media di avviamento ed il per tempo all'avviamento che si ha per diversi valori di questo rapporto e diverse velocità finali.

All'avviamento si ha uno sforzo di trazione alla ruota dato da:

$$z = W + \frac{1000}{g} \cdot \frac{dv}{dt} \cdot \frac{1}{3,6} \text{ Kg/tonn.}$$

dove con  $W$  è indicata la resistenza permanente per attrito tra perni e cuscinetti, di rotolamento tra ruota e rotaia, e la resistenza dell'aria, resistenze, queste, variabili col tipo di treno se merci, o passeggeri o se automotrice, e con la velocità.

Questo sforzo di trazione verrà dato dai motori, secondo curve  $Z = f(v)$  diverse secondo il tipo di motore adoperato; per semplificare il calcolo a queste curve si sostituiscono delle rette variamente inclinate. Riferendosi al motore da trazione a corrente continua, usualmente adottato, in serie con dispositivo di avviamento, questo lavorerà per un primo tratto secondo una retta verticale di equazione  $Z = \text{cost.}$  e poi secondo la sua caratteristica meccanica che verrà sostituita con una retta inclinata di equazione

$Z = a - bv$ , dove  $a$  e  $b$  sono delle costanti che dipendono dalle caratteristiche del motore.

Da  $A$  a  $B$  il motore svilupperà una coppia motrice costante, ma una potenza crescente essendo che aumenta la velocità; nel tratto  $BC$  la potenza andrà diminuendo essendo questa la caratteristica fondamentale del motore in serie.

La potenza massima sviluppata dai motori si avrà per una velocità  $v$ , corrispondente all'esclusione delle resistenze di avviamento con tutti i motori in parallelo, velocità che normalmente si tiene la metà della velocità finale di avviamento.

Gli accumulatori dovranno invece fornire questa potenza massima per tutto l'intervallo di velocità  $0 \div v$ , mentre la differenza tra questa e quella assorbita dai motori sarà dissipata nei reostati di avviamento.

Definita così questa potenza massima che possono erogare gli accumulatori si troverà il valore di  $c$  ossia dello sforzo massimo di trazione che si può avere all'avviamento.

Sarà difatti:

$$C = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kpm}{V_1} \cdot \eta_t \cdot 367 \text{ Kg/tonn.}$$

dove con  $Kpm$  si intende i kW massimi che si possono scaricare all'avviamento da una tonnellata di accumulatori.

Lo sforzo di trazione  $Z_1$ , che si avrà alla fine dell'avviamento sarà pure definito dall'equazione:

$$Z_1 = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kp}{Ve} \cdot \eta_t \cdot 367 \text{ Kg/tonn.}$$

dove  $Kp$  indica i kW normali che si possono scaricare da una tonnellata di acc. e  $Ve$  è la velocità finale di avviamento.

Con queste premesse per il primo tratto  $AB$  si avrà il tempo necessario per raggiungere la velocità  $V_1$

$$T_1 = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{V_1}{a} = \frac{1}{7,2} \frac{Ve}{\frac{g}{1000} (C - W_0)}$$

e sostituendo a  $C$  ed a  $W_0$  il loro valore, che per  $W_0$  si può porre  $2,5 + \frac{v_1^2}{2000}$  e per  $\eta_t = 0,80$  si ha  $t_1$  in funzione delle caratteristiche della batteria, del rapporto  $Pb:Pt$  e della velocità finale di avviamento:

$$t_1 = \frac{14,2 ve}{587 \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kpm}{ve} - 2,5 - \frac{ve^2}{8000}} \text{ sec}$$

Per il secondo tratto inclinato sarà:

$$f(V) = W_0 + \frac{1}{3,6} \frac{1000}{g} \frac{dv}{dt}$$

ossia

$$t_2 = \frac{1}{3,6} \frac{1000}{g} \int_{v_1}^{ve} \frac{dv}{f(v) - w_0} \text{ sec}$$

e sostituendo a  $Z = f(v) = a - bv$  e a  $W_0$  il suo valore medio  $W_1$  sarà

$$t_2 = \frac{1}{3,6} \cdot \frac{1000}{g} \frac{1}{C} \log. \frac{a - w_1 - b v_1}{a - w_1 - b ve} \text{ sec}$$

Per determinare le due costanti  $a$  e  $b$  abbiamo due condizioni:

$$V = Ve \quad Z = Z_1$$

$$V = V_1 \quad Z = C$$

ossia

$$a - b ve = Z_1$$

da cui si ricava

$$a = 2c - Z_1$$

$$b = \frac{2c - 2Z_1}{ve}$$

Sostituendo questi valori nell'equazione di  $t_2$  si ottiene:

$$t_2 = 31 \frac{Ve}{C - Z_1} \log \frac{C - W_1}{Z_1 - W_1} \text{ sec}$$

Sostituendo a  $W_1 = 2,5 + \frac{Vm^2}{a}$  dove  $Vm = \frac{Ve + V_1}{2} = 0,75 Ve$  ed  $a$  una costante che per treni merci ed automotrici vale ca. 1000 e per treni passeggeri vale ca. 3300, e a  $C$  e  $Z_1$ , i loro valori si ottiene

$$t_2 = \frac{31}{588} \cdot \frac{Pt}{Pb} \cdot \frac{ve^2}{Kp} \cdot \log_{10} \frac{880 \frac{Pb}{Pt} Kp - 2,5 ve - \frac{ve^2}{1,8a}}{294 \frac{Pb}{Pt} Kp - 2,5 ve - \frac{ve^2}{1,8a}} \text{ sec}$$

nella quale si è posto  $Kpm = 1,5 Kp$ , ossia si è ammesso di poter scaricare l'accumulatore all'avviamento con una potenza del 50 % superiore alla normale.

Il tempo totale di avviamento sarà così:

$$t = t_1 + t_2 \text{ sec.}$$

l'accelerazione media di avviamento

$$a = \frac{Ve}{3,6} \frac{1}{t} \text{ m sec}^2$$

ed il perditempo per l'avviamento sarà:

$$\Delta t = t \left(1 - \frac{Vm}{Ve}\right) = \sim 0,4 t$$

essendo che con la caratteristica del motore in serie si ha approssimativamente una velocità media del 0,6 della velocità finale di avviamento.

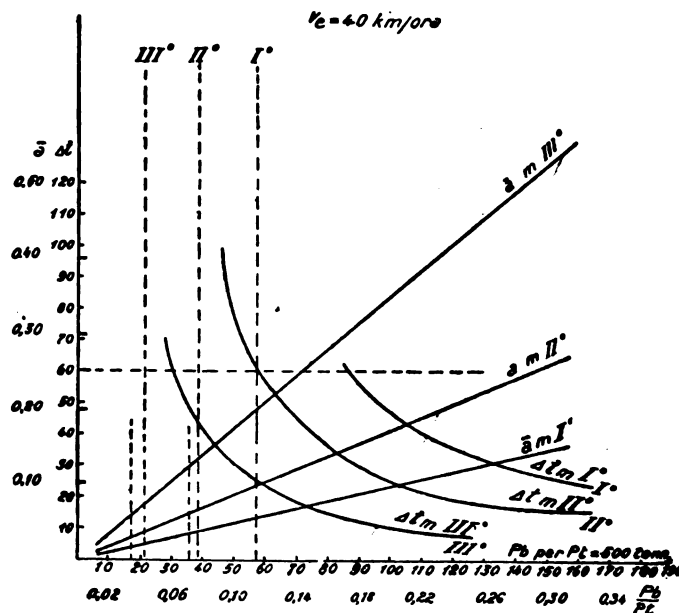


Diagramma 3.

Ponendo ora  $Kpm = 16 \text{ kW/tonn.}$ , come corrisponde per acc. Pouchain, anche per il tipo al ferro-nichel essendo che questo si può scaricare ad un'intensità molto maggiore della normale senza che le piastre si danneggino; e  $Kpm = 9 \text{ kW/tonn.}$  e  $Kpm = 6 \text{ kW/tonn.}$  per il tipo a pasta ed a sup. si ottengono i diversi valori di  $a$  e  $\Delta t$  col variare del rapporto  $Pb/Pt$  e della velocità finale di avviamento, sia per treni passeggeri che per treni merci ed automotrici. Risultati che sono compendati nei diagrammi 3, 4, 5.

Per velocità finale di 40 km/ora sono state tracciate soltanto le curve relative a treni merci ed automotrici, essendo che treni passeggeri avranno velocità di regime superiori a queste, ed anche perchè per velocità basse i valori che si ottengono differiscono di poco tra loro.

I risultati sono pure raccolti nella seguente tabella:

*Acc. a pb a sup.*

Velocità finale di avviamento	Km/ora	20	30	40	50	60	80	100
$Pb : Pt = 1 : 3$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,42	0,265	0,187	0,135	0,096	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	5,3	12,7	23,8	41	70	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,42	0,27	0,194	0,140	0,113	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	5,3	12,3	22,8	40	59	—	—
$Pb : Pt = 1 : 4$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,3	0,19	0,129	0,0875	0,049	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	7,2	17,5	34,4	64	139	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,306	0,195	0,134	0,100	0,073	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	7,2	17,2	33,2	55,5	91	—	—
$Pb : Pt = 1 : 5$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,24	0,147	0,095	0,051	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	9,5	22,8	47	108	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,242	0,152	0,101	0,063	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	9,2	22	44	88,5	—	—	—
$Pb : Pt = 1 : 10$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,103	0,0515	—	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	21,6	65	—	—	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,105	0,057	0,027	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	21,2	58	165	—	—	—	—
$Pb : Pt = 1 : 14$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,0625	—	—	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	36	—	—	—	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,065	—	—	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	34	—	—	—	—	—	—

*Piombo a pasta.*

Velocità finale di avviamento	Km/ora	20	30	40	50	60	80	100
$Pb : Pt = 1 : 3$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,304	0,225	0,175	0,053	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	14,4	24,8	38	96	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,307	0,236	0,19	0,125	0,083
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	14,3	24	35	71	134
$Pb : Pt = 1 : 4$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,216	0,158	0,115	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	20,5	35	58	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,275	0,1675	0,131	0,083	0,041
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	16,2	33,2	51	107	272
$Pb : Pt = 1 : 5$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	0,237	0,17	0,115	0,0775	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	14,2	26	48	86	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	0,24	0,185	0,126	0,057	0,054	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	13,8	24,2	44	69	165	—
$Pb : Pt = 1 : 10$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	0,17	0,10	0,059	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	13	33	76	—	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,175	0,104	0,063	0,0415	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	12,7	32	71	133	—	—	—
$Pb : Pt = 1 : 14$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,11	0,0585	—	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	20	57	—	—	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	0,115	0,035	0,0344	—	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	19,2	52,5	130	—	—	—	—

*Acc. Pouchain e Edison.*

Velocità finale di avviamento	Km/ora	20	30	40	50	60	80	100
$Pb : Pt = 1 : 3$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	—	0,45	0,356	0,242	0,15
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	—	12,4	18,7	37	74
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	—	0,46	0,37	0,268	0,195
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	—	12,2	18	33	57
$Pb : Pt = 1 : 4$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,430	0,330	0,256	0,154	0,054
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	10,5	17	26	57,5	200
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	—	0,35	0,276	0,187	0,138
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	—	16	24	47,5	81
$Pb : Pt = 1 : 10$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,34	0,212	0,145	0,102	0,065	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	6,6	15,6	30,4	55	103	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	—	0,152	0,113	0,085	0,0555	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	—	29	49	78	160	—
$Pb : Pt = 1 : 14$ merci od autom.	$a \text{ m/sec}^2$	0,23	0,14	0,088	0,054	—	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	0,5	24	48,5	103	—	—	—
passaggeri	$a \text{ m/sec}^2$	—	0,144	0,1	0,07	0,047	—	—
	$\Delta t \text{ sec}$	—	23	45	80	142	—	—

*c) Velocità massima alla potenza normale.*

Si tratterà ora di vedere la velocità massima che si potrà ottenere in piano con la potenza normale che si può avere dalla batteria.

La velocità è data dall'equazione:

$$V = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kp}{Z} \cdot \eta_t \cdot 367 \text{ km/ora e ponendo } \eta_t = 0,80$$

e  $Z = 2,5 + 0,001 V^2$  per automotrici e treni merci e  
 $Z = 2,5 + 0,0003 V^2$  per treni passeggeri si ottiene:

per treni merci ed aut.  $2,5v + 0,001 v^3 = 294 \frac{Pb}{Pt} \cdot Kp$

per treni pass.  $2,5v + 0,0003 v^3 = 294 \frac{Pb}{Pt} \cdot Kp$

equazioni che permettono di tracciare le curve della velocità massima per diversi valori di  $\frac{Pb}{Pt}$  per i diversi accumulatori, ammettendo di non scaricarli a potenze superiori a quelle normali, per non diminuire il raggio d'azione (fig. 6).

*d) Velocità in salita.*

Analogamente dalla

$$V = \frac{Pb}{Pt} \cdot \frac{Kp}{Z} \cdot \eta_t \cdot 367$$

sostituendo per il  $Z$  il valore che ha in pendenza  $2,5 + 0,001 v^2 + S$  dove  $S$  è la pendenza per mille si ha

$$294 Kp \frac{Pb}{Pt} \frac{1}{v} - 0,001 v^3 = S - 2,5$$

equazione che permette di tracciare le rette  $S = f\left(\frac{Pb}{Pt}\right)$  per diversi valori di  $Kp$  e di  $V$ .

### III. - Applicazione ai diversi tipi di trazione

Visto come influisce il rapporto tra i pesi della batteria e totale sulle diverse caratteristiche della trazione, si tratterà di decidere che tipo di trazione è adatto ad essere effettuato coi diversi tipi di accumulatori.

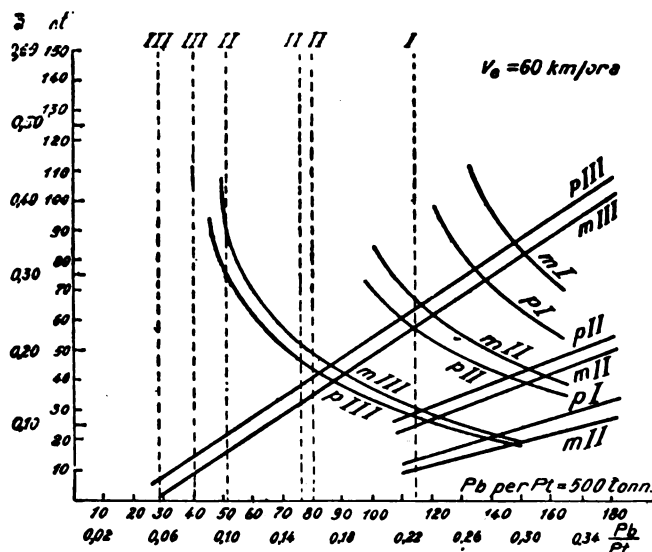


Diagramma 4.

I vari servizi di trazione ferroviaria si possono raggruppare nei seguenti casi tipici:

- 1) trazione merci con treni pesanti a velocità limitata ai 40 ÷ 45 km/ora, e con accelerazioni medie di avviamento di 0,05 ÷ 0,1 m/sec.
- 2) trazione passeggeri con treni accelerati ed omnibus a velocità alla potenza normale di 50 ÷ 60 km/ora ed accelerazioni abbastanza alte (0,2 m/sec<sup>2</sup>).
- 3) trazione passeggeri con treni diretti a grande velocità 90 ÷ 100 km/ora ed accelerazioni di avviamento di ca 0,15 m/sec<sup>2</sup>.

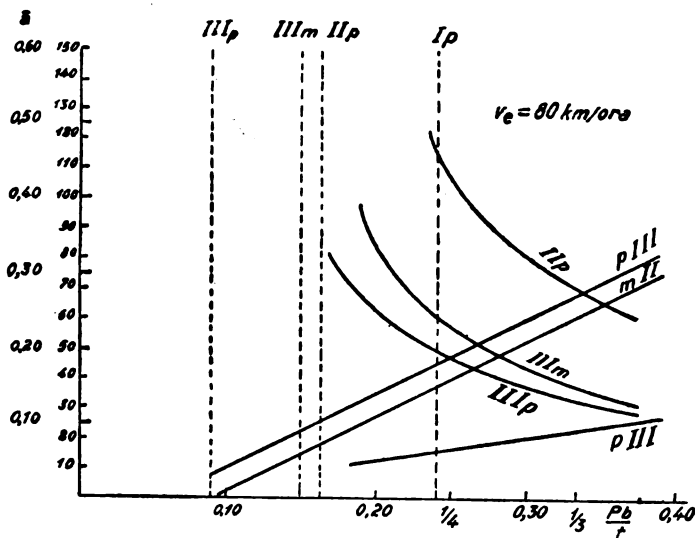


Diagramma 5.

#### a) Trazione merci:

A parità di potenza della locomotiva, aumentando il carico rimorchiato diminuiscono le spese per tonnellata rimorchiata, ma diminuisce pure la velocità del treno e l'accelerazione media che si può avere all'avviamento, aumentano così le spese per la condotta e diminuisce la potenzialità della linea. Come velocità più conveniente per treni merci risultò quella compresa tra 40 ÷ 45 km/ora ed un'accelerazione media di avviamento di 0,05 ÷ 0,10 m/sec<sup>2</sup>.

Dai diagrammi si vede come per raggiungere una velocità alla potenza normale in piano di 40 km/ora siano necessari i

seguenti rapporti tra il peso della batteria ed il peso totale del treno:

acc. a piombo a sup.	$Pb : Pt = 0,139$
» » a pasta	$Pb : Pt = 0,092$
» Pouchain	$Pb : Pt = 0,034$

Portando ora questi rapporti nel diagramma che dà le condizioni di avviamento per una velocità finale di 40 km/ora si vede come con questi rapporti si ottengano delle accelerazioni insufficienti e dei perditempi di avviamento inammissibili. Per ottenere un'accelerazione media di 0,06 m/sec.<sup>2</sup> ed un perditempo intorno ai 75 sec. bisognerà elevare il rapporto a:

$Pb : Pt = 0,148$	per il tipo a $Pb$ a sup.
» = 0,10	» » » a pasta e $Fe Ni$
» = 0,10	» » » Pouchain

Volendosi fare ora un locomotore ad accumulatori che abbia il medesimo peso totale della locomotiva 0 - 5 - 0 delle Ferrovie dello Stato che pesa, compreso il tender, 100 tonnellate: si può ammettere 50 tonnellate di batteria e 50 di parte meccanica ed elettrica: si ottengono così i pesi totali nei diversi casi:

tipo piombo sup.	$Pt_1 = 340 \text{ tonn.}$
» » a pasta e $Fe Ni$	$Pt_2 = 500 \text{ tonn.}$
» Pouchain	$Pt_3 = 920 \text{ tonn.}$

Deducendo le 100 tonn. del locomotore si hanno le tonnellate rimorchiabili nei diversi casi:

$$Pr_1 = 240 t ; Pr_2 = 400 t ; Pr_3 = 820 t.$$

Per confrontare i risultati che si otterrebbero con questi locomotori e quelli che si ottengono con la locomotiva a vapore bisogna costruire le tabelle di prestazione ossia le tonnellate rimorchiabili alle diverse velocità e pendenze.

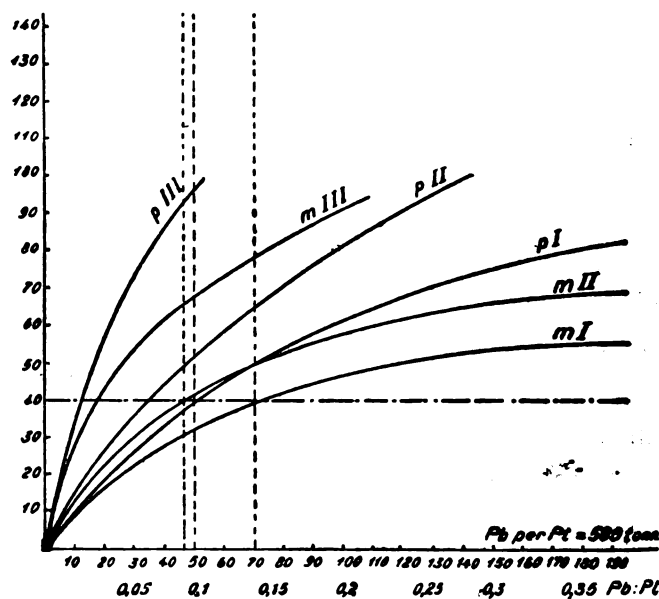


Diagramma 6.

Per la locomotiva F. S. 0 - 5 - 0 da 1000 HP si ha la seguente tabella di prestazione

Pendenza	Velocità alla potenza normale					
	20	25	30	35	40	Km/ora
0/00	5070	4470	3326	2573	1988	tonn.
10	805	784	628	517	430	
20	397	389	308	248	203	
30	242	238	182	143	112	
40	161	158	112	86	63	

Le tonnellate date da questa tabella sono le massime rimorchiabili a quelle velocità, essendo che per la locomotiva a vapore la potenza normale coincide quasi con la potenza massima, un treno per potersi avviare dovrà avere un peso notevolmente inferiore a quello che risulta da questa tabella. Per un locomotore ad accumulatori, per avere dei dati paragonabili, bisognerà considerare pure la potenza massima ottenibile che

si potrà considerare del 50 % superiore alla normale. Con queste premesse si ottengono le seguenti tabelle di prestazione.

Piombo a superficie.						
0/00	20	25	30	35	40	Km/ora
0	2120	1450	1020	725	520	} tonn.
10	300	202	150	92	57	
20	119	68	33	14,6	—	
30	51	16	—	—	—	
40	15,5	—	—	—	—	

Piombo a pasta.						
0/00	20	25	30	35	40	Km/ora
0	3360	2360	1700	1250	910	} tonn.
10	525	380	282	211	156	
20	244	166	114	75	47	
30	136	84	48	22	3	
40	81	40	—	—	—	

Tipo Pouchain.						
0/00	20	25	30	35	40	Km/ora
0	6450	4600	3370	2550	1930	} tonn.
10	1080	825	640	515	415	
20	550	412	310	248	195	
30	346	250	185	143	106	
40	240	170	119	86	59	

Dando ai valori della prima linea un valore esclusivamente comparativo essendochè per potersi avviare il treno dovrà avere un peso meno della metà di quello che risulta dalla tabella di prestazione; si vede come la prestazione di un locomotore ad ecc. a superficie è poco più di 1/4 di quella della locomotiva a vapore corrispondente, quella di un locomotore a pasta di 1/2 di quella della locomotiva a vapore.

Col primo tipo bisognerebbe così moltiplicare per 4 il numero dei treni e si diminuirebbe proporzionalmente la potenzialità della linea, bisognerebbe inoltre, perchè il servizio risulti economico, che le spese per loc-km fossero 1/4 di quelle corrispondenti alla locomotiva a vapore.

Con l'accumulatore Pouchain invece si otterrebbe un locomotore che con lo stesso peso della loc. a vapore presenti la medesima prestazione della loc. a vapore. Un po' minore per velocità elevate ed un po' maggiore a bassa velocità, essendo che col locomotore ad acc. si ha tutto il peso di 100 tonn. aderente mentre con la locomotiva a vapore si ha il peso del tender che non contribuisce all'aderenza, in modo che lo sforzo massimo di trazione deve venir limitato in questo caso a 12.000 kg. Così si vede come con un carico rimorchiato di 500 tonn. su una livelletta del 10 ‰ col locomotore si avrebbe una velocità di circa 35 km/ora e sul 20 ‰ si avrebbe una velocità leggermente superiore e una pendenza del 20 ‰ non potrebbe addirittura superarla per mancanza di aderenza.

Ammettendosi dunque un peso rimorchiato di 240 tonn., nel primo caso, 400 tonn. nel secondo ed 800 tonn. nel terzo, dal diagramma 7 si vede come con questi pesi si potranno superare pendenze del 10 ‰ a velocità di circa 20 km/ora. Dal diagramma 2 si vede inoltre come, emettendosi uno sforzo medio di trazione di 5 kg/tonn., si ottengano, con questi rapporti tra peso, batteria e peso totale, i seguenti raggi d'azione:

68 km. per il tipo a  $P_b$  a superficie  
175 " " " " " a pasta  
178 " " " " " Pouchain

Volendosi ora fare un'unica carica giornaliera per poter usare dell'energia notturna in condizioni tecnicamente ed economicamente migliori, ogni locomotore avrà una prestazione giornaliera di:

240 · 68 = 16.300 tonn-km. virtuali rim. nel caso del locomotore al acc. a sup.

175 · 400 = 70.000 tonn/km. virt per il tipo a pasta

178 · 820 = 146.000 " " per il tipo Pouchain.

Per il tipo al ferro-nichel si può ritenere che all'avviamento questo scarichi una potenza di circa 16 kW per tonn., essendo che per questo tipo non si ha da temere un danneggiamento delle piastre per scariche troppo intense come si ha per i tipi a piombo, le caratteristiche di avviamento saranno così quelle del tipo Pouchain; nella scarica normale si potrà

considerare una potenza di 6 kW per tonn. come per l'accumulatore a pasta, essendo che la capacità in energia viene in-fluita solo minimamente dal regime di scarica.

Per questo tipo si potrà considerare come valida la tabella di prestazione e le considerazioni fatte per il tipo a pasta.

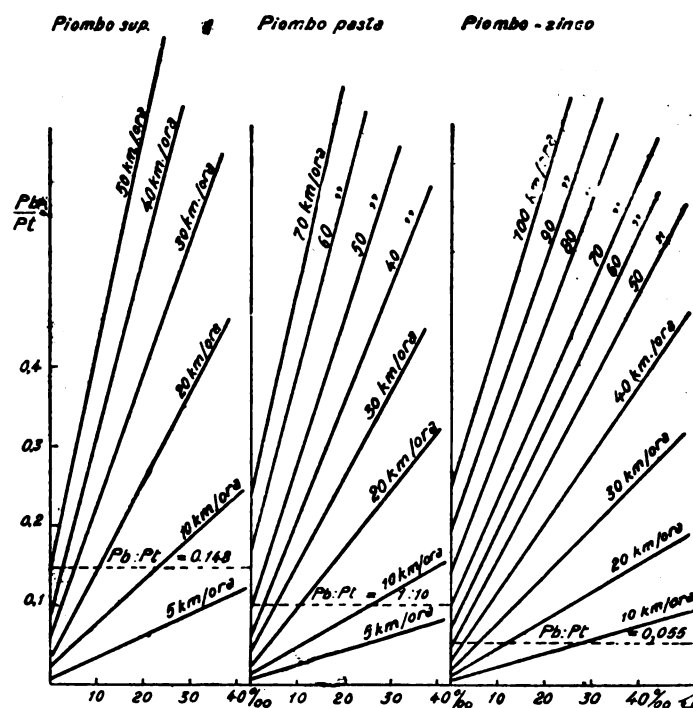


Diagramma 7.

Con un rapporto  $P_b : P_t = 0,10$  il raggio d'azione sarebbe di 85 km. ed una prestazione giornaliera di:

$$95.400 = 38.000 \text{ tonn-virt rimorchiate.}$$

Sulla scelta di un tipo o dell'altro di accumulatore sarà inoltre decisiva la questione economica, ossia la spesa per tonn.-km. virt. rimorchiata con i diversi tipi.

Le spese si potranno raggruppare nei seguenti capitoli:

**Spesa per il personale di condotta:**

Chiamando « c » la paga oraria del personale addetto alla condotta del locomotore in Lire.

« S » il raggio d'azione, in km.

« Pr » le tonn. virtuali rimorchiate.

« v » la velocità media comprese le fermate in km/ora.

La spesa giornaliera per la condotta di un locomotore sarà:

$$\frac{C}{v} \cdot S \text{ Lire al giorno}$$

e per tonn. km. virt. rimorchiata:

$$\frac{C}{v} \cdot \frac{1}{Pr} \text{ Lire/tonn. km. virt;}$$

**Spesa per l'energia.**

Se  $P_b$  è il peso della batteria in tonn.

$K_e$  la capacità in kWh tonn.

$\eta_b$  il rendimento in energia della batteria

$p$  il prezzo in L/kWh alla carica

$$\text{il costo dell'energia per tonn. km/virt } \frac{K_e}{\eta_b} \cdot \frac{P_b}{Pr} \cdot \frac{p}{S} \text{ L/tonn.}$$

**Interessi e manutenzione della batteria.**

Se « Cb » è il costo in Lire per tonn. di una batteria, e, ponendo un coefficiente del 0,7 per tener conto dei giorni in cui il locomotore sarà immobilizzato per riparazioni, si ha una spesa per:

$$\text{Interessi per tonn. km. virt. } \frac{P_b \cdot cb \cdot 0,06}{0,7 \cdot 365 \cdot Pr \cdot S} \text{ L/tonn./km.}$$

La manutenzione della batteria viene assunta per una quota fissa per kWh erogato o, per un dato sforzo di trazione, per km. percorso, dalle ditte fornitrici gli accumulatori, per la quale si impegnano di mantenere in piena efficienza la batteria provvedendo alla sostituzione delle piastre attive esaurite. Questa spesa si calcola normalmente dividendo il costo della batteria per il numero delle scariche garantite.

La spesa per la manutenzione sarà così per:

Tonn. km. virt. rimorchiata  $\frac{Pb \cdot cb}{h \cdot Pr \cdot S}$  L./tonn./km.

Interessi. - Se Cem è il costo in Lire di questa parte sarà  $\frac{Cem \cdot 0,06}{0,7 \cdot 365 \cdot Pr \cdot S}$  L./tonn./km.

Per manutenzione ed ammortamento: si potrà ritenere indipendente dal genere di accumulatori adottato, essendo indipendente dal numero dei km. percorsi, perchè proporzionale a questi; ed indipendente dal carico rimorchiato perchè approssimativamente proporzionale alla potenza dei motori; si potrà così ritenerla costante per tutti i tipi per tonn./km. virt. rimorchiata.

Ponendo ora:

Per il tipo a superficie.

$Pr=240$  tonn.  $Ke=8$  kWh/tonn.;  $\eta_h=0,70$ ,  $Pb=$  tonn.;  $p=0,15$  L/kWh;  $S=68$  km.;  $Cl=10,200$  L/tonn.;  $h=2500$  Cem=600.000 Lire:

Per il tipo a pasta.

$Pr.=400$  tonn.;  $Ke=30$  kWh/tonn.;  $\eta_b=0,70$ ;  $Pb=50$  tonn.  $S=175$  km.;  $Cb=12.500$ ;  $h=350$ .

Per il tipo di ferro-nichel.

$Pr=400$ ;  $Ke=16$  kWh/tonn.  $\eta_b=0,45$ ;  $Pb=50$  tonn.  $S=95$  km.;  $Cb=35.000$  Lire/tonn.;  $h=2500$ .

Per il tipo Pouchain.

$Pr=820$  tonn.;  $Ke=55$  kWh/tonn.  $\eta_b=0,75$ ;  $Pb=50$  tonn.  $S=178$  km.;  $Cb=13.700$  L./tonn.;  $h=700$ .

Per la trazione a vapore.

Spesa per combustibile si ha, consumando in media una locomotiva 60 gr. di carbone per tonn. chilometro virtuale rimorchiata e per prezzo del carbone di 180 Lire/tonn.:

$$\frac{10,8}{1000} \text{ L/km virt.}$$

Una locomotiva costa inoltre circa 500 Lire per HP, e con una percorrenza di 30.000 km. all'anno si avrà una spesa per interessi del capitale di

$$\frac{500.000 \cdot 0,06}{30.000 \cdot 800} = \frac{1,25}{1000} \text{ L/tkv.}$$

La locomotiva a vapore richiede inoltre una maggior spesa per manutenzione in confronto della locomotiva elettrica, che per gli anni 1917-1918 risultò di

$$\frac{3,4}{1000} \text{ L/tkv.}$$

Trascurando inoltre la spesa per il personale essendo che anche per un valore abbastanza grande di  $c$  e basso di  $v$  non sposta che minimamente i risultati si ottiene la seguente tabella:

Spese per	Fe.Ni	Pasta	Sup.	Pouch.	Vapore
Energia $\times 1000$ .....	7	4,65	5,25	3,8	10,8
Batteria e interessi $\times 1000$ ...	10,8	2,08	7,35	1,1	—
e manutenz. $\times 1000$ ...	18,5	25,6	12,4	6,75	—
Inter. parte elettr. e mecc. $\times 1000$	3,7	2	8,6	0,96	1,25
Maggior spesa per manutenzione della loc. a vapore $\times 1000$ ..	—	—	—	—	3,4
Totale $\times 1000$ .....	40	34,33	33,6	12,61	15,45

Dando a queste cifre un valore esclusivamente di orientamento, essendo impossibile tener conto di tutti i diversi fattori che influiscono sul costo totale dell'esercizio, si potrà però dire che i primi tre tipi economicamente si equivarranno e saranno decisive per la scelta di un tipo o dell'altro le condizioni di più o meno comoda manutenzione delle batterie e della eventuale riduzione dei depositi e stazioni di carica perchè si possano ottenere coi tipi di maggior capacità.

Per l'accumulatore Pouchain invece si vede come risulta notevolmente più economico sia degli altri tipi sia della trazione a vapore, essendo che le spese per quest'ultima sono molto prudenti e si possono dire minime, essendosi trascura-

ta la spesa per olio, acqua, ecc. e per il fatto che la manutenzione di un locomotore ad accumulatori richiederà minor spesa di un locomotore a presa mobile di corrente per maggior semplicità dell'apparecchiatura elettrica.

Nel caso della trazione merci si può dire che mentre i vantaggi di sostituire alla trazione a vapore quella con accumulatori, con i tipi che fornisce oggi il mercato, appaiono dubbi, l'avvento nel campo pratico dell'acc. Pouchain risolverebbe completamente la questione della trazione merci con acc. fornendo un locomotore che, avendo il medesimo peso, avrebbe la medesima prestazione della locomotiva a vapore e con una utilizzazione sufficientemente alta, essendo il suo raggio di azione di 178 km. superiore al servizio ininterrotto che si richiede normalmente ad una locomotiva a vapore per il servizio merci (100 ÷ 150 km), ed il costo dell'esercizio risulterebbe certamente inferiore del 45 di quello che si ha con la trazione a vapore.

(Continua.)

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

G. KEINATH — L'uso dei condensatori di misura al posto dei trasformatori di misura. (L'Energia Elettrica, luglio 1926, pag. 545).

E' noto come in qualche impianto elettrico, vengano impiegati per misure di tensioni superiori a 50 000 V, dei condensatori di misura al posto degli ordinari trasformatori di misura. Coi condensatori le misure di tensione risultano però generalmente affette da un errore maggiore che non usando i trasformatori: da 2 a 5 per cento invece di 0,5 a 1 per cento.

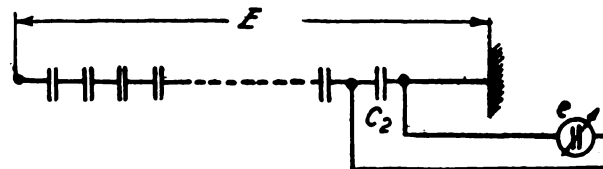


Fig. 1.

Per misure di potenziali elettrostatici elevati, l'uso diretto dei voltmetri elettrostatici non è consigliabile; si fa ricorso ordinariamente allo schema di figura 1, inserendo un voltmetro in parallelo con un condensatore. Si ha allora:

$$E = e \frac{C_2}{C}$$

essendo  $E$  la tensione totale,  $e$  l'indicazione del voltmetro,  $C_2$  la capacità del condensatore singolo e  $C$  la capacità totale.

Lo schema presenta però diversi inconvenienti specialmente derivanti dalla capacità non trascurabile dei cavi che si devono impie-

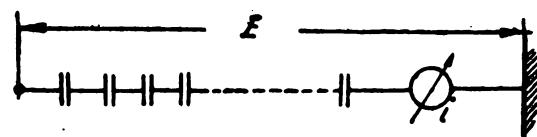


Fig. 2.

gare per i collegamenti fra i voltmetri elettrostatici e i condensatori. Si preferisce ricorrere allo schema di figura 2 nel quale si misura la tensione, misurando la corrente di carica mediante un amperometro tarato come voltmetro per una data frequenza. Ma anche que-

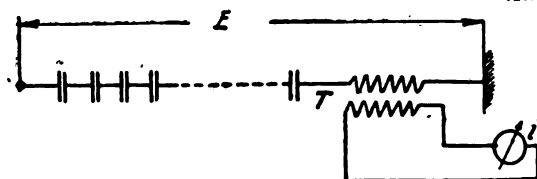


Fig. 3.

sto dispositivo presenta cause di errore rilevanti, specialmente quando nell'onda di tensione siano presenti delle armoniche superiori.

Si gira la difficoltà collo schema di figura 3 nel quale la corrente



viene misurata attraverso un trasformatore di corrente col primario a molte spire sottili e il secondario (collegato all'amperometro) con poche spire grosse.

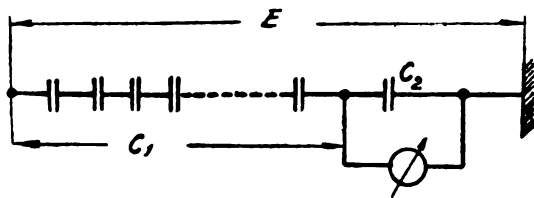


Fig. 4.

Il rapporto di trasformazione viene alterato in modo sensibile soltanto dalle armoniche molto elevate: ad esempio in un trasformatore da 60 000 spire il rapporto, passando dalla frequenza 50 a quella 350, variava da 181,5 a 187. L'A. sconsiglia anche questo schema, osservando che in esso possono generarsi tensioni pericolose per effetti di risonanze alle armoniche superiori.

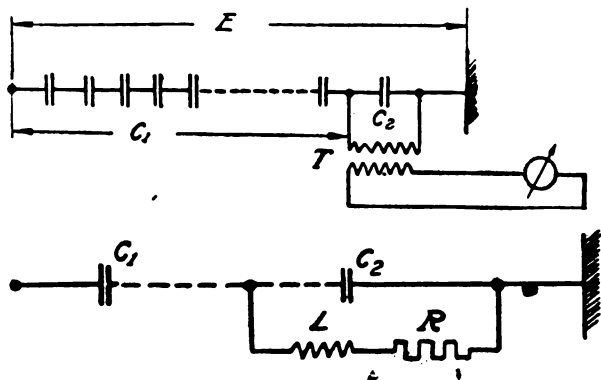


Fig. 5 e 6.

Altro schema è quello di fig. 4, corrispondente a quello di fig. 2, ma in cui si usa invece un amperometro. Dati i rapporti delle resistenze apparenti del condensatore e dell'amperometro, questo mette praticamente in corto circuito il condensatore. La corrente nell'amperometro, detta  $R$  la resistenza di esso, è data dalla:

$$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 \left(1 + \frac{C_2}{C_1}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega C_1}\right)^2}}$$

Per  $R = 0$  la corrente cresce proporzionalmente alla frequenza. Aumentando  $R$  si osserva che la corrente, coll'aumento della frequenza, cresce lentamente per mantenersi poi costante, oltre un certo valore.

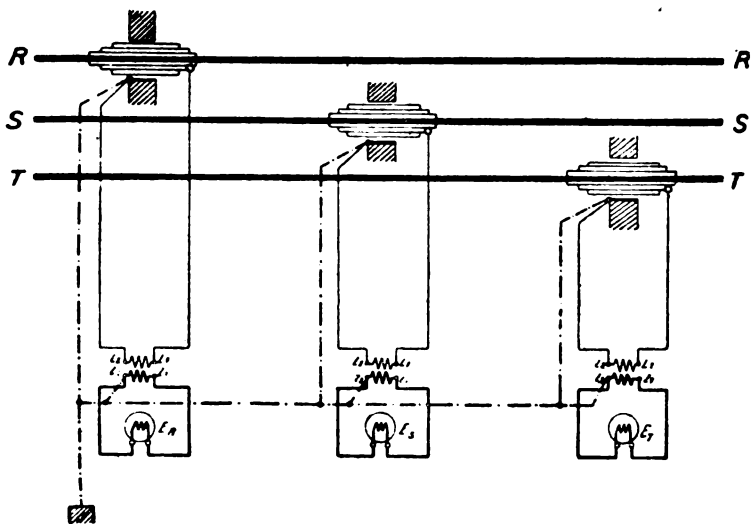


Fig. 7. — Schema per controlli di terra.

Colle stesse considerazioni fatte per lo schema 3, si arriva allo schema 5 che può essere rappresentato come in figura 6, essendo  $L$  l'induttanza del secondario del trasformatore e  $R$  la resistenza ohmica complessiva. La corrente nell'istrumento è data dalla

$$I = \frac{E \omega C_1}{\sqrt{\omega^2 R^2 (C_1 + C_2)^2 + \omega^2 L^2 (C_1 + C_2)^2}}$$

Il comportamento con lo schema 6 è completamente differente da quello collo schema 4.

Colla variazione della frequenza dell'onda fondamentale, la corrente da prima aumenta colla frequenza; ma avvicinandosi al valore di risonanza, la variazione della corrente va cessando, e può anche invertirsi oltre a certi valori della frequenza.

L'effetto delle armoniche superiori, specialmente se la corrente è piccola rispetto a quelle dell'onda fondamentale è tale che le misure di tensione risultano affette da errori in meno.

Anche la temperatura può indurre cause di errori. Per condensatori del tipo passante, detto « Nagel » costruiti dalla S. S. W. e dalla Westinghouse, si è riscontrato secondo l'A. che l'aumento di 10° temperatura ambiente, importa un aumento di errore di circa il 2,5 %.

Errori derivano pure dalla deficienza di isolamento fra i manicotti di terra e le fasciature ausiliarie; il valore di tale isolamento per condensatori del tipo citato può abbassarsi specialmente per effetto di umidità ambiente, anche fino a 30 megaohm, con un corrispondente errore di misura del 2 % circa.

In generale, secondo l'A., l'errore delle misure può in media ritenersi fra il 2 e il 3 %, con una buona manutenzione dei dispositivi.

La fig. 7 rappresenta l'installazione pratica per i controlli di terra, mediante condensatori di tipo passante; mentre la fig. 8 dà lo schema per l'inserzione di parallelo, usando voltmetri doppi di misura con due equipaggi mobili, voltmetri di terra e frequenzimetro.

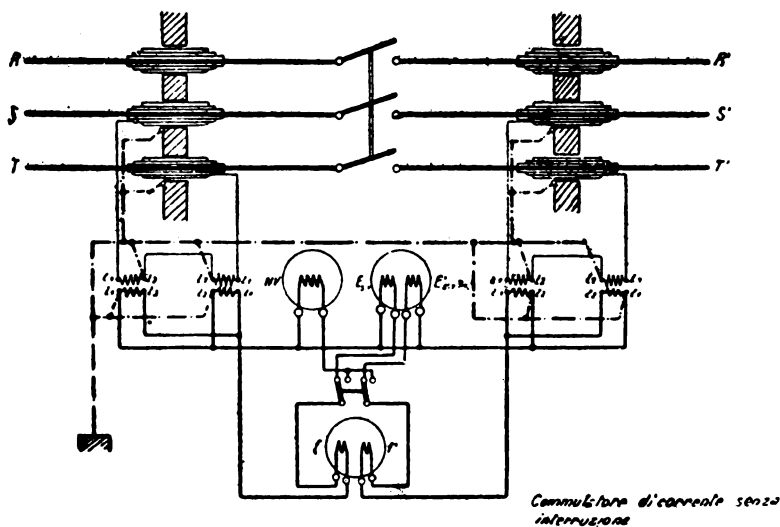


Fig. 8. — Schema per il parallelo.

L'apparecchiatura a condensatori passanti è stata anche adattata per la misura della potenza reale od apparente. Il problema non è però ancora completamente risolto, sebbene il sistema permetta di raggiungere, in condizioni normali un'approssimazione di circa il 5 %. Alcune cabine tedesche sono equipaggiate con questi dispositivi.

L'A. mette in evidenza l'importanza di questi sistemi di misura che riescono molto più economici che non l'impiego dei trasformatori di tensione. In un progetto recente d'ampliamento di un impianto, la spesa prevista per l'installazione coi trasformatori di misura era di 2,3 milioni di marchi-oro, contro 1,6 milioni per l'installazione coi condensatori.

R. S. N.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

M. L. SINDEBAND - P. SPORN — **Dati di pratica d'esercizio su linee di trasmissione a 132 000 volt.**  
J. A. I. E. E., luglio 1926, pag. 641).

I risultati d'esercizio che gli AA. espongono, si riferiscono specialmente alla linea a 132.000 V dell'impianto di Windsor a Canton (Ohio, S. U.). La linea, lunga 88 chilometri, è costruita con palificazioni in ferro, portanti due terne di conduttori e con doppio filo di guardia da 9,5 mm in acciaio. I conduttori sono sostenuti con catene di isolatori a disco, di 10 o 12 elementi.

La linea fu messa in servizio nel 1917 e da allora a tutto il 1925, essa ebbe a subire 41 interruzioni dovute a fulminazione.

Nel 10 per cento di questi casi, entrambe le terne furono colpite dal guasto. In quattro soli casi fu necessario procedere a ricambio o a riparazione degli isolatori o dei conduttori.

Nel 1924 fu tolto per un certo tratto di linea il filo di guardia, e nel 1925 ne furono tolti altri 18 chilometri da entrambe le estremità della linea, essendosi esso alterato in causa delle cattive condizioni atmosferiche. Ciò non parve peggiorare affatto le condizioni di sicurezza dei tratti di linea rimasti scoperti; anzi nel 1925, si verificarono sette casi di guasti, tutti nei tratti dove esisteva il filo di guardia.

Dal 1923 al 1925 furono costruiti altri tronchi di linea a 132.000 volt, nella stessa regione, per complessivi 425 chilometri circa; benché le palificazioni fossero predisposte per un filo di guardia, esso non

fu messo in opera. Ciò fu fatto in considerazione dell'esperienza eseguita sui tratti scoperti della linea precedente, come anche in base a risultati di esercizio di altre linee che sembravano indicare che il filo di terra è più di danno che di vantaggio. Infatti parecchi incidenti di linea furono dovuti a rottura del filo di guardia; e d'altra parte la questione economica vieta assolutamente, secondo gli AA., di dare al filo di guardia dimensioni tali da renderlo meccanicamente così robusto da prevenire il pericolo di guasti.

Complessivamente gli AA. prendono a considerare 88 casi di guasti, di cui riportano le caratteristiche in apposite tabelle. Questi 88 casi si possono raggruppare in quattro categorie.

Nei primi 15 casi, il guasto fu localizzato nel conduttore più elevato; in 11 di questi casi uno o più isolatori furono rotti, e in 13 casi il conduttore fu gravemente alterato. In generale l'intera catena fu messa in corto circuito dall'arco.

I casi dal n. 16 al n. 35 riguardano tratti di linea nei quali si era installato, a titolo di prova, il dispositivo così detto di « flux-controll » secondo il metodo proposto da M. O. Austin. Il dispositivo consiste, come è noto, nel montare due isolatori all'estremità delle due corna fissate alla base della catena di isolatori; si dovrebbe in tal modo influire sulla ionizzazione dell'aria alla base delle catene. Gli AA. dicono che il dispositivo fu adottato in prova, dietro le affermazioni di tecnici di altre linee che asserivano che il sistema aveva fatto completamente cessare i casi di fulminazione.

L'esperienza degli AA. si è rivelata assolutamente contraria a tale asserzione. I casi citati dal 16 al 35 dimostrarono l'inefficienza del dispositivo in quanto che i guasti continuarono ad essere localizzati nei conduttori più alti, i soli nei quali esso fosse stato installato. Il dispositivo funzionò soltanto come una protezione a corna ordinaria, e mal costruita in quanto che fu soggetto esso stesso a guasti notevoli.

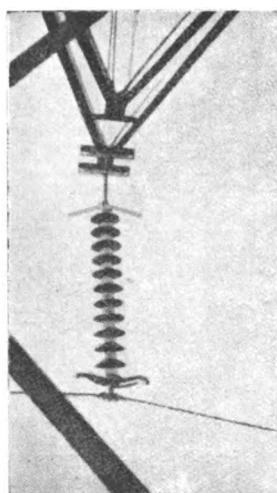
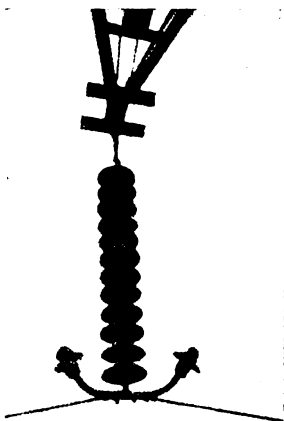


Fig. 1. — Dispositivo di protezione tipo «flux-controll».

Fig. 2. — Dispositivo di protezione a corna e anello.

I casi dal n. 36 al n. 68 riguardano tratti di linea nei quali furono modificate le mensole portanti i conduttori. La mensola superiore fu allungata rendendola eguale alle altre; e i tiranti superiori della mensola di mezzo furono abbassati; ciò rese possibile portare da 10 a 12 gli elementi delle catene più elevate nelle quali avvenivano quasi esclusivamente, i guasti. Inoltre su alcuni tratti di linea venne messo in opera alle estremità inferiori delle catene più elevate, e da una sola parte delle palificazioni, un anello di guardia elicoidale, di 45 per 56 cm, e all'estremità superiore delle stesse catene furono applicate delle corna, disposte parallelamente al conduttore, e di 61 cm di apertura.

In tutti questi casi, dal 36 al 68 nessuna catena protetta coll'anello e le corna, fu colpita. I guasti avvennero ancora prevalentemente nelle catene superiori e, fuorché in cinque casi, in catene le quali erano provviste del dispositivo di flux-controll di cui prima si è detto.

I rimanenti casi dal 6 all'88, riguardano un periodo di circa due mesi; avvennero 13 guasti nelle catene superiori, 5 in quelle mediane e 2 in quelle inferiori. Delle 13 catene più elevate colpite, 7 avevano il dispositivo flux-controll e 6 avevano l'anello e le corna; nei primi 7 casi si ebbero uno o più isolatori spezzati, mentre solo in 3 dei 6 ultimi casi si ebbero rotture di isolatori.

Al principio del 1925 si adottò una protezione a relais sulla linea Philo-Canton di 120 km, ma i risultati non furono molto soddisfacenti.

La linea Philo-Canton fu particolarmente battuta da fulminazioni con molta maggiore frequenza che le altre linee del gruppo studiato. Gli AA. danno di tale fatto le seguenti motivazioni. La regione percorsa dalla linea è molto battuta dai temporali; le palificazioni sono più alte che nelle altre linee, e quindi i potenziali indotti nei conduttori superiori durante le scariche atmosferiche erano più elevati; inoltre la linea era priva di filo di guardia.

Per migliorare le condizioni di funzionamento si pensò di installare il filo di guardia, e di munire le catene di isolatori del dispositivo ad anello di guardia e corna.

Furono condotte esperienze apposite col generatore di scariche Peek per determinare l'effetto utile del filo di guardia e si riconobbe che il potenziale indotto nei conduttori poteva essere ridotto del 50 per cento, come è indicato nella figura 4.

Analoghe esperienze furono eseguite per trovare il tipo più efficiente di anello e di corna; il tipo definitivamente adottato è quello indicato in figura 3.

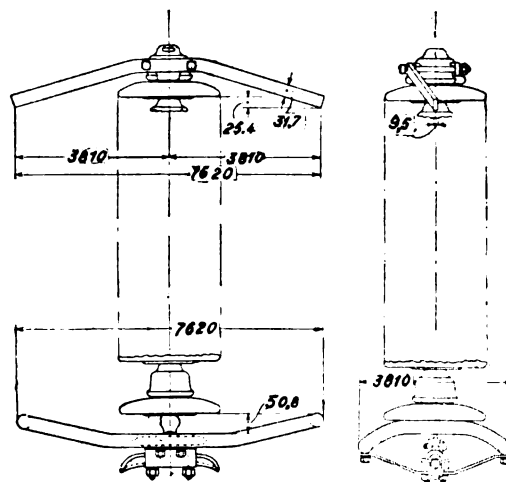


Fig. 3. — Dispositivo di protezione ad anello e corna.

Gli AA. insistono sull'importanza di dare al filo di guardia le migliori condizioni di resistenza meccanica, compatibili colle ragioni d'economia, allo scopo di prevenirne il rapido deterioramento e i disturbi che ne possono derivare. Nel caso particolare fu adottato un conduttore composto da 12 fili di alluminio da 28 decimi, e di 7 fili d'acciaio pure da 28 decimi.

Come conclusione del loro studio gli AA. espongono le seguenti considerazioni.

La convenienza economica di aumentare la lunghezza delle campane urta contro un limite derivante dall'aumentata facilità di fulminazioni causata dalla maggiore altezza delle palificazioni.

L'eccedere nell'isolamento della linea può portare a peggiori conseguenze, facendo localizzare i guasti anziché lungo la linea stessa, nei trasformatori o nel macchinario ad essa collegati.

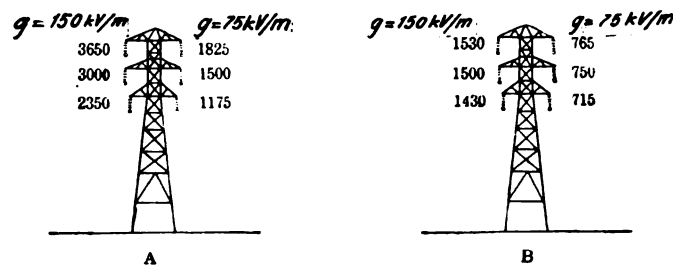


Fig. 4. — Potenziali indotti nei conduttori per diversi valori del gradiente.

A: senza filo di guardia.

B: con filo di guardia.

Non si dovrebbe mai omettere l'installazione del filo di guardia salvo casi speciali come quelli di regioni non battute da temporali, o con terreno di natura troppo poco conduttrice, ecc. Il filo di guardia deve essere studiato e dimensionato in modo da garantirne la duratura efficienza.

Qualora la linea sia molto elevata sul mare, o percorra regioni temporalesche, è consigliabile installare, oltre il filo di guardia anche il dispositivo ad anello e corna.

Ogni linea va opportunamente provvista di relais in modo che in caso di guasto essa venga prontamente staccata dal resto dell'impianto.

R. S. N.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

---



---

**:: :: :: CRONACA :: :: ::**


---



---

**CONDUTTURE.**

Sui mezzi di facilitare la posa dei cavi nei condotti sotterranei, diminuendo lo sforzo di trazione da esercitare sulle testate dei cavi stessi sono state compiute recentemente delle esperienze in America in preparazione della posa del cavo a 130.000 V, da New York City a Dunwoodie. Per non eccedere negli sforzi meccanici si erano divisi i condotti in tronchi di non più di 130 metri di lunghezza. Esperienze condotte con un cavo di prova dimostrarono che lo sforzo necessario per l'avanzamento del cavo in una di tali sezioni, superava talvolta i 4000 chili. Si cercò di facilitare l'operazione coll'uso di grasso lubrificante, ma si riconobbe assai più conveniente l'uso di steatite che è meno costosa, più pulita e riesce di grandissima efficacia. Spolverando a priori il condotto con steatite si può facilmente ridurre lo sforzo di trazione a circa un quarto di quello che sarebbe altrimenti necessario.

**ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.**

L'applicazione dei forni elettrici nel trattamento di metalli diversi dal ferro, si va sempre più estendendo. Secondo notizie pubblicate dalla Zeit. Ver. Deut. Ing. 70, pag. 349, vi sarebbero attualmente più di 660 forni elettrici di tal genere in America: di essi, 340 sono del tipo a induzione, 110 del tipo a resistenza e 150 sono forni ad arco. In Europa ve ne sarebbero in servizio 180, dei quali 130 a induzione e 50 ad arco. I principali servizi a cui sono adibiti sono i seguenti: fusione di ottone, preparazione di leghe di nichel, di bronzi, di metallo bianco, di alluminio. Nell'articolo originale sono particolarmente descritti anche alcuni impianti dei più tipici.

**ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.**

Ad iniziativa della Società Anonima Commerciale Industriale Agricola Coloniale, con sede in Roma (Fontanella di Borghese, 42) e sotto l'alto patronato di S. E. il Presidente del Consiglio dei Ministri, sarà tenuta nei mesi di gennaio e febbraio 1927 in Tripoli la Prima Esposizione Fiera Campionaria.

La manifestazione riveste carattere di particolare importanza ed è vivo desiderio del Governo che tutte le maggiori organizzazioni riguardanti le attività industriali e commerciali del Paese concorrono al raggiungimento delle finalità che essa si propone, di fare cioè conoscere ed apprezzare maggiormente alla nostra colonia tutta la potenzialità produttiva della Madre Patria e d'intensificare in conseguenza i reciproci rapporti e gli scambi col maggior incremento economico della Nazione.

**ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.**

L'applicazione delle onde convogliate per il comando a distanza di apparecchi e impianti elettrici ha avuto una delle prime applicazioni negli impianti di illuminazione stradale con trasformatori a corrente costante. Il generatore ad alta frequenza è installato nella sottostazione e lo si accoppia alla linea di illuminazione attraverso condensatori. Così l'impianto di comando resta interamente separato dalla linea di energia elettrica pur essendovi collegato. Il ricevitore è collegato nello stesso modo alla linea. Impianti di questo genere sono sinora in funzione da qualche tempo in tre località degli Stati Uniti con risultati soddisfacentissimi.

**SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.**

La fusione delle due Associazioni fra le Industrie Elettriche è stata realizzata di recente. La A. E. I. E. con sede a Roma e la A. N. I. E. L. con sede a Milano si sono unite per costituire un Ente unico che viene chiamato Unione Nazionale Industrie Elettriche con sede in Roma. Contemporaneamente venne costituita la nuova Associazione sindacale sotto il nome di Federazione Nazionale Gruppi Imprese Elettriche, pure con sede in Roma.

Della Unione Nazionale venne eletto Presidente onorario S. E. Volpi e Presidente effettivo l'On. Ing. G. Ponti. A Presidente della Federazione Nazionale fu eletto l'On. Ing. Giacinto Motta.

\*

*Assemblea Generale del Comitato Scientifico Tecnico.* — Ha avuto luogo il giorno 7 dicembre nel salone della Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro. Il Presidente Ing. Guido Semenza, ha riferito sulla attività svolta dal Comitato, facendo rilevare in modo particolare l'azione esperita a favore dei laboratori scientifici universitari, sia col ritiro dalla Germania del materiale scientifico in conto riparazioni per un valore di tredici milioni e mezzo di lire, sia anche sussidiando speciali ricerche e conferendo borse di perfezionamento a giovani laureati. Auspicò il sorgere di un grande Istituto centrale di ricerche nel campo delle scienze fisiche e chimiche. Mise anche in evidenza la utilità dell'Ufficio Documentazione e dell'Archivio Tecnico Scientifico.

Il Comm. Brieschi, Vice Presidente del Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, riferì a sua volta sull'opera del Comitato stesso durante l'anno 1926.

Approvati i bilanci, si procedette alle nomine delle cariche sociali. Il nuovo Consiglio comprende: l'Ing. Guido Semenza, Presidente; S. E. On. Belluzzo, Vice-Presidente; l'On. Ing. Bignami; l'Ing. Besana; l'Ing. Finzi; l'Ing. Locatelli, l'Ing. Tarlarini, l'Ing. Valsecchi, Consiglieri; l'Ing. Massarelli, Tesoriere; l'Ing. Barbage-lata, Segretario della Presidenza.

**TRAZIONE E PROPULSIONE.**

E' stata recentemente ultimata l'elettrificazione delle ferrovie svedesi da Stoccolma a Gotemborg, per una lunghezza di 458 chilometri. L'elettrificazione è compiuta con corrente monofase a 16.000 volt, a frequenza 16 2/3. Venne appositamente costruito un nuovo impianto idroelettrico sul fiume Gota, dove vennero installate delle grandiose turbine, delle quali due tipo Kaplan con ruote del diametro di 630 centimetri, e due di tipo Lawaczek con ruote di 640 centimetri.

**VARIE.**

*Parafulmini giganteschi* sono stati eretti in California per la protezione dei grandi serbatoi di petrolio. I gravissimi danni sofferti negli anni precedenti per causa dei fulmini indussero la South Pacific Co. a far studiare nei laboratori d'alta tensione della G. E. Co. un sistema di protezione. Si trattava di proteggere tre serbatoi in cemento armato, di forma ellittica di m. 400 x 200 e alti dieci metri. Si eressero quattro grandi torri in acciaio alte 50 metri ed altre cinque alte 60 metri, disposte lungo l'asse maggiore a 230 metri dal centro del serbatoio, e lungo l'asse minore a 130 metri, ossia tutte a 30 metri dal bordo del serbatoio. Ogni torre è messa a terra mediante tre tronchi di tubo lunghi sette metri, che raggiungono l'aves a circa cinque metri sotto il suolo. Le esperienze compiute su modelli in laboratorio dimostrarono che le torri richiamano infallibilmente le scariche sopra di sé. Inoltre sopra il tetto dei serbatoi si è disposto un sistema di fili metallici sostenuti all'altezza di un metro e collegati ad un cavo messo a terra che circonda i serbatoi ed è anche collegato alle torri.

---



---

**:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::**


---



---

**Movimento delle Società Elettriche.****ARIAZIONI DI CAPITALE.**

*Soc. An. Verbano per la trazione elettrica Pallanza-Fondotoce.*

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 1.600.000 a L. 2.000.000 mediante emissione di 24.000 azioni da L. 25.

*Società Italiana Edison di Elettricità — Milano.*

La Edison, in unione alla Interregionale Cisalpina e alla Serbatoi Alpini ha deliberato di far nuovamente ricorso al capitale americano. Si tratta questa volta di un nuovo prestito di 10 milioni di dollari, sotto forma di mutuo ipotecario sugli impianti delle tre Società. L'aumento di capitale è giustificato dalla necessità di far fronte allo sviluppo dei nuovi impianti per poter seguire la crescente richiesta di energia.

Il mutuo venne stipulato collo stesso gruppo dell'Internation Power Securities Corporation con il quale venne concluso il prestito dello scorso anno. Il tasso di interesse è fissato al 7 % e il rimborso avverrà in 30 anni. Il Governo ha concesso la esenzione dalle imposte.

*Soc. Italiana Veicoli Elettrici - S. I. V. E. — Milano.*

Riduce il capitale da L. 682.800 a L. 284.500 riducendo il valore nominale delle azioni da L. 60 a L. 25; successivamente il capitale viene aumentato a L. 569.800 emettendo 11.380 azioni nuove da L. 25.

**SCIoglimenti di Società.**

*Officine Elettrochimiche Dott. Rossi — Milano.*

Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

\* \*

Il fatto capitale della politica europea, nel mese di dicembre, è stato certamente costituito dall'esito della riunione del Consiglio delle Nazioni a Ginevra. Alla chiusura della sessione ufficiale del Consiglio, i Delegati delle varie Nazioni erano arrivati ad un accordo generale nel quale veniva deliberata in linea di massima la cessazione del controllo militare interalleato in Germania; la data però di tale cessazione non veniva definita e ciò aveva suscitato malcontento in Germania.

Senonchè, prima di lasciare Ginevra, i Delegati sentivano la opportunità di fare ancora un altro passo avanti sulla via degli accordi. Vennero tenute delle sedute straordinarie colla partecipazione delle Delegazioni dell'Italia, della Francia, del Belgio, dell'Inghilterra, del Giappone e della Germania e si elaborò un nuovo accordo secondo il quale la Germania si impegna a sospendere i lavori di fortificazioni intrapresi sulla frontiera orientale, mentre veniva fissato al 31

gennaio 1927 il ritiro della Missione interalleata di controllo, deferendo il controllo stesso alla Società delle Nazioni.

Nel complesso gli accordi di Ginevra hanno lasciato entrambi i due contendenti principali, Francia e Germania, sospesi fra il compiacimento ed il rammarico. Ad ogni modo le risultanze della Sessione ultima del Consiglio delle Nazioni sono veramente importanti e segnano un ulteriore progresso verso la smobilizzazione definitiva di ogni residuo assetto di guerra nella stanca Europa.

La politica che la Francia ha adottato a Ginevra è stata certamente dettata in gran parte dalla necessità di procurare un lungo periodo di tranquillità al Governo per il riassetto finanziario interno. La manovra della rivalutazione del franco se può costituire motivo di soddisfazione da un lato, non ha mancato di produrre i soliti effetti nocivi ben noti per le industrie, conseguenti a tutte le rivalutazioni troppo affrettate. Le industrie si trovano infatti a disagio e si va delineando una larga crisi di disoccupazione. La situazione richiede quindi tutta la vigile cura del Governo che non può lasciarsi distrarre da preoccupazioni politiche esterne.

Una crisi di governo, cagionata da motivi di politica interna, si è improvvisamente manifestato in Germania, dove il Ministero Marx è stato rovesciato dai voti congiunti dei nazionalisti e dei comunisti e socialisti: misteri dell'alchimia parlamentare!

Da motivi di politica estera e precisamente dal Trattato di amicizia stipulato fra l'Italia e l'Albania, è stata invece causata la crisi ministeriale in Jugoslavia. Essa è stata alquanto laboriosa e venne risolta con un nuovo Ministero Uzonovic sostituendo Peric al posto di Nincic nella politica estera: ma anche il nuovo Ministero sembra avere i giorni contati.

La questione di Tangeri è stata nuovamente sollevata dalla Spagna. Le sue richieste come il solito non hanno trovato una accoglienza molto favorevole presso gli altri firmatari dello Statuto della città, i quali tuttavia sembra vadano convincendosi della necessità di soddisfare almeno in parte le domande della Spagna.

Sempre più gravi ed inquietanti sono le notizie dalla Cina dove il movimento xenofobo va prendendo grande intensità ed estensione. Le Potenze non hanno voglia di imbarcarsi in una avventura in grande stile e seguono una politica di accordi e di concessioni che, svelandone la debolezza, non fa che maggiormente alzare il nuovissimo nazionalismo cinese.

\*

Se vi fosse bisogno di cercare una conferma esterna della accresciuta importanza dell'Italia nel complicato gioco delle influenze internazionali si potrebbe agevolmente trovarlo nella gelosa attenzione colla quale ogni sua mossa è seguita e giudicata. Si direbbe in verità che le Potenze europee sentano il progredire di questo popolo fervente di energie e ne temano il divenire.

Non altrimenti potrebbe spiegarsi lo scalpore suscitato dal Trattato di amicizia stipulato nello scorso mese fra l'Italia e l'Albania. Il trattato non comprende alcuna clausola che possa ritenersi offensiva per nessun altro popolo, non esce dal quadro della attività politica italiana tutta intesa a interessare rapporti di scambievole amicizia coi popoli confinanti e per di più verrà regolarmente presentato alla Società delle Nazioni. Del resto le Potenze avevano già a più riprese riconosciuto il diritto di una speciale influenza dell'Italia sull'Albania.

Con tutto ciò il Trattato, salutato con grande soddisfazione in Albania, ha messo sottosopra per qualche tempo tutte le Cancellerie delle Nazioni Europee, quasicchè si trattasse di una presa di possesso da parte dell'Italia. La cosa ha volto al tragico in Jugoslavia dove si sono avute addirittura le dimissioni del Ministero e si è inscenata per qualche tempo una vera campagna antitaliana.

La bufera si è poi andata calmando per naturale mancanza di alimento, ma essa è stata senza dubbio interessante come indice di uno stato d'animo e particolarmente istruttiva nei riguardi della sincerità e della fondatezza di certe amicizie.

Meno emozione, forse perchè annunciato precedentemente da qualche tempo, ha suscitato invece la firma del Trattato di amicizia italo-tedesco, firmato a Roma. In base a tale trattato le due Nazioni si obbligano ad una procedura di conciliazione per tutte le controversie che insorgessero fra loro e non potessero essere risolte per le consuete vie diplomatiche. Questo patto rinsalda e sancisce il naturale riavvicinamento che si era andato da tempo delineando fra le due Nazioni e che non hanno nessun fondamentale interesse contrastante, mentre molti ne contano di paralleli o di convergenti. Il trattato è stato accolto con reciproca soddisfazione sia a Berlino che a Roma e può preludere ad ulteriori sviluppi di accordi.

Il nuovo patto non lede naturalmente in minima parte le convenzioni esistenti in dipendenza dei trattati di pace. A questo proposito segnaliamo il regolare andamento dei versamenti tedeschi in conto riparazioni. Nel mese di novembre l'Italia ha così ricevuto complessivamente merci per un importo di oltre 5649 milioni di marchi oro, costituiti per la massima parte da combustibili fossili.

Molto interessante è stato il comportamento, a nostro riguardo, della Francia, la quale continua a dibattersi fra l'evidenza di una politica di cordiale avvicinamento all'Italia e lo invincibile spirito di diffidenza e di rivalità che sempre tanto ha nuocuto ai rapporti fra le due Nazioni. Sembra però che le correnti favorevoli a un maggiore affiatamento col nostro Paese vadano prendendo il sopravvento. Da parte nostra non sono mancate le aperte dichiarazioni ufficiali di perfetta amicizia verso la Francia e gli auspici di un completo chiarimento dei rapporti politici.

\*

L'attenzione degli ambienti finanziari italiani è stata naturalmente concentrata durante tutto il mese sulla grandiosa operazione del prestito del Littorio. L'operazione che involge tanta parte degli interessi economici e monetari del nostro Paese, ha incontrato una larga corrente di simpatia nel pubblico italiano, tanto che fino da ora si può, senza tema di errare, segnalarne il crescente successo. I risparmiatori italiani hanno sentito come per istinto l'importanza fondamentale che il nuovo prestito rivestiva nei rispetti dell'economia della Nazione, ed hanno risposto all'appello con compattezza e con slancio.

Fu così che si poté già annunciare che venne superato il secondo miliardo nelle sottoscrizioni, mentre i versamenti continuano con ritmo che non accenna a stanchezza. Qualora si tengano presenti le ben note condizioni di difficoltà nella quale si trovano in questo periodo le industrie e in genere tutti gli enti finanziari, difficoltà che riducevano notevolmente le immediate disponibilità di denaro liquido, non si può a meno di riconoscere che la cifra già raggiunta costituisce un segnalato successo.

Questo successo non manca di acquistare anche un certo sapore politico in quanto esso dimostra l'adesione di larghissime correnti dell'opinione pubblica agli indirizzi dell'attuale Governo, per quella parte almeno che riguarda il risanamento della finanza nazionale nei suoi molteplici aspetti, della rivalutazione della lira, della progressiva deflazione, del comportamento assunto verso le industrie e la regolazione del movimento commerciale interno ed estero.

Il significato dell'adesione al nuovo prestito è sottolineato dal fatto del progressivo distacco che si è andato verificando fra il prezzo di emissione del consolidato nuovo e del vecchio consolidato al 5 %. Il distacco ha superato per qualche tempo di parecchio i dieci punti. Il fatto che, pur offrendosi al risparmio un titolo a eguale interesse e egualmente garantito dallo Stato, i risparmiatori abbiano preferito versare le loro sottoscrizioni in così larga misura sul titolo più caro, costituisce indubbiamente una prova di patriottismo e di sentimento di fiera nazionale tanto più significativo perchè in un campo prettamente economico.

Il buon esito del prestito costituisce motivo di soddisfazione per ogni buon cittadino, e deve essere salutato come un successo nazionale. Esso costituirà la migliore base per l'impostazione di tutta l'opera grandiosa di riassetto economico del Paese e di rivalutazione e successiva stabilizzazione della lira.

Le previsioni favorevoli che si possono trarre dal delinearsi del successo del prestito nei riguardi dell'intrapresa politica monetaria del Governo, sembra del resto essere stata scontata in anticipo nel mondo della speculazione. Il riflesso naturale di questo fatto lo si è avuto nel progressivo miglioramento delle quotazioni della lira, la quale è andata costantemente guadagnando terreno nei confronti delle valute più pregiate. La politica di rivalutazione, giudicata favorevolmente e di probabile successo, è stata cioè scontata in anticipo, tantochè non sarebbe a meravigliarsi che il movimento di progressione della lira abbia presto ad arrestarsi cosicchè si veda la lira rimanere ferma sulle posizioni conquistate, per un certo tempo ad onta dei provvedimenti di deflazione e di risanamento che verranno successivamente presi e dei quali, come si è detto, la speculazione pare aver tenuto già conto. Se così non fosse, non si comprenderebbe perchè la lira sia oggi quotata tanto meglio di quanto lo fosse pochi mesi or sono. Allora come oggi la situazione del bilancio era buona, la condizione delle industrie soddisfacente, tutti gli altri elementi dell'apprezzamento complessivo della potenzialità finanziaria del Paese non sostanzialmente diverse dalle attuali; eppure si era vista scendere la lira a quotazioni bassissime.

Si pensi infatti che la media quotazione dell'oro nei rispetti della lira che era di 477,93 nel gennaio di quest'anno, era andata progressivamente crescendo fino a 500 nel maggio, 527 in giugno, 575,41 in luglio e 589,20 in agosto. Da allora comincia il nuovo indirizzo finanziario e monetario adottato dal Ministro Volpi e comincia anche il rapido risalire del valore della lira. La quotazione dell'oro discende infatti rapidamente, tanto da portarsi a 470,87 nella media di ottobre, al di sotto cioè della media del mese di gennaio e anche di quella dell'intero anno 1925 la quale era stata di 484,20. Ai primi di novembre troviamo l'oro a 450,55, con la media mensile di poco superiore; durante il mese di dicembre il movimento di rivalutazione continua e alla fine dell'anno l'oro è quotato a 426 dopo di essere disceso anche sotto ai 420.

La politica monetaria intrapresa dal Governo ha dunque già raggiunto un reale successo ed ha incontrato il favore e la fiducia del mondo dei finanziari. Essa sarà certamente foriera di grandi vantaggi alla Nazione se sarà condotta colla perseveranza ed anche, e forse più, colla oculata prudenza che ogni politica di rivalutazione richiede.

\*

La fiducia che i risparmiatori stanno dimostrando in modo così eloquente verso la solidità dell'organismo finanziario dello Stato, è confortata dalle notizie che si vanno periodicamente pubblicando sull'andamento del bilancio.

Già erano note le brillanti risultanze dell'esercizio finanziario chiusosi al 30 giugno 1925; secondo le prime notizie che erano state ufficialmente pubblicate, l'esercizio aveva segnato un avanzo netto di circa un miliardo e mezzo. La chiusura definitiva del bilancio dell'esercizio avvenuta dopo gli ultimi accertamenti e la revisione dell'a

Corte dei Conti, ha segnato un notevolissimo miglioramento su tale cifra.

Il Ministro Volpi ha infatti potuto annunciare al Senato che il residuo attivo dell'esercizio predetto ha raggiunto effettivamente i 2268 milioni. Questa cifra è veramente imponente quando la si confronti colle risultanze dei bilanci degli ultimi anni trascorsi!

L'esercizio attuale si annuncia non meno favorevole. Abbiamo altra volta esposto le risultanze dei primi mesi. Si hanno ora i dati fino al 30 novembre del 1926. L'avanzo di esercizio che era di 19 milioni al 31 ottobre è salito a 120 milioni alla fine di novembre, con un miglioramento di 101 milioni durante il mese.

Tenendo conto, come altra volta già si è fatto rilevare, che nelle spese sono compresi 208 milioni della quota dei 500 milioni per riduzione della circolazione e di 104 milioni per costruzioni ferroviarie, si arriva ad un avanzo complessivo di 432 milioni, nei primi cinque mesi di esercizio, direttamente confrontabile con quello corrispondente di 210 milioni dei primi cinque mesi del 1925; si è dunque realizzato un miglioramento di 231 milioni in cinque mesi.

A conforto di questa cifra sta un'altra considerazione non meno importante, che è quella della progressiva contrazione delle spese. Abbiamo altra volta fatto rilevare il pericolo latente per la solidità del bilancio in dipendenza dell'aumento delle spese in confronto allo stato di previsione. Nell'esercizio 1924-25 tali maggiori spese avevano raggiunto la cifra notevolissima di ben 1279 milioni nei soli primi cinque mesi. Dal luglio al novembre dell'anno scorso si è dimostrata una severità molto maggiore nel contenimento delle spese, le quali hanno complessivamente superato le previsioni soltanto di 334 milioni. Si è perciò realizzato un vantaggio di 945 milioni in confronto al corrispondente periodo dell'esercizio precedente. Questo indirizzo di severità finanziario merita tutta la approvazione, ed è vivamente desiderabile venga continuato energicamente secondo quanto promette un comunicato ufficiale.

Al 30 novembre vi erano ancora stanziamenti di bilancio non impegnati, per complessivi 2453 milioni di lire, vale a dire 261 milioni più di quanto rimanesse da impegnare alla stessa data del precedente anno.

Dal conto di cassa risulta che al 30 novembre gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie superano i pagamenti per spese effettive, di 327 milioni. Il fondo generale di cassa ammontava alla stessa data, a 875 milioni. Nei primi cinque mesi dell'esercizio attuale, le entrate effettive complessive sono state assai superiori alle previsioni; si noti che l'incremento è dovuto esclusivamente alle entrate ordinarie, perchè quelle straordinarie hanno segnato anzi una diminuzione di 61 milioni. Ciò conferma la solidità dell'impalcatura finanziaria del bilancio statale.

Il miglioramento delle entrate è dovuto per 349 milioni di lire alle quote di cambio sui dati doganali, per 204 milioni alle imposte dirette, per 109 milioni alle imposte sugli affari, per 88 milioni alle privative, per 47 milioni alla imposta sul vino, per 31 milioni alle dogane, per 18 milioni alla imposta sul grano e per 5 milioni a minori gettiti. Altre voci di entrate non hanno invece concorso all'aumento, e fra esse: le imposte sui trasporti, le tasse di bollo sui consumi, le imposte di fabbricazione ed altre minori.

L'ammontare complessivo dei debiti pubblici interni era ridotto, al 30 novembre scorso, a 84.779 milioni segnando una diminuzione di 6530 milioni sulla cifra al 30 giugno 1926 ed una diminuzione di 406 milioni rispetto alla cifra, già notevolmente ridotta, segnata alla fine di ottobre. La circolazione soggetta al limite dei 7 miliardi ammontava, al 30 novembre, a 5 miliardi e 477 milioni, lasciando così un margine di oltre un miliardo e mezzo. La circolazione dei biglietti di Stato è diminuita ulteriormente durante il mese di novembre, passando da 1875 milioni a 1833 milioni di lire. La circolazione complessiva, bancaria e di Stato, ammontava a 20 miliardi e 77 milioni alla fine di novembre, con un aumento di 37 milioni rispetto al mese precedente.

Anche il debito verso l'estero è in progressiva diminuzione. Il Ministro Volpi ha infatti potuto annunciare al Senato che tale debito che ammontava a 2407 milioni al giugno 1926 ed è disceso a 1909 milioni alla data del 31 ottobre.

Le notizie pubblicate circa l'andamento del risparmio nazionale segnalano un aumento complessivo di 1500 milioni circa dal gennaio all'ottobre del 1926. I risparmi presso le 47 principali Banche regionali non hanno segnato aumento; invece quelli presso le Casse postali sono cresciuti durante tale periodo di 38 milioni di lire; quelli presso i sette maggiori Istituti di credito sono aumentati di 25 milioni; quelli depositati presso le Casse ordinarie di Risparmio, sono cresciuti di 171 milioni; 16 milioni di aumento hanno avuto i depositi presso le principali Banche popolari e 1160 milioni (pari al 17 %) quelli presso la Banca d'Italia. Complessivamente tutti questi Istituti bancari raccoglievano alla data del 31 ottobre 1926 una somma complessiva di 33.625 milioni di lire di risparmi.

Dalla Relazione, ora pubblicata, dell'Amministrazione Ferroviaria per l'esercizio 1925-26 si possono dedurre alcuni dati di fatto che comprovano il graduale consolidarsi dell'assetto della Azienda. Come è noto l'esercizio in parola si è chiuso con un avanzo di 378 milioni, cifra che acquista tutto il suo valore quando sia paragonata col deficit di 1460 milioni segnato nell'esercizio 1921-22.

Durante l'esercizio 1925-26, si è verificato un incremento del 6 % nel movimento dei viaggiatori; del 2,71 % nel tonnellaggio delle merci trasportate per conto del pubblico, mentre l'aumento calcolato sulla base delle tonnellate-chilometro trasportate ha raggiunto il 5,27

per cento. Si sono così toccati ancora gli incrementi medi che si avevano avuti nel periodo di esercizio statale antecedente alla guerra.

La percorrenza media giornaliera dei treni viaggiatori è passata da 206.000 a 221.009 chilometri, toccando il valore d'anteguerra ma con treni di maggiore composizione. E' pure aumentato il carico medio dei carri merci e diminuita la durata del ciclo di ogni carro, ossia è migliorata la utilizzazione del materiale disponibile. Anche il personale addetto è diminuito ulteriormente, ad onta dell'intensificarsi dei traffici.

La dotazione di materiale mobile è alquanto diminuita durante l'esercizio per radiazione di materiale inservibile. Si è provveduto però ad ordinare alla industria nazionale, oltre al materiale precedentemente commesso, altre 78 locomotive, 110 carrozze, 3260 carri, mentre è già decisa la fornitura di altre 215 locomotive, di 200 carrozze e di 2800 carri.

Le entrate durante l'esercizio sono state di 5067 milioni con un aumento di 765 milioni; le spese ammontarono a 4699 milioni con un aumento di 563 milioni sull'esercizio precedente. In particolare sono aumentate di 49 milioni le spese per il combustibile in corrispondenza all'intensificato traffico e ai maggiori prezzi, sebbene il consumo medio per tonnellata-chilometro sia diminuito segnalando un miglioramento nel servizio.

La Relazione conclude segnalando i maggiori oneri che gravano sull'esercizio ora in corso, sia per i nuovi impianti, sia per le conseguenze della crisi mineraria inglese, e mette in rilievo la necessità di resistere ad ogni causa che possa indurre una diminuzione di entrate od un aumento di spese.

\*

Alcuni provvedimenti legislativi di portata economica sono stati emanati dal Governo durante il mese di dicembre.

E' da ricordarsi anzitutto la pubblicazione avvenuta del Decreto sulla vigilanza della attività bancaria. Come era stato precedentemente annunciato, la vigilanza su tutti gli Enti esercenti il credito e le Ditte bancarie, sia nazionali che estere, è affidata alla Banca d'Italia.

In base a tale decreto non potranno istituirsi nuove Ditte del genere, nè aprirsi nuove succursali delle Ditte esistenti, se non dopo avere ottenuta la autorizzazione del Ministero della Finanze e di quello dell'Economia Nazionale, dopo sentito il parere dell'Istituto di emissione. Le nuove Ditte dovranno costituirsi con capitale versato non inferiore a 50 milioni di lire; per le Banche Popolari, tale somma è limitata a L. 300.000.

Viene stabilito un rapporto da 1 a 20 fra patrimonio (versato e riserve) e importo dei depositi. Viene vietato di accordare a uno stesso obbligato un fido superiore al quinto dell'ammontare del capitale versato e delle riserve.

La dura esperienza degli anni decorsi, di allegra vita bancaria e finanziaria, col pullulare delle banche piccole e piccolissime e il ripetersi dei rovesci gravi e gravissimi, giustifica pienamente i provvedimenti ora presi per la tutela del risparmio. Provvedimenti che ridonano a vantaggio degli stessi Istituti bancari più sani e che giovano quindi all'economia nazionale.

Sono state emanate le norme preannunciate pel disciplinamento del commercio di vendita al pubblico. Per l'esercizio di tale commercio è richiesta la concessione di una speciale licenza, per la quale si richiede una cauzione che da un minimo di L. 500, sale progressivamente in proporzione all'imposta di ricchezza mobile pagata. Il Decreto prevede severe penalità, che vanno fino alla soppressione della licenza, per quei rivenditori che diano prova di esercitare disonestamente il loro commercio. La cauzione suddetta può essere eseguita sotto forma di deposito delle cartelle del prestito del Littorio che verranno calcolate al valore nominale; è prevedibile che questa forma di cauzione procurerà il concorso di una massa ingente di capitale al nuovo prestito.

E' da citarsi ancora, fra i provvedimenti governativi, la istituzione di una tassa sui celibi, che costituisce una novità nella nostra legislazione, e il rimaneggiamento della suddivisione amministrativa del territorio nazionale, colla creazione di 17 provincie nuove. Quest'ultimo provvedimento è presentato come una logica conseguenza del grande sviluppo demografico che si è avuto in Italia da quando venne istituita la divisione in 69 provincie, le quali avevano ormai assunto, per numero di abitanti, una ampiezza che non consentiva una sufficiente agilità ed immediata efficacia alla opera delle prefetture.

Di maggiore portata, sotto il punto di vista economico e finanziario, sono i ritocchi alle tariffe doganali. Questi provvedimenti rientrano nella categoria di quelli che sono stati presi nell'intento di disciplinare il movimento degli scambi commerciali coll'estero, restringendo le importazioni non necessarie nei bisogni delle industrie.

A tale scopo è stata nominata da qualche tempo una apposita Commissione la quale è incaricata appunto di studiare quali siano i ritocchi da introdurre nella tariffa doganale senza nuocere al sano sviluppo delle industrie nazionali che traggono dall'estero le loro materie prime. La Commissione ha già compiuto una parte del proprio lavoro, come conseguenza del quale sono state elevate, con apposito Decreto, parecchie voci della tariffa. La Commissione continua però ancora il proprio studio e nuovi inasprimenti sono annunciati come imminenti. Naturalmente da tale revisione sono eccettuate quelle voci che sono state precedentemente oggetto di particolari pattuizioni con altri Stati.

Sempre allo scopo di risolvere la bilancia commerciale, il Go-



verno ha provveduto ad estendere notevolmente l'elenco delle merci che vengono ammesse sotto il regime della importazione temporanea, in quanto servono ad alimentare industrie che esportano i loro prodotti finiti. Fra le merci nuovamente ammesse a fruire di tale speciale trattamento doganale, notiamo fra l'altro: l'acciaio in barre o vergelle, l'ottone in barre e lamiera, l'acciaio comune laminato, le lastre e bande di piombo, ecc. Gli effetti di questa maggiore larghezza da qualche tempo usata nell'ammissione di merci in regime di importazione temporanea cominciano già a manifestarsi in un incremento delle correnti di esportazione dei corrispondenti prodotti finiti.

La bilancia commerciale accenna a risollevarsi gradatamente. Nei primi mesi del 1926 essa aveva segnato un peggioramento notevole sull'anno precedente, tantoché alla fine del luglio 1926 lo squilibrio fra importazioni ed esportazioni era salito complessivamente a 6,523 milioni di lire, contro 6,288 milioni segnati nei primi sette mesi del 1925, con un peggioramento quindi di 235 milioni sull'importo già tanto rilevante dell'anno precedente.

Da allora fortunatamente si è delineato un movimento deciso di ripresa il quale nei mesi di agosto, settembre e ottobre, ha permesso non soltanto di recuperare il perduto ma anche di invertire le sorti, realizzando un guadagno sull'anno precedente. Infatti alla fine di ottobre la differenza complessiva fra esportazioni e importazioni era di 6792 milioni di lire mentre essa era arrivata a 6915 milioni dopo i primi dieci mesi del 1925. Non si conoscono ancora i dati relativi al movimento commerciale dei mesi novembre e di dicembre ma si ha ragione di ritenere che il movimento di alleggerimento sia continuato.

La maggiore contrazione nelle importazioni si è verificata specialmente nei prodotti animali ed agrari (per 594 milioni nei primi nove mesi), nei metalli e nei tessuti. Sono state invece in aumento le importazioni di carbone (per 220 milioni nei primi nove mesi), gli oli minerali, le macchine, il legno, ecc.

Anche le esportazioni sono state minori di quelle del 1925, riferendosi al periodo dei primi nove mesi, avvertendo tuttavia che dall'agosto 1926 in poi il movimento si è invertito. La diminuzione complessiva delle esportazioni nei nove primi mesi del 1926 è stata di circa il 2 % del movimento totale.

E' particolarmente diminuita l'esportazione dei tessuti: per 216 milioni il cotone e per 11 milioni la lana; i prodotti animali per 289 milioni. Sono state invece esportate in maggior misura che nel precedente anno le seguenti merci: seta per 74 milioni, canapa per 32, prodotti chimici per 27 milioni, marmi per 21 milioni, automobili per 24 milioni, cappelli per eguale importo, bottoni per 20 milioni, pneumatici per 19,5, pelli per 16 milioni, mercurio per 10 milioni, ecc.

Nel complesso la bilancia commerciale ci è favorevole soltanto nei riguardi della Svizzera per 629 milioni di lire e anche della Francia per 17 milioni, nei complessivi nove primi mesi del 1926. Ci è invece particolarmente sfavorevole nei riguardi degli Stati Uniti, per 3461 milioni.

Una industria che si trova in particolare condizioni di favore nei riguardi della esportazione, è attualmente quella automobilistica. Infatti dal gennaio all'ottobre 1926 di sono esportate 29.189 macchine, vale a dire 4615 in più che nel corrispondente periodo del 1925. E' interessante notare che il movimento di progressivo sviluppo dell'esportazione si mantiene ad onta del processo di rivalutazione della lira ora in corso. Infatti anche nel mese di ottobre si sono esportate 500 automobili in più che nello stesso mese del 1925.

Anche il movimento nei porti rispecchia l'andamento del movimento commerciale coll'estero. Durante i mesi di ottobre e di novembre approdarono ai nostri porti rispettivamente 13.134 e 11.510 navi sbarcando 1.415.522 tonnellate di merci in ottobre e 1.460.000 tonnellate in novembre. I corrispondenti valori nei mesi di ottobre e novembre 1925 erano stati rispettivamente di 12.918 e 10.014 navi e di 1.843.338 e 1.951.000 tonnellate di merci. Nell'ottobre e novembre 1926 partirono dai nostri porti rispettivamente 13.253 e 11.301 navi imbarcando 579.979 e 540.303 tonnellate di merci; nell'anno 1925 si avevano avute 13.031 e 10.090 navi partite con 651.786 e 553.245 tonnellate di navi imbarcate.

La bandiera nazionale ha segnato come sempre una percentuale elevatissima del movimento complessivo. La attività non soltanto commerciale ma anche tecnica e costruttiva della marina italiana viene sempre più rilevata all'estero e costituisce motivo di giusto orgoglio nazionale. L'Italia è oggi a uno dei primissimi posti come attività costruttrice e forse al primo posto come ardimento e perfezione di tecnica.

Segnaliamo a questo proposito il varo, avvenuto durante il mese di dicembre, della nave « Augustus » costruita dai cantieri di Sestri Ponente, e che è la più grande nave fino ad ora costruita nel mondo con comando a motori a combustione.

\*

Per quanto riguarda le Borse durante il mese di dicembre, non vi è che da ripetere le dolenti note del mese precedente. Mercato pesante, trattazioni scarse, quotazioni in continua diminuzione.

Qualche accenno di nervosismo non ebbe ulteriori sviluppi. Si ebbe talvolta anche qualche accenno ad una maggiore resistenza in seguito a qualche intervento efficace in difesa di alcuni titoli, ciò che ebbe una ripercussione momentanea favorevole su tutta la quota. Ma furono sempre movimenti passeggeri.

In generale si nota una tendenza ai rialzi, alla quale forse non è del tutto estranea la grande operazione in corso pel prestito del Littorio.

Anche i titoli di Stato si risentono di rilevanti rialzi e retrocedono di parecchi punti. Verso la fine del mese accennano tuttavia a una maggiore resistenza.

I Bancari seguono l'andamento declinante di tutto il mercato. Tuttavia si mostrano più vivaci degli altri titoli e in qualche caso, come per le Banche d'Italia, reagiscono efficacemente. I tessili, declinanti recisamente durante tutto il mese, accennano verso la fine ad una ripresa.

Più sostenuti, specialmente in chiusura, i titoli meccanici e metallurgici.

Una eccezione, costituiscono, fino ad un certo punto i titoli dei trasporti, fra i quali si nota qualche vantaggio. Pochi affari e posizioni quasi immutate, hanno avuto i saccariferi e gli immobiliari. Fiacchi i titoli di esportazione.

I titoli elettrici risentono la pesantezza generale del mercato e retrocedono sensibilmente su tutta la quota rispetto alle posizioni dell'inizio del mese.

RENATO SAN NICOLÒ.

#### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di dicembre 1926

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	508	497	480
Conti . . . . .	250	336	333	—
Vizzola . . . . .	500	750	705	678
Bresciana . . . . .	100	209	195	185
Adamello . . . . .	200	207	188	191
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	85	84	82
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	250	250	240
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	273	251	250
Adriatica . . . . .	100	180	176	161
Negri . . . . .	100	210	208	200
Ligure Toscana . . . . .	200	258	245	232
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	107	104	102
Elettrica Brioschi . . . . .	250	350	330	337
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	39	38	36
Idroelettrica Trezzo . . . . .	250	340	315	325
Elettrica Valdarno . . . . .	100	115	115	113
Tirso . . . . .	250	175	170	160
Terni . . . . .	400	331	360	340
Elettriche Meridionali . . . . .	250	235	235	240
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	136	123	120
Dinamo . . . . .	100	110	105	106

#### Prezzi dei materiali nella prima settimana di gennaio 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

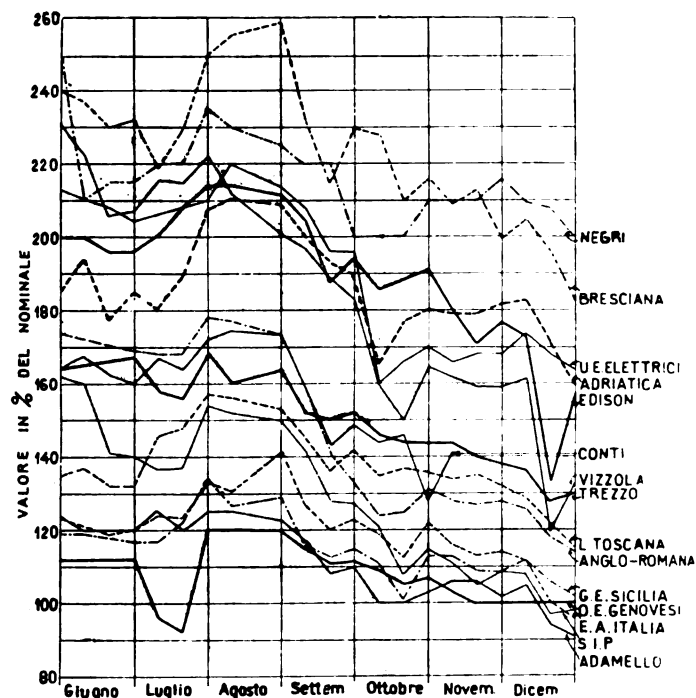
<b>Carboni da vapore</b>				
Cardiff primario . . . . .	L. 270,-	a L. 280,-	alla tonn.	
Newcastle . . . . .	—,-	—,-	—,-	—,-
Americano . . . . .	260,-	—,-	—,-	—,-
Slesia . . . . .	250,-	—,-	—,-	—,-
Sarre . . . . .	290,-	—,-	—,-	—,-
<b>Antraciti</b>				
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	430,-	—,-	—,-	—,-
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	430,-	—,-	—,-	—,-
<b>Coke</b>				
Coke da gas nazionale . . . . .	490,-	—,-	—,-	—,-
Coke da gas inglese . . . . .	—,-	—,-	—,-	—,-
Coke metallurgico inglese . . . . .	350,-	—,-	—,-	—,-
<b>Petrolio</b> . . . . .	265,-	—,-	—,-	—,-
<b>Nafta</b>				
Per Diesel . . . . .	535,-	—,-	—,-	—,-
Per caldaie . . . . .	450,-	—,-	—,-	—,-
<b>Benzina in fusti</b> . . . . .	330,-	—,-	—,-	—,-

##### METALLI

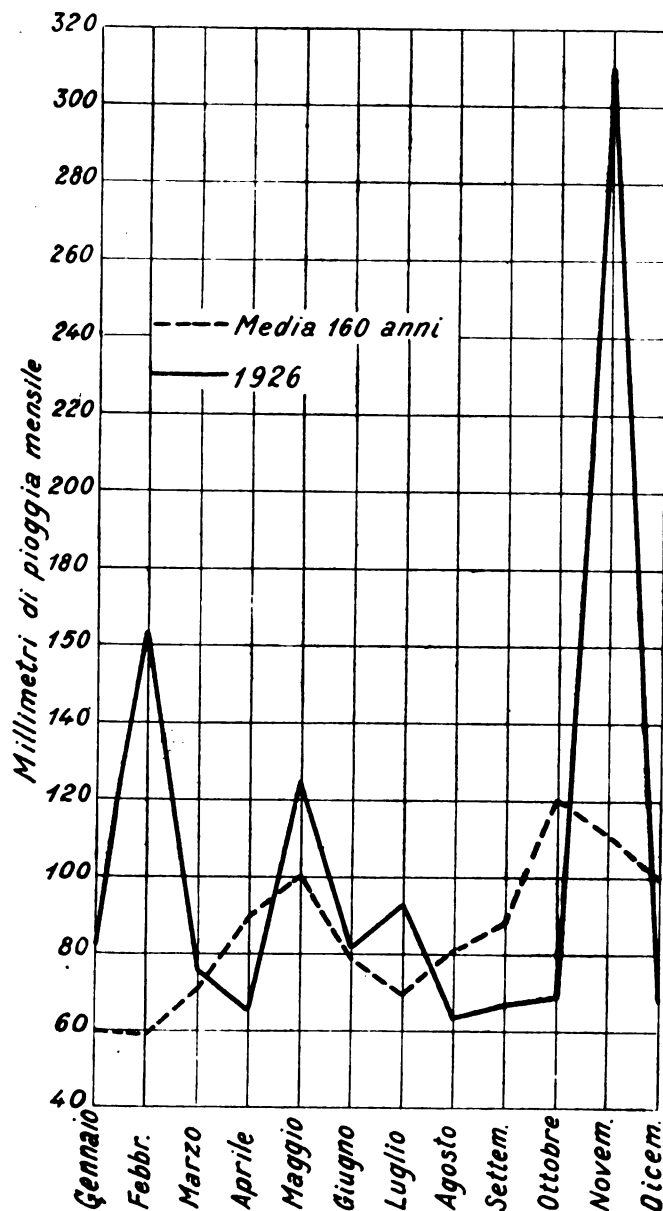
<b>Ghisa</b>				
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 870,-	a L. 880,-	alla tonn.	
Middlesbrø N. 3 . . . . .	800,-	—,-	—,-	—,-
Ematite nazionale . . . . .	760,-	—,-	—,-	—,-
Lussemburgo-Lorena . . . . .	690,-	—,-	—,-	—,-
<b>Ferro</b>				
Laminato omogeneo . . . . .	137,50	—,-	—,-	—,-
Poutrelles . . . . .	130,50	—,-	—,-	—,-
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	140,-	—,-	—,-	—,-
Tubi per gas . . . . .	270,-	—,-	—,-	—,-
<b>Acciaio</b>				
Rapido per utensili . . . . .	2300,-	—,-	—,-	—,-
Martin resist. 50-70 . . . . .	210,-	—,-	—,-	—,-
<b>Rame</b>				
Elettrolitico . . . . .	775,-	—,-	—,-	—,-
In fogli comune . . . . .	1140,-	—,-	—,-	—,-
In barre tonde e quadre . . . . .	1070,-	—,-	—,-	—,-
Stagno in pani . . . . .	3450,-	—,-	—,-	—,-
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	440,-	—,-	—,-	—,-
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	370,-	—,-	—,-	—,-
Antimonio in pani . . . . .	870,-	—,-	—,-	—,-
Ottone in barre . . . . .	775,-	—,-	—,-	—,-



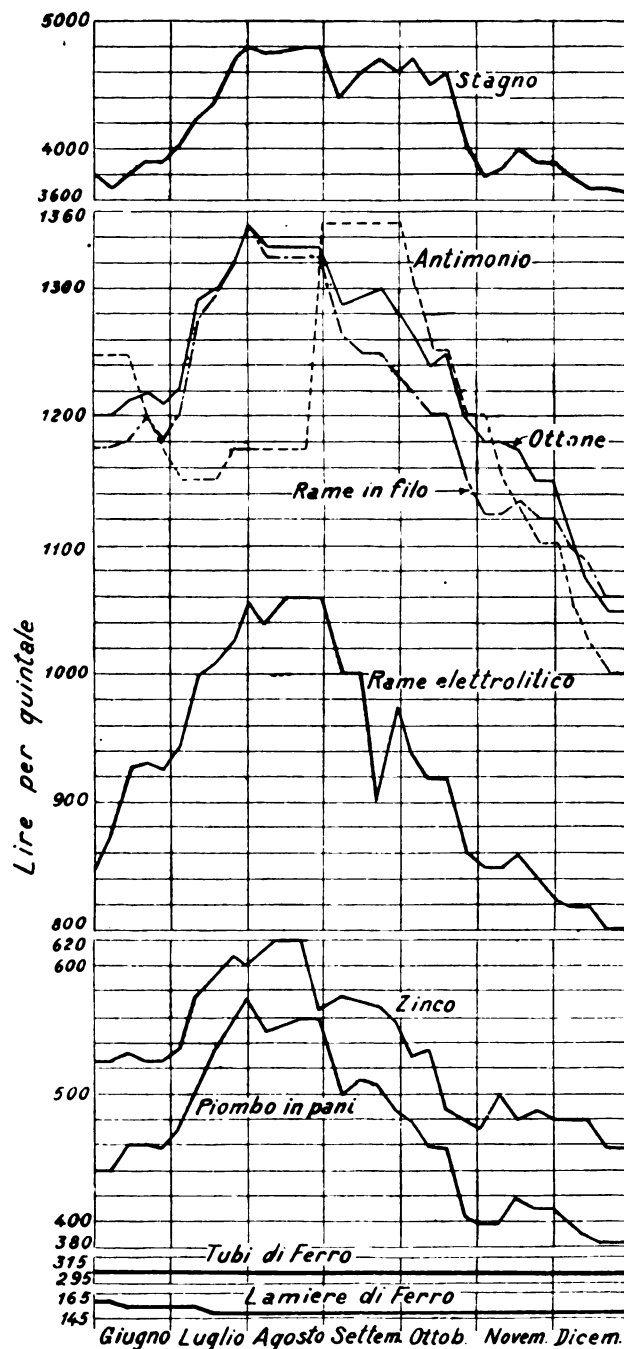
### Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



### Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano (Riassunto annuale)



### METALLI (Riassunto semestrale)



### PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

- G. ACOCCELLA. — *Telefoni*. — Un volume, 17×24 cm., di pag. 304 con 180 figure. — Edit. G. Lavagnolo - Torino. — Prezzo L. 18.
- Prof. MARIO MEDICI. — *Pompe centrifughe*. - Manuale Hcepli, in tela, di pag. 596, con 295 illustrazioni, 1927. — Prezzo L. 35.
- Dr. Ing. v. GRÜNEWALDT. — *Element der Wirtschaftlichkeits - Berechnung von Wasserkraftanlagen*. — Un volume, formato 16×22,5 cm., di pag. 113 con 26 figure e parecchie tavole. — Ed. Friedrich Gutsch - Karlsruhe und Leipzig. — Prezzo RM. 8.
- G. DI RICCIO. — *Pratica delle condotte forzate - Assegnazione dei diametri*. — Estratto dagli Annali dei Lavori Pubblici, anno 1926, fasc. IX.
- HERRMANN J. — *Die elektrische Telegraphie mit Drahtleitung*. — Un volumetto in tela formato 10,5×15,5, di pag. 134 con 124 figure - Edit. Walter de Gruyter e C., 1926 - Senza indicazione di prezzo.
- ERICH RUMMEL. — *Die Asynchronmotoren*. — Un volumetto in tela, formato 16,5×24 cm., di pag. 108 con 39 figure e due tavole. - Edit. Julius Springer - Berlin - Linkstr., 23-24, 1926. — Prezzo RM. 6,30.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Nella ricorrenza del Primo Centenario della morte di Alessandro Volta verrà pubblicato a cura dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (in accordo con quanto fu deliberato dal Consiglio Generale ed approvato all'unanimità dall'Assemblea Generale della Riunione di Napoli) un volume intitolato:

### L'OPERA DI ALESSANDRO VOLTA

Scritti raccolti ed illustrati dal Prof. FRANCESCO MASSARDI  
pubblicati dall'Associazione Elettrotecnica Italiana nel 1° centenario della sua morte

Questo volume, col quale l'A. E. I. intende onorare il sommo Fisico, è stato compilato, per incarico dell'Associazione, dal Professore Francesco Massardi, a cui da anni è affidata, sotto gli auspicci della Commissione Reale, la pubblicazione dell'edizione Nazionale delle Opere di Volta.

L'A. E. I. poté assicurarsi la preziosa opera del Prof. Massardi per gentile concessione della Commissione Reale e col cortese appoggio dell'editore Hoepli. Quest'ultimo consentì a fornire i *clichés*, scelti fra quelli dei sei volumi della grande Opera Voltiana, che per i suoi tipi la Commissione Reale sta pubblicando.

Il volume conterà di oltre 500 pagine con figure fuori testo e la materia sarà distribuita come segue:

— Frontispizio, Prefazione e Cenni biografici.

#### PRIMA PARTE

— Brani originali di Volta:

1° *Elettrostatica*;

II° *Elettromozione*:

a) Prima dell'invenzione della pila:

1° Ciclo dell'elettromozione;

2° " " "

3° " " "

b) Invenzione della pila;

c) Dopo l'invenzione della pila:

Ultimo ciclo dell'elettromozione.

III° *Appendice*:

1° Aria infiammabile;

2° Uniforme dilatazione dell'aria;

3° Tensioni di vapore;

4° Meteorologia elettrica.

#### SECONDA PARTE

— Monografie analitiche su ciascuno dei volumi della Edizione Nazionale delle Opere di Volta, compilate dal Prof. Massardi.

— Indici completi dei volumi della Edizione Nazionale delle Opere di Volta, pubblicati sino alla stampa del Volume Voltiano della A. E. I.

— Indice del Volume.

La prima parte conterrà i brani originali dei lavori e delle memorie del Volta, scelti dal Prof. Massardi fra quelli di capitale importanza per caratterizzare l'opera voltiana nei vari argomenti che interessano l'elettrotecnica: sono i lavori che segnano le tappe più importanti e significative dello svolgimento del pensiero e della mirabile attività scientifica di Alessandro Volta, e riguardano in modo particolare l'Elettroforo, il Condensatore, la Pila e la dimostrazione filosofica e sperimentale dell'identità del fluido elettrico e galvanico.

Questa prima parte si chiude coll'appendice riguardante argomenti d'indole fisica, che dimostrano la versatilità del multiforme ingegno del Sommo Fisico.

La seconda parte si ricollega direttamente all'insieme della poderosa pubblicazione della Commissione Reale dell'Edizione Nazionale delle Opere di Volta. E' una sintesi che nessuno poteva dettare meglio del Prof. Massardi. Essa è costituita dall'insieme di sei monografie originali scritte appositamente da lui, per illustrare gli indici dei sei Volumi dell'Edizione Nazionale.

In ogni monografia viene prospettato lo svolgimento del pensiero scientifico del Volta con l'aiuto di continui richiami ai lavori originali pubblicati nel volume, a cui la monografia si riferisce.

Ciascuna di esse non presenta soltanto in riassunto il contenuto tecnico del corrispondente volume, ma offre altresì un prezioso filo conduttore allo studioso che voglia approfondire l'indagine sulle questioni scientifiche, che sono oggetto delle numerose memorie e dei manoscritti inediti del Volta. Questo ricco materiale per le interferenze e ricorrenze frequenti e complesse che offre, imporrebbe un preliminare spoglio dell'intera Edizione Nazionale, seguito da un lavoro di analisi e di sintesi, che si presenta invece già compiuto nelle monografie del Prof. Massardi.

Seguono, a chiusura, gli indici integralmente riprodotti dei sei Volumi dell'Edizione Nazionale ed infine l'indice del Volume della Associazione Elettrotecnica Italiana.

I soci dell'A. E. I. hanno diritto a prenotare il Volume al prezzo di L. 25,— più L. 3,50 per spese postali, presso la Sede Centrale dell'A. E. I.

Il volume sarà spedito appena pubblicato, e cioè entro circa due mesi.

Il prezzo di vendita al pubblico, dopo la pubblicazione, sarà di circa L. 40.

Inviare vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. - Via S. Paolo, 10, Milano (103).

Nessun socio dell'A. E. I., nessun Italiano colto dovrebbe rinunciare a possedere questo volume, che riassume una delle più belle glorie nazionali.

\* \*

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE VENETA

#### Assemblea dei Soci tenuta il 23 dicembre 1926 alle ore 15,30 presso la Società del Cellina.

Presenti: Lori, Ghetti, Mainardis, Marin, Danioni, Goldbacher, Marzolo, del Consiglio, e numerosi soci.

Il Presidente dà lettura del bilancio 1925 che viene approvato dall'Assemblea, come pubblicato ai soci.

Su proposta del Consiglio, l'Assemblea approva che la Sezione sottoscriva la somma di L. 15.000 nominali al Presittito del Littorio, prelevando il corrispondente importo dalle disponibilità di Cassa.

Il socio Segà, osservando che resta libera ancora una certa disponibilità di Cassa, propone di studiarne una utilizzazione conforme agli scopi dell'Associazione. Il Presidente osserva che tale argomento merita attento esame e propone venga quindi portato all'Ordine del giorno della prossima assemblea. La proposta è approvata.

Il Presidente dà comunicazione all'assemblea che, in base alla deliberazione presa dall'assemblea generale del 5 settembre a Brescia, per il 1927 i soci ordinari dovranno versare un contributo di L. 15, ed i soci collettivi di L. 50 per sopperire alle spese dell'Associazione per le Onoranze a Volta, di cui ricorrerà il centenario.

La seduta viene tolta alle ore 16.

#### Resoconto finanziario anno 1925.

##### Introiti:

In Cassa al 31 dicembre 1924 . . . . .	L. 26.708,10
Quote arretrate (1924) . . . . .	" 925,—
" 1925 . . . . .	" 9.255,—
" 1926 . . . . .	" 1.335,—
Contributi straordinari . . . . .	" 1.825,65

Totale L. 40.048,75

##### Spese:

Versato Sede Centrale saldo contributo 1924 . . . . .	L. 1.112,95
" " " " " 1925 . . . . .	" 8.110,—
" " " " " acconto " 1926 . . . . .	" 150,—
Spese per stampati . . . . .	" 485,60
" " bolli . . . . .	" 25,—
" " postali . . . . .	" 495,30
" " diverse . . . . .	" 398,30

##### Disponibilità di Cassa:

per Fondo di Riserva . . . . .	L. 20.000,—
per la Gestione . . . . .	" 9.271,60

L. 29.271,60

Totale L. 40.048,75

##### Il Presidente

Prof. FERDINANDO LORI

##### Il Cassiere

Ing. MARIO MAINARDIS

##### Incremento Soci.

	31 dicembre 1924	31 dicembre 1925	31 dicembre 1926	31 dicembre 1927
Soci individuali . . . . .	121	148	131	192
" collettivi . . . . .	15	17	20	18
" vitalizi . . . . .	—	—	1	1

\* \*

#### Il primo Socio dell'A. E. I. in India.

L'A.E.I. conta da qualche giorno un socio in India nella persona dell'Ing. Natesa Jyer, B. A. - A. M. I. E. di Madras che ha compiuto un viaggio in Italia per visitarvi i più importanti impianti idroelettrici dalla Sardegna all'Alta Italia. In segno della sua ammirazione per le cose viste e della sua simpatia pel nostro Paese, egli ha voluto iscriversi fra i nostri Soci. Sia il benvenuto.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La trazione elettrica nel Nord-America.

Facciamo posto oggi all'ultima delle impressioni di America presentate nella recente riunione annuale a Brescia. In essa l'Ing. BIANCHI rende conto dello sviluppo odierno della elettrotrazione nell'America del Nord e delle maggiori elettrificazioni ch'egli potè visitare. La lettura riesce per molti riguardi oltremodo interessante. Tutti coloro che parteciparono, da una parte o dall'altra, alle appassionante discussioni sulla « questione del sistema » troveranno motivi di conforto nella relazione del Bianchi perchè se da un lato la corrente continua conta in America i più brillanti successi e viene giudicata anche dal relatore come complessivamente oggi preferibile, al motore trifase spetta il vanto di azionare i più potenti locomotori elettrici del mondo in uno di quegli impianti mono-trifasi, — essi pure di origine italiana — che mentre parevano sulle prime incontrare limitato favore, hanno oggi preso un grande sviluppo negli Stati Uniti, per opera, soprattutto, di una delle maggiori ditte americane.

A noi piace rilevare, in modo particolare nello scritto del Bianchi, l'accenno a quei sistemi di misura centralizzata e di controllo dell'energia elettrica, di cui già ebbe ad occuparsi il nostro giornale. Nel pubblicare la descrizione del più originale di essi, il 5 maggio 1920, noi scrivemmo infatti (a pag. 217) un commento editoriale, sul diverso criterio elettrotecnico con cui venivano considerati i problemi dell'elettrotrazione negli Stati Uniti e da noi. Fu per noi un vero piacere, sentire a Brescia un ferroviere del valore e della competenza dell'Ing. Bianchi, accostarsi allo spirito di quel commento (non diciamo alla lettera, perchè a sei anni di distanza, la nota pare anche a noi un po'... vivace!), riconoscendo che la trazione elettrica non può essere trattata sempre con criteri esclusivamente ferroviari.

### Lettere alla Redazione.

Additiamo ai lettori un gruppo di lettere alla redazione, su svariati argomenti, che figura più avanti in questo numero. In particolare due di esse, dovute entrambe all'Ing. C. Clerici, potrebbero e dovrebbero dare occasione ad interessanti discussioni. In generale poi vogliamo ricordare che le lettere alla redazione costituiscono la più tangibile prova dell'interessamento dei lettori per la rivista e che noi saremmo lieti di poterle pubblicare buon numero su ogni fascicolo.

LA REDAZIONE.

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**

### ALCUNI DATI SULLO SVILUPPO DELLA TRAZIONE ELETTRICA NEGLI STATI UNITI

G. BIANCHI

Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Brescia - Settembre 1926

Nel quadro che segue sono riassunti alcuni dati riferentisi alle ferrovie degli Stati Uniti esercitate a trazione elettrica e in particolare ai locomotori.

Su un complesso di oltre 400.000 km. di ferrovie quelle esercitate a trazione elettrica non sono neppure 2000 non computando tra queste le linee esercitate con sole automotrici e aventi carattere di linee vicinali o extraurbane.

Il numero di locomotori è di circa 460: questo numero è soggetto ad un apprezzamento vario dato che alcuni locomotori sono composti di due o tre unità eguali permanentemente accoppiate le quali possono essere quindi riguaruate anche come un solo locomotore. La potenza complessiva di questi locomotori è di circa 700.000 kW.

Il 28,2 % sono a corrente continua a 600 o 650 volt.

il 28,2 % sono a corrente continua a 2400 o 3000 volt.

il 43 % sono a corrente monofase a 11000 volt, 25 periodi.

il 0,6 % sono trifasi a 6000 volt, 25 periodi.

Delle locomotive a corrente monofase 128 hanno motori monofasi a collettore, 69 motori trifasi alimentati da un convertitore rotante a bordo della locomotiva, e una decina, ritengo, hanno motori a corrente continua alimentati da una dinamo accoppiata a un motore sincrono monofase pure a bordo della locomotiva.

Le linee elettrificate possono così classificarsi:

A) Linee terminali o di accesso a grandi centri aventi un percorso sotterraneo di vari chilometri in corrispondenza dell'abitato. La elettrificazione di queste linee è stata determinata da ragioni di sicurezza e dalla necessità di abolire il fumo. In qualche caso la stessa legge ha imposto la elettrificazione: nel 1903 a seguito di un grave incidente sotto il tunnel della Park Avenue a New York, aggravato da un incendio causato dalla locomotiva a vapore, venne imposta la elettrificazione del tratto di linea sotterraneo facente capo al Gran Central Terminal. A ragioni analoghe può ascriversi la elettrificazione della New York, New Haven and Hartford che ha in comune con la New York Central l'accesso a New York nonché quella del tunnel sotto l'Hudson River attraverso il quale la ferrovia della Pensilvania accede all'isola di Manhattan.

B) Un'altra categoria di elettrificazioni è quella di linee sulle quali si è voluto realizzare una composizione e un peso dei treni i massimi compatibili in un esercizio ferroviario. Si trovano in queste condizioni le linee della Norfolk and Western e della Virginia le quali sono quasi esclusivamente adibite al trasporto di carbone e sulle quali si hanno composizioni di treni che superano quelle di ogni altra ferrovia al mondo.

C) Una terza categoria è costituita da linee elettrificate oltre che per convenienza tecnica anche per realizzare una economia di esercizio. Si trovano in queste condizioni la Butte Anaconda e la Chicago Milwaukee e St. Paul che attraversano regioni dove manca il carbone e abbondano energie idrauliche.

Delle elettrificazioni ricordate quella che più interessa sotto

## Dati relativi alle linee esercitate a

Linee a corrente continua	N.°	Lunghezza del tratto elettrificato	Anno di inizio dell'esercizio	Linea di contatto vol	Numero di locomotive	Schema	Dimensioni		
							Diametro ruote motrici	Lunghezza totale	Paseo rigido
BALTIMORE & OHIO	1		1895	600	3 M e V	B B	1580	10300	2100
					4 M	D	1070	9000	4400
					6 M e V	B + B	1720	16700	2900
LONG ISLAND	2		1917	650	1 M	B B	1420	12000	218
MICHIGAN CENTRAL	3		1909	600	10 V e M	B + B	1200	11500	2800
NEW YORK CENTRAL	4	81	1906	600	35 V	2 D 2	1100	11700	3800
					12	"	"	13000	"
					10	B B + B B	910	16800	1520
					16	"	"	17300	"
PENNSYLVANIA	5	22.6	1910	600	2 V	2 B + B 2	1620	19800	2200
					31 V	"	1820	"	"
					1 Man.	B + B	1420	11600	2600
BUTTE-ANACONDA & PACIFIC	6	41.3	1913	2400	26 M	B + B	1160	11800	2640
					2 V	"	"	"	"
CHICAGO MILWAUKEE & ST. PAUL	7	1040	1916	3000	4 Man.	B B	1010	12400	2430
					42 M	2 B + B + B + B 2	1320	34000	3200
					5 V	1 B + D + D + B 1	1110	23000	4200
					10 V	2 C 1 + 1 C 2	1720	27000	2600
Linee a corrente monofase									
BOSTON & MAINE	8	12	1911	11000-25	5 V e M	1 B + B 1	1570	14700	2130
			1917		2 V e M	"	"	14500	"
DETROIT & IRONTON	9		1924	11000-25 22000	2 M	A C + C A	1066	17700	3300
NEW YORK NEW HAVEN & HARTFORD	10	132	1907	11000-25	41 V	1 B + B 1	1570	11430	2430
					1 Man.	2 B + B 2	1370	18800	3040
					1 V e M	1 D 1	1600	14220	3350
					1 Man.	1 B + B 1	1440	16300	2630
					1 V	"	1600	12000	2130
					1 V	"	"	"	"
					8 V	"	"	15240	2430
					36 M	"	"	"	"
					1 Man.	B + B	"	11200	2130
					15 Man.	"	"	11430	"
					5 V	1 C 1 + 1 C 1	"	20900	4320
					12 V	"	"	20320	"
PENNSYLVANIA	11	60	1917	11000-25	1 M	1 C + C 1	1820	23200	4060
			1924		3 M	1 D 1	2030	20700	6600
VIRGINIAN	12	212	1924	11000-25	36 M	1 D 1	1570	15300	4850
NORFOLK & WESTERN	13	48.2	1915	11000-25	24 M	1 B + B 1	1570	16000	3300
			1924		8 M	1 D 1	1600	14750	4900
Linea a corrente trifase									
GREAT NORTHERN	14		1909	6600-25	4 V e M	B + B	1520	16000	3400

## trazione elettrica negli Stati Uniti

Totale t	Pesi			Potenza oraria kW	Velocità oraria km-ora	Sforzo di trazione orario kg	Velocità massima km-ora	Motori		Disposizione
	Parte elettrica t	Parte meccanica t	Peso per asse t					Numero	Volt	
79	—	—	21,3	800	27,5	10400	—	4	600	
72	19,9	52,1	18,1	600	13	16700	—	4	600	
90,6	29,4	71,2	22,6	850	26	11300	70	4	600	
79,3	27,6	41,7	19,8	1000	34	9500	90	4	650	
108,7	29,4	79,3	27	810	19,3	15400	65	4	600	
102,8	27	75,8	15,8	1600	60	9500	120	4	600	
120,5	27	93,5	16,7	1600	60	"	"	4	"	
107,5	33,5	74,0	13,5	1800	80	7700	130	8	"	
121	40	8,1	15	2000	80	9000	"	8	"	
152	57,5	94,5	23	1570	72	8000	130	2	600	
142	54	88	22,3	1570	75	7500	130	2	"	
88,5	43	45,5	22	470	19	8800	65	4	"	
72,5	27,2	45,3	18,1	1000	25	14000	56	4	1200	
"	"	"	"	"	37	9200	50	4	"	
64	28	36	15,8	480	18	9700	56	4	1500	
260	110	150	25,4	2500	25	3800	56	8	"	
235	105	130	17,1	2600	44	21000	104	12	1000	
272	104	168	28,5	3400	43	30000	104	6 gemelli	750 x 2	
118	50	68	23	1000	40	8100	60	4	340	
121	50	71	24	1000	40	"	"	4	"	
154	—	—	19	1500	25	21000	56	8	600	
96	49	47	18,5	1000	94	3600	140	4	284	
131	51	80	21,7	1300	37	12200	72	4	—	
104	54	60	20	1200	62	7000	86	4 gemelli	330	
122	59	63	21,7	1000	46	7200	98	2	310	
131	57	74	20	1100	82	4500	107	4	380	
110	56	54	20	1000	72	4500	107	4	340	
105	51	54	19,5	1200	61	7000	100	4 gemelli	330	
96	43	53	18,6	1200	45	9600	72	"	330	
70	35	35	17,6	330	13	10500	40	4	190	
71	34	37	17,6	480	15	10500	"	4	228	
158	77	81	17,3	1800	82	8100	112	6 gemelli	335	
160	83	77	18,1	1900	77	8700	"	"	349	
234	114	120	33	3500	32,5	39000	56	4 trifasi	850	
183	84	99	34	2400	33	26000	"	4 serie	335	
195	74	121	38	1700	21 42	25800 15000	56	2 trifasi	850	
138	46	92	29	1200	23 46	19000 9800	61	2 gemelli trifasi	725	
187	70	117	33	1700	23 46	24000 14000	61	2 trifasi	1150	
58	26	32	14	1200	25	17000	48			

il nostro punto di vista è quella della Chicago Milwaukee e St. Paul non solo perchè si tratta della linea a trazione elettrica più lunga del mondo in esercizio oramai da 10 anni, quanto per il fatto che il sistema colà impiegato, la corrente continua a 3000 volt, sta per essere da noi impiegato fra pochi mesi sulla linea Foggia-Benevento e in seguito lo sarà su varie altre linee.

Si può dire che da tutti i paesi del mondo Commissioni si sono recate a visitare la Chicago Milwaukee e St. Paul per constatare se il sistema a corrente continua colà adottato offra veramente possibilità di economia di impianto e garanzia di buon funzionamento in un esercizio ferroviario, e ne risulti quindi conveniente la applicazione a preferenza di altri sistemi.

La nostra Commissione, a differenza delle altre, si è recata colà dopo che da qualche anno è stata ormai decisa la elettrificazione a corrente continua a 3000 volt di una parte della nostra rete e anzi a pochi mesi di distanza dalla inaugurazione del servizio della linea Foggia-Benevento. Scopo del nostro viaggio non è stato quindi quello di persuaderci della bontà del sistema a corrente continua a 3000 volt, dato che qualcuno di noi ne ha anzi preconizzata da molti anni la convenienza per le nostre linee.

Chi ha avuto occasione di iniziare un servizio industriale di qualsiasi specie con macchinario di tipo nuovo e con uomini nuovi ad esso, sa che occorre rassegnarsi preventivamente a passare un periodo di tempo nel quale alle macchine e agli uomini succedono tutti gli inconvenienti possibili, spesso molto banali, ai quali si sa porre preventivo rimedio solo dopo che una serie di ragionamenti elementari e semplicissimi, ma che in pratica quasi sempre sono i più difficili a farsi, ha indicato la piccola o grande serie di regole, che poi costituiscono il segreto del mestiere, che occorre seguire per ottenere il successo. Nel caso di impianti di trazione elettrica, questo periodo di avviamento è inevitabile se si tratta di un sistema completamente nuovo. Potere fino dai primi giorni di esercizio possedere anche una piccola dose di questa esperienza pratica, che è facile apprendere a chi è del mestiere osservando qualche dettaglio di esercizio, permette di evitare una buona parte delle accennate incertezze.

Nel caso della Chicago Milwaukee e St. Paul questa esperienza di esercizio, come ho detto, è oramai decennale. Scopo della nostra visita è stato quindi quello di prenderne conoscenza e raccogliere dati sui criteri di esercizio, sugli inconvenienti e sulle spese di manutenzione delle linee di contatto delle sottostazioni e dei locomotori.

Il nostro compito è stato reso facile dagli ingegneri che dopo aver diretto la costruzione ora presiedono all'esercizio della linea. Si tratta di tecnici di grande valore tra i quali devo ricordare l'ingegnere R. Beeuwkes in prima linea. Essi hanno raccolto una larga serie di dati di impianto e di esercizio veramente preziosa e che può servire di modello in materia e di tali dati sono stati a noi larghissimi.

Io non credo tuttavia che la esposizione completa di tali dati possa essere utile se non accompagnata da una serie di considerazioni che tengano conto dei criteri e delle condizioni dell'esercizio ferroviario americano in confronto del nostro. Tale esposizione avrebbe un carattere troppo particolare e non interesserebbe che pochi.

Credo anche superfluo descrivere gli impianti e i locomotori della Chicago Milwaukee e St. Paul dato il grande numero di pubblicazioni comparse su tale argomento.

Mi limiterò quindi a riferire, anche perchè il poco tempo avuto mi ha impedito di fare di più, i risultati e le constatazioni più importanti fatte nella nostra visita a quella linea.

Come è noto, la elettrificazione della Chicago Milwaukee si divide in due parti: una tra Harlowton e Avery attraversa le montagne rocciose è lunga 704 km e fu elettrificata dal 1915 al 1917. L'altra si estende tra Othello e Tacoma verso la costa del Pacifico è lunga 335 km e fu aperta all'esercizio nell'anno 1919.

I due tratti sono separati da Othello ad Avery da un tratto ancora esercitato a vapore lungo 340 km circa. Anche in questo tratto però è prevista la elettrificazione.

Il miglioramento delle condizioni tecniche di esercizio dopo la elettrificazione è indiscutibile. Non altrettanto può dirsi delle condizioni economiche, che il fenomeno della riduzione del traffico dopo la guerra, comune a quasi tutte le ferrovie degli Stati Uniti, è stato molto accentuato sulla Chicago Milwaukee e St. Paul tanto da compromettere la stabilità finanziaria della Società.

Attualmente l'orario della linea nel tratto montagnoso tra Harlowton e Avery contempla due coppie di treni passeggeri del peso medio di 700 a 930 tonn.; due coppie di treni merci

ordinari del peso di circa 3000 t. ciascuno e una coppia di treni straordinari dello stesso peso all'incirca. Sulla divisione costiera tra Othello e Tacoma il traffico è anche minore: due coppie di treni viaggiatori e una sola coppia di treni merci.

La Società ha pubblicato recentemente un rapporto nel quale sono paragonate le spese di esercizio della trazione a vapore e di quella elettrica sulle due sezioni elettrificate. Il paragone è fatto riferendosi all'anno 1923 valutando i costi della trazione a vapore sulla base delle spese effettivamente incontrate negli ultimi dodici mesi di esercizio sui due tratti ora elettrificati, e riportando le spese stesse ai valori e ai costi unitari della trazione a vapore nel 1923.

Le spese di esercizio della trazione elettrica sono state divise in due parti: quelle variabili entro certi limiti con la entità del traffico e quelle indipendenti da questa entità. E' stato così possibile calcolare quale sarebbe stato il costo della trazione a vapore negli anni dell'esercizio elettrico e viceversa.

Le spese di interesse e ammortamento, dato il livello dei prezzi diverso nei diversi anni in cui le spese inerenti ai due sistemi di trazione furono fatte, furono pure riferite a uno stesso periodo di tempo. Così per il materiale elettrico il prezzo assunto per il calcolo è stato quello effettivo di acquisto e quello delle locomotive a vapore resesi disponibili e ora impiegate in altre sezioni venne calcolato come se le locomotive a vapore si fossero dovute comperare alla stessa epoca nella quale fu acquistato il materiale elettrico.

Il risultato di questo paragone, al quale ho ritenuto opportuno accennare, perchè in America da molti le condizioni economiche poco felici della Società, costretta ora a una svalutazione del capitale, sono attribuite al fatto di aver elettrificato le proprie linee, gravando così il bilancio di una quota eccessiva per servizio del capitale di impianto, porta a concludere che in 9 anni di esercizio dal 1916 al 1924 la elettrificazione avrebbe prodotto un utile netto di 12.400.000 dollari.

Dato che la spesa totale per la elettrificazione è stata di 15.625.739 dollari, il risultato della elettrificazione secondo questi conti sarebbe stato straordinariamente buono se... il traffico non fosse molto diminuito.

E' probabile in realtà che a causa della diminuzione del traffico le spese effettive dell'esercizio elettrico superino quelle che si sarebbero incontrate nelle condizioni attuali di traffico con la trazione a vapore. E' da tenere presente infatti che mentre l'esercizio a trazione elettrica può condurre a più facili economie di quello a vapore nel caso di un aumento di traffico, l'esercizio a vapore per contro è suscettibile di forti riduzioni di spesa in caso di contrazione del traffico che non l'esercizio elettrico.

Indipendentemente dal risultato economico reale avuto dopo la elettrificazione si può però sicuramente affermare che il risultato tecnico è stato veramente ottimo sotto tutti i punti di vista.

Nel 1915 con l'esercizio a vapore il tonnellaggio medio di ogni treno era di 1560 tonnellate, mentre nel 1925 con l'esercizio elettrico il tonnellaggio medio di ogni treno è stato di 3300 tonnellate. La velocità commerciale che nel 1915 era di 17,3 km.-ora nel 1925 è stata di 21 km.-ora. I minuti impiegati per il trasporto di una decatonnellata da Avery a Deer Lodge sono stati 3 nel 1915 e 1,28 nel 1925.

La composizione dei treni merci non è mai inferiore a 3000 tonnellate anche nei tratti aventi il 22 per mille di pendenza: in questo caso vengono impiegati due locomotori, uno in testa e l'altro a metà treno.

La composizione normale dei treni viaggiatori è di 13 vetture standard del peso complessivo di 960 tonnellate; un locomotore viaggiatori senza servizio di spinta traina il treno lungo una delle due sezioni elettrificate a velocità comprese tra 30 e 80 chilometri ora.

Riferirò brevemente sui risultati che in 10 anni di esercizio le varie parti dell'impianto hanno dato.

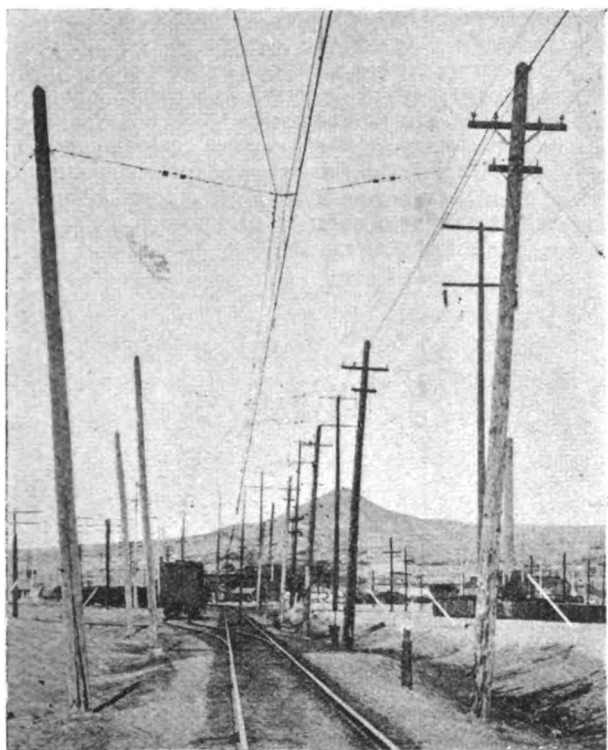
Per quanto riguarda le linee di trasmissione e quelle di contatto è evidente che si è voluto realizzare la massima economia nella spesa di impianto. Tutta la palificazione sia della primaria a 100.000 volt sia della linea di contatto è in legno. I pali non hanno fondazione: nelle curve un tirante in corda di acciaio serve alla controventatura.

Osservando la linea di trasmissione a 100.000 volt che solo in parte segue la rete ferroviaria, non si può non convenire che meno di così non si sarebbe potuto spendere per trasmettere l'energia a 100.000 volt per quasi 600 km. La linea ha una sola terna e, isolatori e conduttori compresi, è costata da 1500 a 1900 dollari al km. La spesa di manutenzione, pali esclusi, risulta di 3 a 5 dollari per km. e per anno. Dato che la linea attraversa una zona montagnosa e spesso imper-



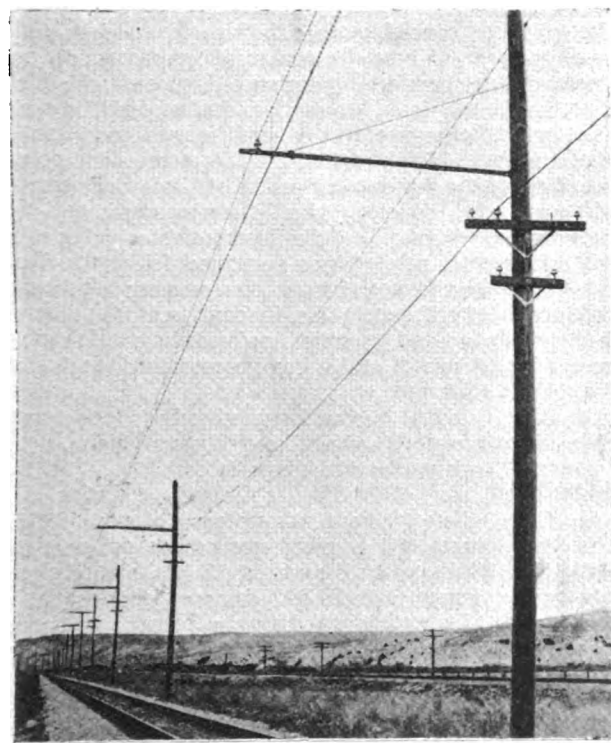
via, la spesa sembra assai piccola. Va tenuto conto però che i pali non sono ancora stati ricambiati ma che tra poco dovranno esserlo.

Analoghe osservazioni vanno fatte per la linea di contatto che ha un aspetto ben diverso da quello delle nostre linee



Linea di contatto e linea di trasmissione a 100 000 V in prossimità di Deer Lodge.

forse eccessivamente curate, tanto che l'apparenza è quella di un impianto di carattere provvisorio. I pali hanno generalmente una inclinazione verso l'esterno della linea e sono quasi tutti controventati da un tirante. La mensola è costituita da un



Sulla stessa palificazione della linea di contatto è sospeso un feeder, un filo di terra, la linea dei segnali e quella dell'indicatore e limitatore di potenza dell'impianto.

ferro a doppio T. Sugli stessi pali sono fissati anche i conduttori dei segnali e quelli delle indicazioni della potenza totale dell'impianto a cui accennerò.

La sospensione del filo di contatto è a catenaria con isolatori a mandorla dove la sospensione è trasversale e a cam-

pana dove è longitudinale. L'isolamento è semplice. Il costo della linea è stato di 3800 a 4800 dollari per km. La spesa di manutenzione si aggira intorno a 110 dollari per km. e per anno.

Attualmente comincia a manifestarsi la necessità di ricambiare i pali di legno. A questo scopo sono utilizzate delle automotrici benzo-elettriche che costituiscono un piccolo cantiere ambulante munito di tutti gli accessori per la manutenzione delle linee.

Per saggiare la stabilità dei pali della linea di contatto, si usa una specie di braccio che viene a sporgere dalla automotrice e va a puntare contro il palo sollecitandolo a flessione. Se il palo dimostra di non avere stabilità, viene segato alla base; di fianco alla base vecchia viene conficcato in terra un altro spezzone al quale viene inchiodata la parte fuori terra del vecchio palo. Questa operazione è compiuta in pochi minuti.

Per lavori al filo di contatto e agli isolatori l'automotrice è munita di un ponte superiore che può essere sollevato mediante aria compressa. L'automotrice è corredata di una piccola officina e di un magazzino. Il sistema è evidentemente assai pratico ed economico.

Il macchinario delle 14 sottostazioni che alimentano i 704 km. di linea sulla parte montana e delle 8 che alimentano i 365 km di linea verso la costa ha dato ottimi risultati. Questo macchinario è di due tipi: uno costruito dalla G. E. Co. per 19 sottostazioni, mentre per le altre tre appartiene alla Westinghouse.

La differenza più importante consiste nei dispositivi atti a eliminare i guasti ai collettori delle dinamo. E' noto che a tale riguardo sono state seguite due vie: la G. E. Co. ha diretto gli studi verso la costruzione di un interruttore extra rapido capace di interrompere il circuito in un tempo di qualche millesimo di secondo. Ho potuto assistere a varie esperienze di corto circuito di due dinamo in serie a 3000 volt, 3000 kW. Il valore della corrente di corto circuito sarebbe salito a circa 35.000 ampere se l'interruttore non aveva funzionato in 1/8000 di secondo circa prima che la corrente raggiungesse i 10.000 ampere. Al collettore e alle spazzole si manifesta nell'istante dell'apertura del circuito uno scintillamento quasi inavvertito.

La Westinghouse ha invece usato l'artificio di mettere in corto circuito mediante apposito interruttore tre anelli collettori collegati a tre punti in trifase dell'armatura di ciascuna generatrice. Da questo corto circuito nascono correnti trifasi assai intense che circolano nell'armatura della dinamo creando così un campo opposto a quello dell'induttore. La tensione ai morsetti della dinamo bruscamente si riduce e in conseguenza anche la intensità della corrente di corto circuito. La tensione tra le lamelle del collettore diviene così bassa che il *flash* non può più adescarsi.

Entrambi questi artifici hanno dato in pratica il risultato atteso. La conservazione del macchinario delle sottostazioni e in particolare dei collettori delle dinamo è perfetta.

Sulla Chicago Milwaukee e St. Paul è stato risolto anche il problema di totalizzare in un dato punto tutta l'energia che le varie centrali di alimentazione immettono in vari punti della linea. Contemporaneamente si è anche risolto un problema che in modo particolare interessa i produttori di energia e gli esercenti le ferrovie elettrificate, quello cioè di regolare la potenza assorbita in modo che la punta rimanga sotto un valore determinato. Credo che questo sistema non molto noto meriti qualche accenno.

Sulla Chicago Milwaukee e St. Paul, come in genere è in uso sulle ferrovie Americane, il movimento dei treni è regolato da un punto centrale dove il Chief trains dispatcher ha il suo Ufficio. In più su questa linea si è data al dispatcher anche la sorveglianza per quanto riguarda la fornitura dell'energia e la limitazione della potenza assorbita agli effetti contrattuali con le società fornitrici.

I dispatcher sono due: uno per la Divisione della costa lunga 335 km. ha il suo Ufficio a Tacoma. L'altro per la Divisione delle Montagne Rocciose lunga oltre 700 km. ha il suo Ufficio a Deer Lodge.

Ciascuno dei dispatcher può arrestare o fare partire a distanza i treni, regolare incroci, precedenza e velocità, controllare la tensione e la potenza assorbita dall'impianto nei vari punti di alimentazione e intervenire in modo da variare la entità di tale potenza.

Il sistema usato nella Divisione verso la costa, dove l'alimentazione dell'energia ad alta tensione è fatta in tre punti distinti ed è totalizzata in un quarto punto a Tacoma, è basato

sul principio di generare a mezzo di un alternatore della potenza di 1 kW in ogni punto dove vi è immissione di energia una frequenza proporzionale alla potenza che in quel punto è immessa nella rete. Tale frequenza è inviata a mezzo di apposita linea di trasmissione a 2000 volt al punto prossimo dove viene immessa altra energia. A mezzo di un sistema ingegnoso, ma che per brevità non sto a descrivere, la frequenza in arrivo si somma con altra proporzionale alla potenza assorbita localmente e a mezzo di un altro piccolo alternatore locale una frequenza somma delle due viene inviata ad un altro punto. La frequenza che giunge al punto finale risulta proporzionale alla potenza totale immessa nei vari punti di alimentazione; questa frequenza viene tradotta in una indicazione di potenza che è anche registrata.

Quando il carico totale così integrato si avvicina al valore predeterminato, che per altro il dispatcher può cambiare anche istantaneamente a volontà, si stabilisce un contatto attraverso il quale una corrente continua è inviata in un circuito ricavato come circuito fantasma dai due fili che servono alla trasmissione della frequenza totalizzatrice dell'energia. Questa corrente continua a mezzo di relais e servomotori fa azionare i reostati di eccitazione delle dinamo il cui carico superi in quell'istante del 50 % il carico normale in modo che la tensione di tali dinamo diminuisce e rimane tale fino a che il sovraccarico non è diminuito. L'effetto è conseguito in pochi secondi e molto spesso basta che si abbassi la tensione in una sola sotto-stazione perchè tutta la potenza assorbita venga contenuta nei limiti prestabiliti.

Il sistema usato nel tratto elettrificato lungo 704 km. attraverso le montagne rocciose, pure conseguendo lo stesso scopo, è basato su un principio completamente diverso.

I punti di alimentazione sono in questo caso sette. In ciascuno di questi si trova un reostato regolato automaticamente da un wattometro in modo che la resistenza del reostato sia proporzionale alla potenza assorbita. Un filo pilota collega in serie tutti questi reostati situati in vari punti. La resistenza totale di questo circuito, all'infuori di una costante, risulta così proporzionale alla somma delle potenze assorbite nei vari punti. Il circuito del filo pilota è alimentato da una tensione continua costante. La corrente risulta così inversamente proporzionale alla potenza assorbita dall'impianto e un amperometro tarato in watt ne dà la indicazione diretta. Allorquando la corrente che circola sul filo pilota scende al di sotto di un determinato valore, quando cioè in altre parole la potenza assorbita dall'impianto supera il valore prefissato, si stabilisce un contatto e a mezzo di certi relais viene determinata la inserzione di resistenze sul circuito di eccitazione della eccitatrice delle dinamo. La tensione generata viene così abbassata e quindi anche la potenza assorbita dai treni è ridotta. Ometto di ricordare tutti gli artifici che risolvono i vari problemi inerenti a questo sistema col quale pure si ottiene una regolazione assai buona di tutto l'impianto.

Venendo ora a parlare dei locomotori ricorderò brevemente qualche dato.

Nel tratto Avery Harlowton il servizio a vapore nel 1915 era disimpegnato da 146 locomotive: al loro posto sono subentrate 39 locomotive elettriche: 10 per treni viaggiatori della Westinghouse, 26 per treni merci della G. E. Co. e 3 locomotori di manovra pure della G. E. Co.

Nel tratto Othello Tacoma sono in servizio 5 locomotive per treni viaggiatori della G. E. Co., 16 per treni merci identiche a quelle sopra citate e un locomotore di manovra.

Su queste locomotive sono state fatte tante pubblicazioni che credo inutile descriverle anche sommariamente. Riporterò solo alcuni dati più importanti e qualche constatazione di carattere essenzialmente pratico.

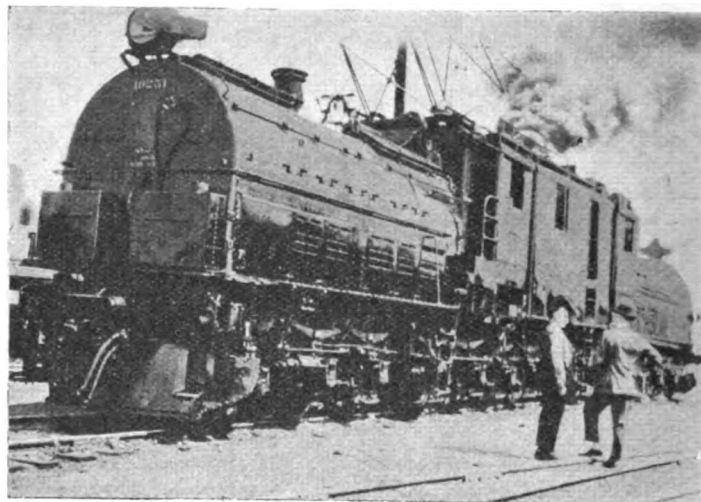
Chiedo venia ai cortesi ascoltatori se la mia esposizione appare molto povera di considerazioni degne di una assemblea di Tecnici valenti come questa. Ma ho pensato appunto che parlando a chi è perfettamente a conoscenza delle questioni di carattere generale, fosse più opportuno mettere in evidenza i risultati, più modesti ma non meno importanti, che l'esperienza dell'esercizio pratico ha indicato.

Nelle locomotive per servizio viaggiatori munite di trasmissione con ingranaggi e albero cavo in sette anni di esercizio si sono avuti ben pochi inconvenienti, generalmente alla parte meccanica, come irregolarità di marcia alle più alte velocità, usura anormale dei cerchioni, qualche riscaldamento ai cuscinetti; tutti inconvenienti assai comuni.

La parte elettrica ha dato risultato completamente soddisfacente e solo piccole modificazioni verranno introdotte nel caso occorra costruire nuove locomotive.

In particolare è notevole il sistema di ricupero il quale permette una regolazione estesissima delle velocità e delle coppie frenanti, tanto che si può con tutta facilità accelerare o rallentare a volontà sempre recuperando energia. L'unica avvertenza da avere nella marcia in ricupero è quella di inserire i motori solo dopo che la forza controlettromotrice generata raggiunge il valore della tensione di linea e di non applicare la piena eccitazione dei motori quando la velocità raggiunta nelle discese è troppo forte e ciò per evitare flash ai collettori.

Anche i locomotori per servizio viaggiatori muniti di motori gearless hanno dato ottimi risultati, sia nella parte meccanica che in quella elettrica se si eccettua qualche guasto all'isolante dei motori provocato dal fatto che per una chiusura imperfetta la neve poteva venire a contatto degli indotti; inconveniente subito eliminato curando maggiormente la ermeticità della protezione attorno ai motori.



Locomotore gearless per treni viaggiatori.

Peso totale 235 t. Peso aderente 205 t. Peso per asse 17 t. Motori di trazione 12.  
Potenza continua 3200 HP. Potenza oraria 3500 HP.  
Sforzo di trazione orario 22000 kg alla velocità di 43 km/h. Lunghezza totale 23 m.  
Il fumo che si vede proviene dalla caldaia a nafta per il riscaldamento dei treni installata nello stesso locomotore.

I dubbi che si avevano sulle caratteristiche di marcia alle più alte velocità, specialmente nei riguardi delle sollecitazioni all'armamento per il fatto che con la disposizione gearless una parte notevole del peso dei motori non è sospesa elasticamente e che il baricentro della locomotiva risulta assai basso, sembrano completamente svaniti. A tale riguardo sono state fatte numerose prove ufficiali delle quali è stato dato conto nei « Proceeding of the American Society of Civil Engineers » (\*). Da tali prove si è concluso che le conseguenze nei riguardi della tranquillità di marcia delle locomotive e delle sollecitazioni all'armamento, per la bassa posizione del centro di gravità e la esistenza di rilevanti masse non sospese elasticamente, non producono effetti sensibili e in ogni caso non superiori a quelli che si hanno, ad esempio, nelle ordinarie locomotive a vapore per l'esistenza di assi a gomito, purchè il peso per asse non sia molto rilevante.

A bordo di una di queste locomotive ho potuto constatare il grande vantaggio della possibilità di dimensionare con grande larghezza l'apparecchiatura elettrica.

Sulla pendenza del 22 ‰ tra Beverly e Cedar Falls un treno di 750 tonnellate richiede una potenza di circa 2800 kW. La velocità raggiunta con la piena eccitazione dei motori inseriti per la velocità massima è di circa 32 km.-ora. La corrente normale per ogni motore è di 200 ampere, ma durante la salita sale a 250. La esclusione delle resistenze per avviare il treno nel tratto in salita viene fatta prima che il treno stesso sia sfrenato. Aperti i freni, l'avviamento avviene con una dolcezza rimarchevolissima, tanto più in America dove all'avviamento si ha sempre uno strappo fortissimo tutt'altro che piacevole.

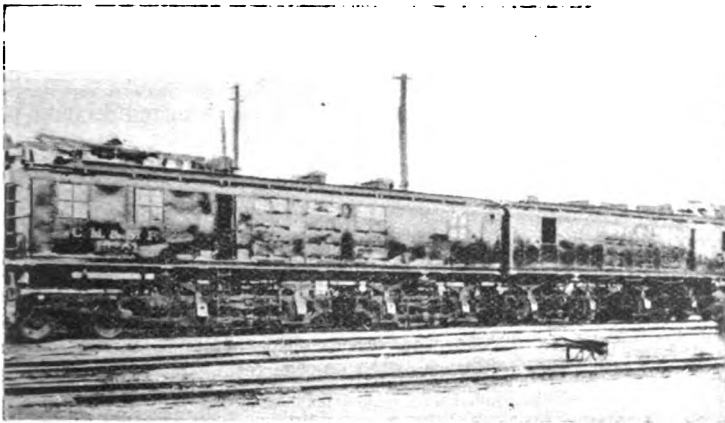
Le velocità di marcia durante il ricupero non possono essere variate entro limiti così vasti come con l'altro sistema, essendo in questo caso la eccitazione ausiliaria dei motori fornita da due degli stessi motori funzionanti da eccitatrici dei rimanenti. La regolazione è tuttavia praticamente ottima.

Le locomotive merci sono in servizio da oltre 10 anni:

(\*) Numeri del novembre 1917, novembre 1919 e aprile 1925.

una parte di queste in passato svolgeva anche il servizio viaggiatori essendo munita di rapporto di ingranaggi adatto allo scopo. Il comportamento meccanico di queste locomotive, nelle quali i motori hanno sospensione di tipo tramviario, è stato sempre soddisfacente. In caso di nuove costruzioni si intende sopprimere i carrelli di guida e avere così tutto il peso aderente.

Anche il comportamento della parte elettrica è stato ottimo. Per quanto riguarda il ricupero, il dispositivo adottato è tale da ottenere una coppia frenante presso a poco costante alle varie velocità, mentre che negli altri due dispositivi adottati sulle locomotive per servizio viaggiatori si ottiene piuttosto una coppia variabile a volontà attorno a una velocità che tende a rimanere costante. Questa ultima soluzione è stata riscontrata preferibile alla prima e verrà adottata in eventuali future costruzioni.



Locomotive unici risultanti da due unità simmetriche permanentemente accoppiate ma che volendo possono agire separatamente.

Peso totale 260 t. Peso aderente 205 t. Peso per asse 25,3 t.  
Motori di trazione 8 a sospensione tipo tram.  
Potenza continua 3000 HP. Potenza oraria 3440 HP.  
Sforzo corrispondente 38000 kg alla velocità di 25 km/h.  
Massimo sforzo 60000 kg. Lunghezza totale 34 m.

Come ho accennato, la composizione dei treni merci varia da 6000 tonnellate nei tratti pianeggianti e con una sola locomotiva a 3000 tonnellate nei tratti di maggiore pendenza (sino al 22 ‰) con due locomotive una in testa, l'altra a metà treno. L'avviamento di un treno così pesante è fatto in modo assai semplice, senza che tra le due locomotive venga scambiato alcun segnale: inizia l'avviamento il locomotore di testa e quando il guidatore del locomotore al centro si accorge che il gancio anteriore di trazione è in tiro, inizia a sua volta l'avviamento e regola la marcia in modo che lo sforzo trasmesso attraverso il gancio anteriore a metà treno sia nullo. La velocità raggiunta sulla maggiore salita non supera i 20 km. all'ora. Anche la marcia di ricupero avviene senza scambio di segnali tra i due locomotori che data la distanza a cui essi si trovano potrebbero del resto difficilmente udirsi.

La potenza recuperata supera spesso quella assorbita sulle salite, cioè è di oltre 2500 kW per locomotore. La tensione d'alimentazione della linea in questi casi raggiunge i 3600 volt.

In complesso la impressione che si riceve viaggiando sui locomotori è ottima specialmente per quanto riguarda la facilità di condotta e la elasticità e sicurezza della marcia e del ricupero.

Per economia di esercizio, data l'attuale esuberanza di locomotori rispetto alla entità del traffico, si è preferito accantonarne circa un terzo e far lavorare gli altri più che sia possibile. Le percorrenze annue delle locomotive merci risultano così comprese tra 100.000 e 150.000 km. e quelle delle locomotive viaggiatori raggiungono anche i 150.000 chilometri. Non vi è dubbio che tali alte percorrenze sono da ascrivere oltreché alla bontà del materiale, studiato con grande larghezza e cura e senza limitazioni di peso, alla lunghezza dei due tratti elettrificati.

Quando anche il tratto intermedio Avery Othello, ancora esercitato a vapore, sarà pure elettrificato, quando cioè la elettrificazione tra Harlowton e Tacoma avrà una lunghezza ininterrotta di 1375 km. si ha intenzione di far percorrere alle locomotive viaggiatori l'intero tratto cambiando in un punto intermedio il personale. In tal modo le percorrenze annuali raggiunte saranno anche maggiori delle attuali.

Una delle economie più notevoli realizzate con l'esercizio elettrico è stata data dalla abolizione di vari Depositi prima

esistenti con la trazione a vapore. Per la Sezione delle Montagne rocciose si avevano sei Depositi per le locomotive a vapore. Con la trazione elettrica i depositi sono ridotti a tre mentre per la Sezione della Costa i Depositi da quattro sono stati ridotti a due. Quando tra Harlowton e Tacoma si avrà solo servizio elettrico i Depositi saranno ridotti a tre, due, agli estremi e uno a Deer Lodge. A metà linea si terranno due locomotori di riserva. Attualmente nessuna di tali locomotive è tenuta di riserva. In caso di guasti alla locomotiva di un treno viaggiatori la riserva è costituita dalla locomotiva del treno merci più vicino.

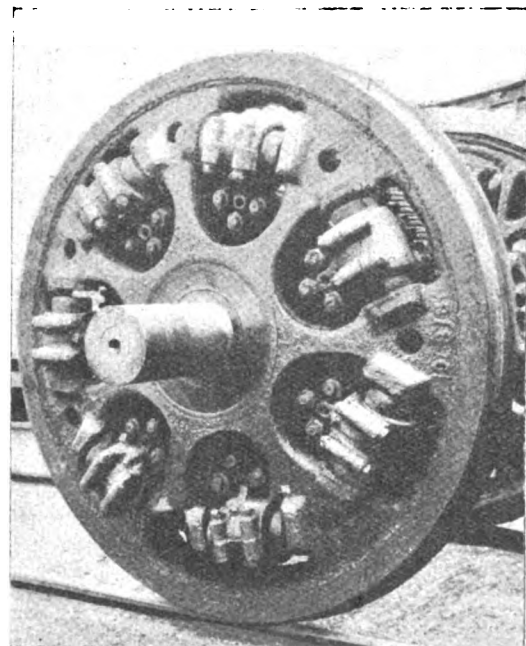
La riparazione delle locomotive in servizio tra Othello e Tacoma è fatta in una Officina situata in questa ultima località. La parte meccanica delle 21 locomotive elettriche è riparata in comune con le locomotive a vapore.

Per la riparazione della parte elettrica vi è un reparto apposito ridotto alla massima semplicità. Vi sono soltanto due operai avvolgitori che provvedono alle riparazioni eventualmente occorrenti a 168 motori di trazione e ai numerosi motori dei gruppi ausiliari, dei compressori, dei ventilatori e dei gruppi di eccitazione per il ricupero e sei operai elettricisti che provvedono alla revisione e riparazione della rimanente apparecchiatura elettrica.

Le 39 locomotive in servizio tra Avery e Harlowton vengono invece riparate presso l'Officina di Deer Lodge. Tra operai e dirigenti vi sono 63 persone adibite alla riparazione della parte meccanica ed elettrica. Per quest'ultima vi sono due avvolgitori e due aiuti avvolgitori, nove elettricisti e quattro aiuti. L'Officina, come del resto quella di Tacoma, è di tipo antiquato, con macchinario adatto alla riparazione delle locomotive a vapore. Tuttavia l'organizzazione è moderna e pratica: di ogni lavoro, di ogni pezzo, di ogni modifica si possiedono dati di costo e di lavorazione tenuti con molto ordine. Sull'esempio delle Officine che costruiscono a nuovo, anche per i lavori di riparazione si è stabilita una serie di calibri e di tolleranze in modo da eliminare nella riparazione tutti i criteri soggettivi che spesso conducono ad esagerare nella riparazione di alcuni organi di secondaria importanza e trascurare invece parti essenziali.

Il costo di riparazione corrente di una locomotiva merci si aggira sugli 8500 dollari; quello di una locomotiva viaggiatori raggiunge i 15.000 dollari.

Senza riportare i numerosi dati statistici raccolti sulla entità e spesa di riparazione delle varie parti delle locomotive mi limiterò a qualche constatazione sulla apparecchiatura elettrica.



Molle che trasmettono il moto dal guill all'asse motore.

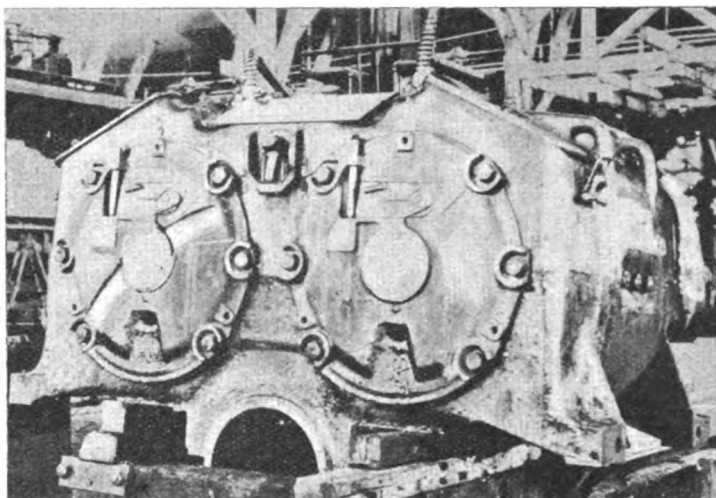
Su 532 armature di motori di trazione normalmente non più di quattro o cinque armature all'anno vengono riparate nelle due Officine di Tacoma e Deer Lodge. Nessun guasto si è avuto in 10 anni negli avvolgimenti di eccitazione. Dopo un percorso che per varie locomotive supera 1.000.000 di km. nessun collettore è stato ancora tornito, ne dimostra necessità



di esserlo. Il risultato dato dai motori di trazione è dunque splendido.

Riparazioni di maggiore entità hanno invece richiesto i motori dei servizi ausiliari, dei compressori e dei ventilatori. In qualche caso sono stati riparati in un anno anche il 12 % dei motori in servizio. Un guasto che si verifica molto spesso consiste nella rottura dei capi delle spire in vicinanza delle saldature al collettore data la esiguità del conduttore.

E' da rimarcare il fatto che mentre nelle costruzioni americane la finitura di alcune parti lascia molto a desiderare nei collettori delle macchine a corrente continua la esattezza e finitura sono assai grandi. A questo fatto è senza dubbio da attribuire l'ottimo stato di conservazione e di funzionamento di tutti i collettori.



Motori gemelli (twinsmotors) della locomotrice viaggiatori.  
Si vede il cuscinetto dell'albero cavo.

Un altro punto ove ho fermata l'attenzione è sul comportamento degli ingranaggi, organo assai importante delle locomotive a corrente continua. Nei locomotori per servizio merci ogni motore ha una coppia di ingranaggi dei quali la ruota grande è molleggiata; nei locomotori con albero cavo ogni coppia di motori trasmette il moto a una unica ruota; mediante interposizione di molle il movimento è trasmesso dall'albero cavo alle ruote.

Anche negli ingranaggi il risultato è stato ottimo: su 412 coppie solo quattro o cinque sono state cambiate per rottura accidentale di denti in 10 anni di esercizio; nessuna per usura. Dopo percorsi tra 700.000 e 1.400.000 km. questi ingranaggi appaiono in ottime condizioni.

Una conferma del buon comportamento in servizio dei locomotori si riceve anche dal fatto che la entità del materiale di scorta e di ricambio è minima.

Tra la serie di dati statistici assai abbondanti raccolta dagli Ingegneri della Chicago Milwaukee e St. Paul, mi limiterò a ricordare che nelle 42 locomotive merci negli ultimi anni si sono verificate in media per ogni locomotiva, una dozzina di guasti nella parte meccanica e una diecina nella parte elettrica all'anno. Ogni guasto è considerato come tale se ha dato luogo a ritardo nella marcia dei treni.

Nelle locomotive viaggiatori si sono avuti in media ogni anno da 1 a 6 guasti nella parte meccanica e da 3 a 5 nella parte elettrica, guasti che hanno causato in media 400 minuti di ritardo per ogni locomotiva. In media si verifica un guasto ogni 15.000 a 45.000 km. di percorso. I guasti imputabili al personale sono in numero trascurabile.

Per quanto si riferisce alle spese di manutenzione delle locomotive, queste vanno diminuendo ogni anno; attualmente tale spesa è di 7 a 8 cent. per km di percorso dell'e locomotive merci e da 6 a 9 cent. per quelle passeggeri, mentre per le locomotive di manovra varia da 9 a 17 cent.

Concludendo le mie impressioni sulla Chicago Milwaukee e St. Paul, mi è apparso indiscutibile che il risultato tecnico colà conseguito dopo 10 anni di esercizio elettrico sia veramente ottimo. Il merito di questo risultato non è solo da attribuire alla bontà del macchinario, ma in buona misura alla organizzazione semplice e pratica dell'esercizio.

Sulla Chicago Milwaukee e St. Paul ho potuto infatti vedere in parte realizzato un sistema di esercizio che invano ho cercato in altri impianti di elettrificazione da me visitati: precisamente ho trovato che colà si è riusciti a realizzare

l'esercizio ferroviario a trazione elettrica con criteri che non sono i soliti della trazione a vapore, ma tali da permettere lo sfruttamento quasi completo di tutte le possibilità di economia che la trazione elettrica può offrire in confronto di quella a vapore.

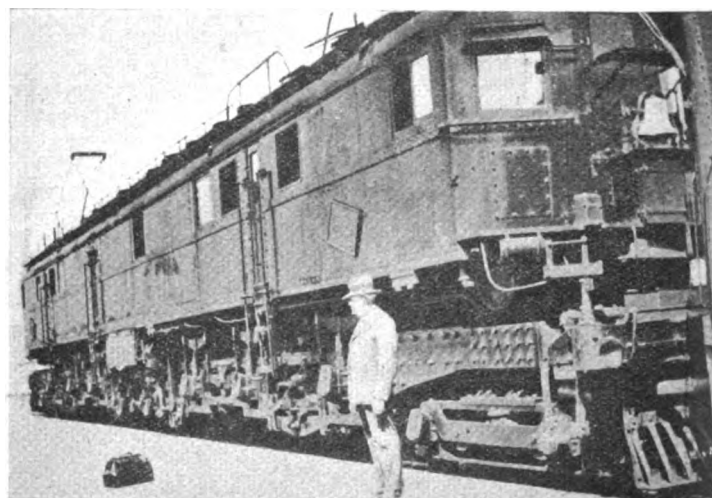
L'istituzione del train dispatcher come è stata intesa sulla Chicago Milwaukee e St. Paul mi è apparsa in logica connessione con l'accentramento della produzione dell'energia cosa insita nell'esercizio a trazione elettrica. Ho trovato che la riparazione dei locomotori come è fatta a Deer Lodge e a Tacoma, pur non richiedendo mezzi speciali e costosi, è stata studiata in modo da abolire tutti i lavori inutili e con personale molto ridotto, però assai competente. Ho constatato come nonostante le condizioni di traffico assai ridotte, alle quali sole senza dubbio sono da ascrivere le condizioni poco floride della Società, la utilizzazione in servizio dei locomotori è molto intensa.

Le sezioni elettrificate hanno infine un andamento altimetrico e planimetrico casi vario (pendenza sino al 22 per mille, curve di 180 metri), lunghezze di 704 e 335 km, dislivelli dal livello del mare a 2070 metri sopra questo, composizioni di treni sino a 6000 tonnellate, velocità da 20 a 80 km/ora, che non vi è dubbio che il sistema a corrente continua a 3000 volt abbia fatto su questa linea le sue prove nelle condizioni più difficili e disparate che possono trovarsi in un esercizio ferroviario.

Credo utile ricordare se non altro a titolo di curiosità i criteri di esercizio e di manutenzione del materiale in uso su una linea elettrificata a corrente continua a 2400 volt limitrofa alla Chicago-Milwaukee e St. Paul: la Butte-Anaconda in esercizio da tredici anni.

La visita a questa linea è stata quanto mai istruttiva essendosi potuto constatare che anche con una manutenzione quanto mai sommaria le locomotive elettriche a corrente continua possono fare un ottimo servizio.

La riparazione delle 28 locomotive in dotazione non è qui fatta a scadenza fissa ma solo quando qualche guasto ne determina l'indispensabile bisogno. Questo criterio di riparazione chiamato dal « break down », può essere riguardato come l'estremo opposto di far eseguire lo smontaggio degli organi anche se in ottime condizioni. Dei due criteri non si può senz'altro affermare che il primo conduca a una economia nelle spese di esercizio in via definitiva. Infatti nei primi anni le spese di manutenzione su questa linea sono state irrisorie: ora stanno aumentando rapidamente perchè occorre riparare o sostituire vari organi quasi contemporaneamente.



Locomotore viaggiatori con twinsmotor e guill.

Peso totale 235 t. Peso aderente 162 t. Peso per asse 27,5 t.  
Motori di trazione 6 ciascuno a due armature gemelle.  
Potenza continua 3200 HP. Potenza oraria 4200 HP.  
Sforzo di trazione 30000 kg. alla velocità di 44 km/h.  
Massimo sforzo di trazione 56.00 kg. Lunghezza totale 27 m.

Il criterio del break down nella manutenzione non è certo da seguirsi, se non altro per ragioni di sicurezza. In ogni modo è da rimarcare il fatto che i motori di trazione nonostante siano nell'interno ripieni di polvere depositata in particolare sugli isolatori e i portaspazzole, non abbiano inconvenienti, come i contatti dei contattori, pure essendo bruciati all'estremo limite, continuino a funzionare, e come gli ingranaggi, ridotti ad avere nei denti uno spessore metà di quello primitivo, continuino a trasmettere il movimento.

Ho voluto ricordare questo caso particolare di utilizzazione massima delle locomotive elettriche per mettere in evidenza come tra il criterio di riparazione in base al break down e quello della revisione sistematica, chiamiamola a oltranza, una via intermedia può adottarsi nel caso delle locomotive elettriche, realizzando così insieme sicurezza di esercizio ed economia di manutenzione.

\*

Mi sono dilungato alquanto a parlare di alcuni risultati ottenuti sulla Chicago-Milwaukee e St. Paul per la ragione che tale impianto interessa particolarmente noi, ma non posso fare a meno di accennare, con la maggiore brevità, a un altro impianto più recente che rappresenta l'altra tendenza in fatto di elettrificazione in America e nel quale sono stati risolti problemi di trasporto di tali masse che possono riguardarsi al limite delle possibilità ferroviarie: intendo quello della Virginia.

Basterà accennare ad alcune cifre per comprendere che trattasi di un impianto fuori del comune.

La linea elettrificata nel 1924 collega le miniere di carbone della West Virginia con il porto di Norfolk. La produzione della miniera può raggiungere i 12.000.000 di tonnellate all'anno; cioè presso a poco il consumo del nostro Paese.

Il tratto elettrificato tra Mullens e Roanoke è lungo 215 km circa e ha pendenze sino al 21 per mille con curve assai strette.

Con la trazione a vapore la composizione dei treni era già di 5500 tonnellate ciascuno trainate alla velocità media di 15 km-ora da tre delle più potenti locomotive Mallet aventi da sole il peso di 1270 tonnellate.

La elettrificazione è stata fatta con il sistema split-phase a 11.000 volt, 25 periodi. Le velocità di marcia delle locomotive sono di 22,5 e 45 km-ora ottenute cambiando il numero dei poli dei motori trifasi da 8 a 4. L'avviamento è fatto a mezzo di un reostato a liquido simile a quello delle nostre locomotive. Una locomotiva è formata da tre unità, ciascuna avente lo schema 1-D-1, accoppiate permanentemente tra loro e a comando unico. Il peso di una locomotiva è di 580 tonnellate; il peso per asse raggiunge le 37 tonnellate; lo sforzo massimo di trazione può arrivare a 120 tonnellate; quello continuo è di 60 tonnellate a 22,5 km-ora e di 35 a 45 km-ora. La potenza sviluppabile continuamente è di 6000 HP.

Due di queste locomotive composte di sei unità, una in testa e una in coda, trainano un treno di 6000 tonnellate sul tratto più acclive del 21 per mille alla velocità di 22,5 km-ora. Superato il culmine la composizione del treno è portata a 9000 tonnellate che vengono trainate da una sola locomotiva per il rimanente tratto avente pendenza massima del 6 per mille.

L'avviamento di un treno di 6000 tonnellate a doppia trazione sul 21 ‰ richiede una potenza di 14.000 kW per vari minuti mentre un treno di 9000 tonnellate in semplice trazione ne richiede 11.000. Per periodi di cinque minuti il carico nella centrale termica appositamente costruita si mantiene spesso al di sopra di 40.000 kW.

E' interessante notare che per realizzare locomotive così potenti, le più potenti del mondo affermano con orgoglio i costruttori<sup>(2)</sup>, si è scelto come motore di trazione quello asincrono trifase come già si era fatto su gli altri locomotori pure colossali, quelli della Norfolk and Western.

La tensione della linea di contatto attualmente di 11.000 volt potrà essere in seguito portata a 22.000.

Le sottostazioni, in numero di sette, hanno trasformatori i cui secondari sono connessi a terra nel punto medio e gli estremi sono collegati uno al filo di contatto e l'altro a un feeder tra i quali la differenza di potenziale è di 22.000 volt. In punti intermedi tra le sottostazioni sono collocati autotrasformatori collegati tra il feeder e la linea di contatto con il punto medio a terra; in tal modo si è raggiunto lo scopo di ridurre al minimo la corrente nelle rotaie.

\*

La elettrificazione della Virginia e quella della Chicago-Wilwaukee e St. Paul rappresentano i due esempi tipici che negli Stati Uniti saranno probabilmente seguiti: il sistema

(2) Un nostro locomotore 551 ha la potenza oraria di 2000 kW. Tre di questi locomotori superano in potenza l'unità tripla della Virginia e hanno un peso complessivo di sole 225 tonnellate in confronto di 580.

della Chicago-Milwaukee e St. Paul sembra adatto a linee ferroviarie che oltre al traffico merci abbiano treni viaggiatori la cui velocità deve essere variata entro ampi limiti; quello della Virginia sembra più adatto a linee che abbiano solo traffico merci e in particolare a quelle adibite al trasporto di minerali. Sotto il punto di vista dell'esercizio della miniera e della linea ferroviaria che la serve è assai utile che il trasporto del minerale possa farsi in grande quantità contemporaneamente abbreviando le operazioni di carico e scarico, la necessità di doppi binari, di un numero grande di locomotive e riducendo al minimo la complicazione del servizio di movimento della linea.

Ad eccezione di questo caso affatto particolare, si può notare come lo sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti non risulti oggi stia per divenire così importante quale potrebbe essere in relazione allo sviluppo ferroviario e a quello delle industrie elettriche in quel paese. Ho sentito più volte parole di ammirazione per noi che così piccoli (e così poveri) abbiamo ormai una rete elettrificata più estesa e un numero di locomotive molto maggiore.

Le ragioni per le quali lo sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti non è così rapido come potrebbe essere, secondo i costruttori di materiale elettrico sono le seguenti:

1) Le condizioni finanziarie delle Società ferroviarie americane, ad eccezione di poche, non sono oggi molto floride. La necessità di forti capitali quali occorrono per la elettrificazione aggraverebbe queste condizioni specie se venisse a verificarsi dopo la elettrificazione una riduzione di traffico.

Il caso della Chicago-Milwaukee e St. Paul non è stato sotto questo punto di vista incoraggiante.

2) Il carbone è abbondante e quasi ovunque è a buon mercato.

Le locomotive a vapore, dati i limiti di sagoma e di peso per asse molto più larghi che in altri Paesi, possono essere costruite di dimensioni e potenza tali da far fronte alle condizioni più severe di traffico.

3) Non è ancora bene chiarito il compito che le ferrovie dovranno avere nel futuro sviluppo degli Stati Uniti. Date le velocità, attualmente occorrono cinque giorni tra New York e St. Francisco o Seattle e la velocità commerciale è intorno a 30 km all'ora.

Ma dopo l'apertura del canale di Panama il traffico tra le due coste si compie con maggiore economia per via di mare e le ferrovie transcontinentali hanno visto diminuire notevolmente il traffico merci. Si aggiunga che le possibilità fino ad ora trascurate di sviluppare la navigazione interna possono in futuro costituire una nuova concorrenza al traffico ferroviario.

Ho avuto occasione anche di parlare con uno dei dirigenti una delle reti ferroviarie più prospere degli Stati Uniti e chiedergli le ragioni per le quali, nonostante il traffico intenso, la sua Società non pensava a elettrificare. Il mio interlocutore, appartenente alla categoria degli steam-man, di quelli cioè che guardano con una certa diffidenza alle complicazioni di impianto e di esercizio che la trazione elettrica porta inevitabilmente, mi rispose: — Io avevo intenzione di elettrificare parte della mia rete e a questo scopo chiamai i rappresentanti delle due maggiori nostre Società costruttrici di materiale elettrico affinché mi facessero le loro proposizioni. Vennero quelli di una Ditta e mi dimostrarono che il meglio che si convenisse sotto tutti gli aspetti alla mia rete era il sistema mono-trifase. Vennero quelli dell'altra Ditta e mi dimostrarono con non minore documentazione che la corrente continua a 3000 volt era la più conveniente al mio caso. Chiamai allora insieme i due contendenti e dissi loro che non potendo sapere chi dei due aveva ragione si mettessero d'accordo prima di tornare da me e che intanto avrei continuato a servirmi delle locomotive a vapore.

Nonostante che la questione del sistema non sia stata in America dibattuta così ampiamente sulla stampa tecnica come è stato da noi, perchè colà si rifugge dalle discussioni teoriche che possono creare confusione, per quanto si riferisce al sistema da adottare nella elettrificazione di ferrovie aventi i criteri di esercizio di quelle degli Stati Uniti i pareri sono ancora discordi. Sono invece concordi nel consigliare i 3000 volt a corrente continua per ferrovie nelle quali il peso dei treni non sia così elevato e il numero dei treni così ridotto come è negli Stati Uniti: è questo il caso delle elettrificazioni del Brasile, del Chile e del Messico, per parlare della sola America.

Nello stesso sistema monofase usato negli Stati Uniti non si è ancora giunti a unificare il criterio costruttivo delle locomotive. Ho già notato come nelle locomotive a corrente monofase siano impiegati sia motori monofasi a collettore come in Europa, sia motori trifasi, sia motori a corrente continua.

Secondo questo ultimo tipo oltre che le due locomotive



sperimentali di Ford, nelle quali questo geniale costruttore ha voluto realizzare idee personali in fatto di costruzioni ferroviarie, si sono costruite quelle che in questi tempi entrano in esercizio sulla New York- New Haven and Harford, la linea che in fatto di locomotori sperimentali credo possa vantare il primato. Si tratta di locomotive merci aventi a bordo un trasformatore statico, un gruppo rotativo sincro-dinamo e i motori a corrente continua. Non manca neppure un motore monofase a collettore per l'avviamento del gruppo sincro. La regolazione della velocità è ottenuta regolando la eccitazione della dinamo e quello del fattore di potenza regolando la eccitazione del sincro.

Gli stessi costruttori ammettono che queste locomotive sono complicate e che la manutenzione sarà piuttosto gravosa. Il loro impiego è giustificato dal fatto che la Società esercente ha tratto partito dalla necessità di ordinare nuove locomotive per risolvere contemporaneamente il problema del miglioramento del fattore di potenza che, per mancanza di spazio nelle sottostazioni, non poteva risolvere installando nuovo macchinario in queste.

La tendenza di complicare le locomotive adottando il sistema split-phase o il sincro-dinamo a bordo è molto discussa. L'Ing. Sprague, uno dei padri della trazione elettrica, mi diceva: Cercate di mettere sulle vostre locomotive il minimo possibile e nulla più dei motori di trazione.

D'altra parte, data la tendenza delle Società ferroviarie americane, e in particolare di quelle che servono miniere, di concentrare in pochissimi treni pesantissimi tutto il traffico della linea, al quale criterio corrisponde una forte economia di esercizio, il problema di esercitare con la trazione elettrica tali linee viene ridotto a quello di una trasmissione di energia a distanza all'unico treno che in quell'istante percorre a piccola velocità il tratto elettrificato. La trasmissione della energia risulta tanto più economica quanto più il potenziale è elevato. Si parla infatti di portare a 22.000 volt la tensione al filo di contatto.

Dato che nelle sottostazioni si vuole fare a meno di personale, parte degli apparecchi che normalmente vengono collocati nelle sottostazioni e che avrebbero bisogno di sorveglianza, vengono invece installati sui locomotori sotto la sorveglianza del personale di condotta.

I criteri di esercizio ferroviario in America portano ad avere un numero di locomotori per km di linea elettrificato molto inferiore a quello che si ha da noi. Ne viene di conseguenza che le spese di manutenzione dei locomotori rispetto a quelle della linea di contatto e delle sottostazioni è inferiore negli impianti degli Stati Uniti che non in quelli europei.

Per queste ragioni, mentre senza dubbio non sarebbe conveniente negli impianti europei installare su molti locomotori una parte del macchinario che può essere lasciato in poche sottostazioni, per gli impianti di trazione elettrica degli Stati Uniti questa convenienza vi può essere e la maggiore complicazione in pochi locomotori può portare a una forte economia nella installazione e nell'esercizio delle linee di contatto e delle sottostazioni.

\*

Concludendo questa mia esposizione di impressioni avute sulle elettrificazioni negli Stati Uniti credo si possa mettere in evidenza come la trazione elettrica in America abbia avuto e forse potrà avere applicazioni solo dove condizioni anormali di traffico o condizioni locali speciali ne rendono indispensabile la sostituzione a quella a vapore.

Il problema della elettrificazione generale o quasi delle ferrovie, come è ormai prospettato in molti Stati di Europa, non è, nè credo sarà per molto tempo, prospettato negli Stati Uniti.

La standardizzazione degli impianti e in particolare delle locomotive non è ancora intravista.

Nonostante non esistano ancora idee concordi in fatto di elettrificazione è tuttavia assai grande il progresso pratico realizzato nella costruzione del macchinario di trazione negli Stati Uniti e a noi, che siamo impegnati a fondo nella elettrificazione delle ferrovie, molto giovamento può venire seguendo il progresso e le idee colà sviluppate in questo campo.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## □ CONSIDERAZIONI SULLA POSSIBILITÀ DELLA TRAZIONE ELETTRICA CON ACCUMULATORI □ □ □ □ □ □ □

L. VENTRELLA



Comunicazione tenuta alla Sezione di Torino  
il 4 giugno 1926

(Continuazione e fine, v. N. 2, pag. 34).

### b) Servizio passeggeri con treni omnibus ed accelerati.

Per questo genere di servizio vengono richieste delle velocità di regime di 50÷60 km. e delle accelerazioni medie di avviamento abbastanza alte (0,2 m/sec.<sup>2</sup>) affinché la velocità commerciale risulti abbastanza elevata ad onta delle frequenti fermate.

Questo servizio è quello che allo stato attuale della tecnica ferroviaria richiede maggiormente l'elettrificazione; la necessità di forti avviamenti che non si possono ottenere con la trazione a vapore e la desiderata suddivisione del traffico specialmente su linee poco caricate, fece rivolgere l'attenzione dei tecnici ferroviari alle automotrici. Di queste furono applicate quelle Diesel-elettriche e quelle ad accumulatori, le prime furono abbandonate causa la forte spesa di manutenzione; ora se ne ritenta l'applicazione dopo i perfezionamenti che hanno avuto i motori a combustione interna, le seconde, almeno in Germania, hanno avuto una notevole diffusione e si sono dimostrate in 20 anni di esercizio economicamente e tecnicamente adatte.

Dall'esame dei diagrammi allegati si vede come per raggiungere una velocità alla potenza normale in pianura e rettilineo di 50 km/ora siano necessari i seguenti rapporti di peso:

per il tipo a sup.	$Pb : Pt. = 0,33$
» » » a pasta o Fe Ni	» = 0,21
» » » Pouchain	» = 0,076

Controllando questi risultati in relazione alle condizioni di avviamento per una velocità finale di 50 km/ora si vede come con questi rapporti si ottengano acc. medie di avviamento troppo basse per questo tipo di trazione.

Per ottenere un'accelerazione media di 0,2 m/sec.<sup>2</sup> bisognerà elevare questo rapporto a

0,21 per il Tipo Pouchain e Fe Ni

0,33 per il tipo a piombo a pasta, mentre per il tipo a superficie, non essendo conveniente elevare il rapporto oltre 0,33, si otterrà una accelerazione media di avviamento di soli 0,1 m/sec.<sup>2</sup>.

Dal diagramma 2 risulta che, per uno sforzo medio di trazione di 6 kg/tonn. si hanno i seguenti raggi di azione:

per il tipo a sup.	ca. 130 km.
» » » al Fe Ni	» 160 »
» » » a pasta	» 430 »
» » » Pouchain	» 530 »

Essendo ora che una di queste automotrici in servizio locale non ha normalmente una percorrenza superiore a 200 km., per i tipi più leggeri ci sarà la convenienza di aumentare la potenza per tonn. erogata all'avviamento e di ridurre così il rapporto  $Pb : Pt$ . Difatti per avere un raggio d'azione di 200 km. per il tipo a pasta basterebbe un rapporto 0,14, per il tipo Pouchain un rapporto 0,08. Aumentando, in previsione della diminuzione di capacità per la scarica più intensa, il primo a 0,17 il secondo a 0,11 si potranno prevedere condizioni di avviamento, di marcia normale e di utilizzazione sufficientemente buone.

Si potranno ritenere definitivi così i rapporti:

piombo sup.	$Pb : Pt = 0,33$
» pasta	$Pb : Pt = 0,17$
ferro-nichel	$Pb : Pt = 0,21$
Pouchain	$Pb : Pt = 0,11$

Dal diagramma 7 si vede come con questi rapporti di pesi si potranno superare pendenze del 10‰ con velocità di circa 40 km/ora per tutti i tipi di accumulatori.

Facendo ora il caso tipico di un automotrice ferroviaria del tipo ormai normalizzato delle ferrovie dello Stato prussiano, si vede come per un peso senza batteria, di 50 tonn. sarà necessaria una batteria di:

25 tonn.	se di acc. a piombo a sup.
15 » » » »	al Fe Ni
10 » » » »	a piombo a pasta
6,2 » » » »	Pouchain

Viste ora le possibilità tecniche di effettuare un tale servizio ed i pesi di batteria necessari nei diversi casi per avere condizioni approssimativamente uguali, si tratterà di paragonare economicamente i diversi tipi di accumulatori, confrontando le spese che si avranno nei diversi casi per vett./km.

Queste spese, logicamente approssimate, si possono raggruppare come segue:

1) *Spese per il personale* per la condotta e pulizia della vettura che si possono ritenere costanti per i diversi tipi di automotrici.

2) *Spesa per il materiale* necessario alla lubrificazione, pulizia, riscaldamento, ecc. delle vetture sarà pure un tanto fisso per vett.-km.

3) *Spesa per manutenzione ed ammortamento* della parte elettrica e meccanica della vettura, che sarà proporzionale al peso di questa ed alla percorrenza, trascurando la diminuzione di peso che si ha con i tipi più leggeri, potrà venire considerato costante per i diversi tipi.

4) *Spesa per l'energia*.

Se  $Z$  è lo sforzo medio di trazione alla ruota;

$P_t$  il peso totale dell'automotrice;

$\eta_b$  il rendimento in energia della batteria;

$\eta_t$  il rendimento totale tra i morsetti della batt. e la ruota che risultò del 0,80;

$p$  il prezzo in L./kWh dell'energia alla stazione di carica sotto forma di corrente continua, che si può porre 0,15 L./kWh.

La spesa dell'energia per vett.-km. sarà:

$$\frac{P_t Z \cdot p}{364 \cdot \eta_c \cdot \eta_t} \text{ L/vett.km.}$$

5) *Manutenzione della batteria*.

Se  $P_b$  è il peso della batteria in tonn.;

$C_b$  è il costo della stessa per tonn.;

$h$  il numero delle scariche garantite;

$S$  il raggio di azione;

La spesa per la manutenzione della batteria si può porre:

$$\frac{P_b \cdot C_b}{h \cdot S} \text{ L/vett km.}$$

6) *Gli interessi del capitale immobilizzato nella batteria*, ponendo 0,06 il tasso annuo d'interesse, saranno

$$\frac{P_b \cdot C_b \cdot 0,06}{365 \cdot 0,7 \cdot S} \text{ L/vett.km.}$$

dove il coefficiente 0,7 fu posto per tener conto dei giorni in cui la vettura sarà fuori servizio per pulizia e manutenzione.

7) *Interessi della parte elettrica e meccanica*.

Se  $C_{em}$  è il costo in Lire di queste parti, sarà

$$\frac{C_{em} \cdot 0,06}{0,7 \cdot 365 \cdot S} \text{ L/vett.km.}$$

Le spese di esercizio dipendenti dal tipo di vettura adottato si potranno così ritenere uguali approssimativamente a:

$$C = \frac{P_t \cdot Z \cdot p}{367 \cdot \eta_b \cdot \eta_t} + \frac{P_b \cdot C_b}{S} \left( \frac{0,06}{0,7 \cdot 365} + \frac{1}{h} \right) + \frac{C_{em} \cdot 0,06}{0,7 \cdot 365 \cdot S} \text{ L/vett.km.}$$

Sostituendo ora ad  $S$  il suo valore

$$S = \frac{P_b}{P_t} \cdot \frac{K_e}{Z} \cdot \eta_t \cdot 367 \text{ km.}$$

si ha

$$C = \frac{P_t \cdot Z}{367 \cdot \eta_t} \left[ \frac{p}{\eta_b} + \frac{C_b}{K_e} \left( \frac{0,06}{0,7 \cdot 365} + \frac{1}{h} \right) + \frac{0,6 \cdot C_{em}}{0,7 \cdot 365 \cdot K_e \cdot P_b} \right] \text{ L/vett.km.}$$

Per il tipo di automotrice, preso come esempio, si ha:

$\eta_t = 0,80$  e  $C_{em}$  risulta di ca 480.000 Lire; si può inoltre porre  $p = 0,15$  L./kWh e  $Z = 5$  kg./tonn. considerandosi una linea ad andamento facile; con queste premesse l'equazione si trasforma:

$$C = \frac{P_t}{59} \left[ \frac{0,15}{\eta_b} + \frac{C_b}{K_e} \left( \frac{0,236}{1000} + \frac{1}{h} \right) + \frac{113}{K_e \cdot P_b} \right] \text{ L/vett.km.}$$

Per i diversi tipi di accumulatori si ha:

*Piombo a superficie.*

$P_t = 75$  tonn.;  $\eta_b = 0,7$ ;  $C_b = 10,200$  L./tonn  $K_e = 8$  kWh/tonn  $h = 2500$ ;  $P_b = 25$  tonn.

$$C = 1,27 (0,214 + 0,81 + 0,57) = 2,02 \text{ Lire per vett.-km.}$$

*Piombo a pasta.*

$P_t = 60$  tonn.;  $\eta_b = 0,7$ ;  $C_b = 12,500$  L./tonn.;  $K_e = 30$  kWh/tonn  $h = 350$ ;  $P_b = 10$  tonn.

$$C = 1,02 (9,214 + 1,235 + 0,376) = 1,91 \text{ Lire per vett.-km.}$$

*Ferro Nichel.*

$P_t = 65$  tonn  $\eta_b = 0,45$ ;  $C_b = 35.000$  Lire/tonn  $K_e = 16$  kWh/tonn  $h = 2500$ ;  $P_b = 15$  tonn.

$$C = 1,1 (0,334 + 1,39 + 0,473) = 2,42 \text{ Lire per vett./km.}$$

*Pouchain.*

$P_t = 56,2$  tonn;  $\eta_b = 0,75$ ;  $C_b = 13,700$  L./tonn  $K_e = 55$  tonn kWh  $h = 700$ ;  $P_b = 6,2$  tonn.

$$C = 0,955 (0,2 + 0,415 + 0,334) = 0,905 \text{ Lire/vett.km.}$$

La somma dei due primi termini tra parentesi rappresenta il costo del kWh reso dalla batteria, che in questo genere di trazione comprende anche la spesa per interessi e manutenzione della batteria per kWh. A queste spese variabili col tipo di accumulatore bisognerà aggiungere la spesa costante per vettura chilometro per condotta, ecc. Da uno studio comparativo di G. Wechmann tra questo genere di trazione e la trazione a vapore, pubblicato sulla Verkehrs-technische-Woche queste spese, ponendo 1 marco = 6 lire, sarebbero:

Riscaldamento ed illuminazione .....	0,46 L/ vett.km.
Pulizia e manutenzione delle vetture .....	0,50 id.
Ammortamento della vettura .....	0,246 id.
Personale per la condotta .....	0,407 id.

Il servizio a vapore, fatto con una locomotiva T. S. delle F.S. prussiane veniva invece a costare per treno chilometro:

Spese per combustibile, acqua, olio .....	2,56 L/ treno km.
Illuminazione .....	0,036 id.
Pulizia e manutenzione .....	0,88 id.
Interessi al 6% .....	0,374 id.
Per il personale .....	0,72 id.

Nella seguente tabella si possono così paragonare le diverse spese per vett/km coi diversi sistemi:

	Pb-sup.	Pb pasta	Fe Ni	Pouch.	Vapore
Spesa per l'energia (2).	1,30	1,53	1,90	0,585	2,56
Interessi al 6% .....	0,72	0,38	0,52	0,32	0,374
Pulizia e manutenz. ...	0,50	0,50	0,50	0,50	0,88
Illuminaz. e riscaldam.	0,46	0,46	0,46	0,46	0,36
Condotta .....	0,407	0,407	0,407	0,407	0,72
Ammortam. vettura (3).	0,246	0,246	0,246	0,246	(1)
	3,633	3,523	4,033	2,518	5,470
In % della spesa che si ha con la traz. a vap.	80 %	77,50%	89 %	55 %	100 %

(1) Non si tenne conto dell'ammortamento della locomotiva a vapore perchè già ammortizzata.

(2) Per le automotrici ad acc. è compresa la spesa per manutenzione ed interessi della batteria.

(3) Parte elettrica 20 anni, parte meccanica 25 anni.

I valori del costo per i tipi a piombo corrispondono abbastanza bene alle spese che risultarono nella pratica, di fatti:

3 Automotrici del compartimento di Eberfeld su 95.704 km. percorsi in un anno con un raggio d'azione di 100 km. costarono 4.30 Lire/vett. km., pagando il kWh a 1.05 lire, e con un consumo di circa 1 kWh per vett. km. pagando invece il kWh a 0,15 come abbiamo supposto la spesa sarebbe stata di 3,50 L./vett. chilometro.

3 automotrici del compartimento di Danzica su 83.321 km percorsi in un anno, con un raggio d'azione di 100 km. costarono 4,37 L./vett. km. pagando il kWh a 1,20 lire in modo che con un costo invece di 0,15 L./kWh la spesa si ridurrebbe a circa 3,30 L./vett. km.

2 automotrici pure di Danzica che percorsero in un anno 90.803 km., pagando il kWh 0,64 lire costarono 3,48 lire per vett. km. con un raggio d'azione di 130 km.

3 automotrici del compartimento di Bromberg avendo percorso in un anno 64.907 km. con un raggio d'azione di 180 km. portarono ad un spesa di 2,76 L./vett. km. pagando il kWh 0,77 lire.

Da questi dati si vede come il procedimento di calcolo seguito, portando quell'approssimazione necessariamente relativa che si ha in ogni calcolo economico, dà dei valori di costo prudenti, che nelle spese effettive che si ebbero in pratica non furono mai superate.

Si può così affermare che con qualsiasi tipo di accumulatori venga sostituita la trazione a vapore, su ferrovie secondarie con automotrici il costo per treno km. dell'esercizio verrà notevolmente ridotto dal 10 % che si avrebbe con l'accumulatore al ferro-nichel al 45 % che si otterrebbe col tipo Pouchain.

Questi risultati economicamente favorevoli, che si ottennero in Germania in quasi 20 anni di esercizio pagando anche 1,20 il kWh, visti anche i notevolissimi vantaggi tecnici che così si ottengono, fecero sì che si tendesse ad estendere ancora questo tipo di trazione e difatti nell'ottobre del 1924 se ne fecero i primi esperimenti che riuscirono oltremodo soddisfacenti, con automotrici aventi raggi d'azione di 400 km., per entrare in servizio nelle linee principali abbandonando così il carattere secondario e quasi interurbano che avevano sinora.

Si vede così l'importanza che avrebbe da noi l'applicazione di questo sistema per la notevole estensione che hanno le linee secondarie, e la grande economia che si avrebbe adottando il tipo Pouchain che ridurrebbe a metà circa la spesa per treno chilometro.

Migliorerebbe inoltre moltissimo il servizio, offrendo la possibilità di sostituire a treni radi e pesanti un servizio frequente e celere di automotrici ad accelerazioni alte di avviamento aumentando così il traffico sulle linee secondarie e riducendo notevolmente il consumo di carbone sulle Ferrovie.

#### C - Trazione passeggeri con treni diretti.

Dall'esame dei diagrammi si vede come un servizio come questo che richiede velocità sui 100 km/ora non possa venir effettuato coi tipi di accumulatori che offre oggi il mercato.

Si tratterà di paragonare la prestazione e le condizioni di avviamento che si avrebbero con un locomotore ad acc. Pouchain con quello che si ottengono con una locomotiva a vapore per treni diretti.

Consideriamo una locomotiva a vapore di 110 tonn. totali a due soli assi accoppiati data l'alta velocità. Lo sforzo massimo di trazione, compatibile con l'aderenza per la locomotiva a vapore è di 5500 kg. Calcolando la resistenza al moto per i

veicoli con la formula  $Z_1 = 1,6 + 0,456 V - \frac{V+10}{1009}$  kg/tonn. e per la locom.  $Z_2 = 3,93 + 0,033 V + 0,00049 V^2$  kg/tonn. si ottiene la seguente tabella di prestazione:

Velocità .....	55	65	75	85	95	Km/ora
Sforzo di trazione ...	5045	5000	4572	4250	4200	Kg.
Carichi rimorch.: ..						
0 ‰ .....	1300	1075	800	590	475	} tonn.
10 ‰ .....	244	224	178	140	120	
20 ‰ .....	96	88	64	45	35	

Tonnellate queste che non saranno effettivamente rimorchiabili, perchè il treno non potrebbe avviarsi, bisognerà ridurre a 290 le tonn. per ottenere un avviamento compatibile come risulta dalla seguente tabella di avviamento (Tajani - Trattato moderno, ecc.).

V = 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
V <sub>m</sub>	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
F	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5500	5257	4869	4842
R	931	1028	1144	1384	1512	1758	2011	2328	2670	3034
F - R	4569	4472	4356	4116	3988	3742	3489	2937	2199	1809
W	11,4	11,2	10,9	10,3	10,0	9,4	8,7	7,3	5,5	4,5
γ	0,112	0,110	0,107	0,101	0,098	0,092	0,085	0,072	0,054	0,044
t	25	26	26	29	29	31	33	39	52	63
Σ t	25	51	77	105	134	165	198	237	282	342
s	35	107	183	272	360	468	598	822	1236	1689
Σ s	35	142	325	597	957	1425	2023	2845	4081	5770

Dalla quale si vede come anche col peso ridotto a 290 si ottiene un avviamento abbastanza lento, ma che non influisce molto sul tempo impiegato in totale perchè si tratta di una locomotiva da treni diretti con poche fermate.

Con un locomotore ad accumulatori si otterrebbe la seguente tabella di prestazione:

Velocità .....	55	65	75	85	95	Km/ora
Sforzi di trazione ....	6100	5150	4450	3920	3500	kg.
Carichi rimorch.: ..						
0 ‰ .....	1630	1120	770	530	360	} tonn.
10 ‰ .....	320	234	170	118	76	
20 ‰ .....	140	94	59	32	9	

Nella quale si è elevato a 6600 lo sforzo massimo come compete ad un locomotore e si è ammesso di scaricare la batteria in ragione di 15,5 kW/tonn.

Bisognerà inoltre controllare il tempo di avviamento per un carico rimorchiato di 290 tonn.

V = 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
V <sub>m</sub>	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
F	6600	6600	6600	6600	6600	6100	5150	4450	3920	3500
R	931	1028	1144	1384	1512	1758	2011	2320	2670	3034
F - R	5669	5572	5456	5216	5088	4342	3139	2130	1250	466
W	14,2	13,9	13,7	13	12,7	10,9	7,85	5,35	3,14	1,17
γ	0,14	0,136	0,134	0,128	0,125	0,107	0,077	0,0525	0,0308	0,0115
t	20	20	21	22	22	26	36	53	90	240
Σ t	20	40	61	83	105	131	167	220	310	550
s	28	84	146	214	275	396	650	1100	2120	6600
Σ s	28	112	258	472	747	1043	1693	2793	4913	10,513

Dove con F è indicato lo sforzo di trazione, R la resistenza al moto del convoglio, W lo sforzo acceleratore; γ l'accelerazione; t i tempi parziali ed s gli spazi percorsi per aumentare di 10 km/ora la velocità. Σ t il tempo totale e Σ s lo spazio totale in m impiegati per raggiungere quella data velocità.

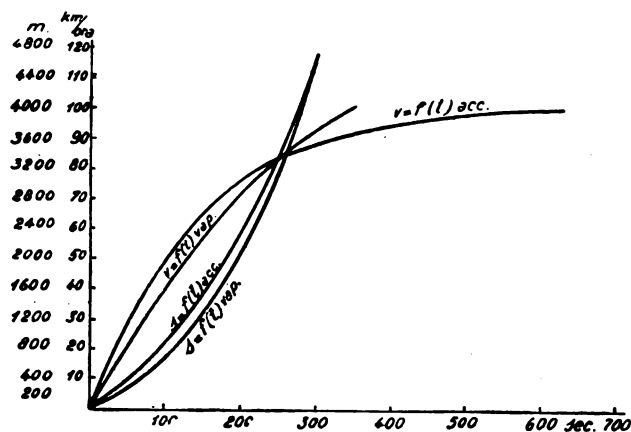


Diagramma 8.

Nel primo caso, ossia con la trazione a vapore, come si vede dal diagramma (8) che rappresenta la  $v = f(t)$  e la  $s = f(t)$ , si ha un aumento più lento della velocità per valori inferiori ai 80 km/ora, mentre per valori alti di  $v$  la velocità di regime viene raggiunta più rapidamente con la trazione a vapore che con la trazione ad acc.

Il perditempo maggiore che si ha con quest'ultima non è però di grande entità, per esempio per una velocità finale di 100 km/ora con la trazione a vapore si ha un perditempo di 132 sec. con la trazione ad acc. sarebbe invece di 170 sec. ossia 38 sec. di più, il che non ha molta importanza trattandosi di treni diretti con poche fermate.

Dalle due tabelle di prestazione si vede come per alte ve-

locità la prestazione del locomotore ad acc. è inferiore di quella di una locomotiva a vapore, per velocità inferiori è invece superiore. Così p. e. ammettendosi un carico rimorchiato di 290 tonn. col locomotore ad acc. si potrà superare una pendenza del 10 per mille a 60 km/ora, cosa che non si potrebbe ottenere dalla locomotiva a vapore corrispondente, diminuendo invece il carico rimorchiato a 170 tonn., con tutti e due i sistemi si potrà superare una salita del 10 per mille a 75 km/ora; riducendolo ancora a 120 tonn., con la trazione a vapore si potrà superare il 10 per mille a 95 km/ora, con quella ad acc., se non si vuole aumentare il regime di scarica, a 82 km/ora, mentre con questo carico con quest'ultimo sistema si potrà superare una pendenza del 20 per mille a 60 km/ora mentre la locomotiva a vapore bisognerebbe superarla a velocità molto più ridotta.

Si può così affermare che con un locomotore ad accumulatori Pouchain si potrebbe ottenere una prestazione quasi identica a quella che si otterrebbe con una locomotiva a vapore avente lo stesso peso.

Ponendosi così un peso totale di 400 tonn. ed un peso di batteria di 55 tonn., su una linea con uno sforzo di trazione abbastanza alto (9 kg/tonn.) si otterrebbe ancora un'utilizzazione alta del locomotore essendo il suo raggio d'azione di 280 km.

#### IV. - Il ricupero dell'energia con la trazione ad accumulatori.

Il fatto che il motore elettrico può funzionare come generatrice di energia ad alto rendimento, quando venga applicata una coppia motrice esterna, fa sì che nelle discese e negli arresti si possa recuperare una parte dell'energia spesa nelle salite e negli avviamenti.

Nella trazione a presa mobile di corrente non sempre la energia recuperata, restituita alla linea di alimentazione, trova una utilizzazione immediata e deve allora venir dissipata in reostati che creino dei carichi artificiali. Con questi sistemi di trazione il vantaggio principale sta nella velocità uniforme in discesa e nel risparmio che si ha col minor consumo dei ceppi, cerchioni e rotaie. Oltre a ciò con questi sistemi, specialmente su linee poco caricate, il ricupero porta ad una diminuzione del consumo medio di energia mentre il consumo massimo rimane invariato, ne consegue così una diminuzione del coefficiente di utilizzazione dell'impianto fisso con una diminuzione del rendimento e per le linee a corrente alternata del  $\cos \varphi$  complessivo.

Il ricupero, tranne che nel caso del sistema trifase, verrà fatto con dispositivi speciali che importeranno una spesa sia di primo acquisto come di manutenzione, così un aumento del peso delle locomotive. Per es. per il sistema monofase in Svizzera sulla Rätischen Bahn, linea con lunghi tratti con pendenza sul 35 ÷ 45 per mille fu applicato il ricupero a tre locomotori che importò una spesa di 113.500 franchi svizzeri; il peso di ciascun locomotore subì un aumento di 2400 kg e si recuperarono 116.000 kWh all'anno, in modo da non risultare un notevole vantaggio economico di fronte al solito sistema di frenamento elettrico (E. T. Z., 1925, n. 1).

Nella trazione elettrica con accumulatori invece il ricupero è doppiamente utile, in primo luogo il minor consumo di energia che si avrà lungo un tracciato, ossia il minor sforzo medio di trazione che si avrà col ricupero aumenterà il raggio d'azione dell'automotrice, diminuendone le spese per vettura-chilometro; in secondo luogo l'energia recuperata verrà completamente utilizzata in modo da aver una corrispondente minor spesa di energia alla stazione di carica.

Con la trazione ad accumulatori, come vedremo in seguito, il sistema di ricupero che si adotta normalmente non importa nessuna maggior spesa né maggior peso nella parte elettrica o meccanica dell'automotrice, in modo che sussisterà sempre la convenienza di effettuarlo anche su linee a pendenze non molto forti e nelle fermate, nelle quali l'energia recuperata, di non grande entità, non remunererebbe gli inconvenienti e la spesa maggiore che si hanno con gli altri sistemi, specialmente su linee poco caricate.

Permarrà l'unico svantaggio comune a tutti i sistemi; cioè quello di dover avere dei motori da trazione di maggior potenza, per il fatto che mentre, senza ricupero nelle discese e negli arresti, il motore non lavora ed ha tempo di raffreddarsi, col ricupero il motore lavora quasi sempre o come motore, o come generatore in modo che riscalda di più.

*Energia recuperabile.*

##### A) Nelle discese.

Un tracciato ferroviario comprenderà dei tratti con pendenza 0 per mille per  $I_p$  chilometri, dei tratti in salita con pendenza  $s$  per mille per  $I_s$  chilometri dei tratti in discesa per  $I_d$  km con pendenza  $s_d$  per mille.

Il consumo di energia per questa linea di:

$$I = \sum I_p + \sum I_s + \sum I_d$$

chilometri, sarà la somma dei consumi di energia per i singoli tratti:

*in pianura:*

se  $z_0$  è lo sforzo di trazione necessario a vincere le resistenze permanenti ossia eguale a circa  $2,3 + \frac{v^3}{1000}$  kg per tonn.;

se  $\eta_t$  è il rendimento tra i morsetti della batteria e la periferia della ruota; il consumo di energia in pianura, in rettilineo e con moto uniforme in wattora per tonn. sarà:

$$wp = \frac{1}{\eta_t} \cdot \frac{9,81 \cdot 1000}{3600} \cdot z_0 I_p = 2,72 \frac{z_0 \cdot I_p}{\eta_t}$$

wh tonn.

*in salita:*

se  $z_s$  è lo sforzo di trazione nella salita di  $I_s$  km, si ha per tutti i tratti in salita un consumo di energia:

$$ws = 2,72 \frac{1}{\eta_t} (z_{s1} \cdot I_{s1} + z_{s2} \cdot I_{s2} + z_{s3} \cdot I_{s3} + \dots)$$

e sostituendo per  $z_s$  il suo valore approssimato

$$z_s = z_0 + s_s$$

$$ws = \frac{2,72}{\eta_t} (z_0 \cdot \sum I_s + s_{s1} I_{s1} + s_{s2} I_{s2} + s_{s3} I_{s3} + \dots)$$

ed essendo  $I_s \cdot s_s = h_s$ , ossia il dislivello superato nella salita si ottiene:

$$ws = \frac{2,72}{\eta_t} (z_0 \cdot \sum I_s + \sum h_s) \text{ Wh tonn.}$$

*in discesa:*

Nella discesa bisognerà distinguere due casi secondo che la pendenza è maggiore o minore del  $z_0$  per mille:

a) *pendenza in discesa inferiore al  $z_0$  per mille:*

se  $s_{d1}$  è la pendenza  $I_{d1}$  i chilometri in discesa, lo sforzo di trazione da fornirsi dai motori sarà  $z_{d1} = (z_0 - s_{d1})$  kg-tonn., ed il consumo di energia:

$$w_{d1} = \frac{2,72}{\eta_t} (z_{d1} \cdot I_{d1} + z'_{d1} \cdot I'_{d1} + z''_{d1} \cdot I''_{d1} + \dots) =$$

$$w_{d1} = \frac{2,72}{\eta_t} (z_0 \cdot \sum I_{d1} - \sum h_{d1}) \text{ Wh/tonn.}$$

b) *pendenza in discesa maggiore del  $z_0$  per mille:*

se  $s_{d2}$  e  $I_{d2}$  hanno in questo caso lo stesso significato come sopra, sarà col ricupero:

$$w_{d2} = - \eta_t \cdot 2,72 (\sum h_{d2} - z_0 \cdot \sum I_{d2}) \text{ watt ora per tonn.}$$

senza ricupero sarà logicamente:

$$w_{d2} = 0$$

L'energia occorrente in totale sarà:

$Wt = wp + ws + w_{d1} + \eta_1 \cdot w_{d2}$ , dove  $\eta_1$  è il rendimento in energia della batteria, ossia:

$$Wt = \frac{2,75}{\eta_t} z_0 (\sum I_p + \sum I_s + \sum I_{d1} + \eta_1 \cdot \eta_t^2 \sum I_{d2}) + \frac{2,72}{\eta_t} (\sum h_s - \sum h_{d1} - \eta_1 \cdot \eta_t^2 \sum h_{d2}) \text{ Wh/tonn.}$$

$$(1.) \sum I_p + \sum I_s + \sum I_{d1} = I - \sum I_{d2} \text{ e } (2.) \sum h_s - \sum h_{d1} = H + \sum h_{d2}$$

dove  $H$  è il dislivello tra le stazioni capolinea.

Sostituendo la (1) e la (2) nell'equazione di  $Wt$  si ha :

$$Wt = \frac{2,72}{\eta t} z_0 (1 - \sum I_{d2} + \eta_1 \eta_t^2 \sum I_{d2}) + \frac{2,72}{\eta t} (H + \sum h_{d2} - \eta_1 \eta_t^2 \sum h_{d2}) =$$

$$Wt = \frac{2,72}{\eta t} [z_0 I + H + (1 - \eta_1 \cdot \eta_t^2) (\sum h_{d2} - z_0 \cdot \sum I_{d2})] \text{ Wh/tonn.}$$

Senza ricupero si avrà :

$$Wt = \frac{2,72}{\eta t} (z_0 \cdot I + H + (\sum h_{d2} - z_0 \cdot \sum I_{d2}) \text{ Wh tonn.}$$

Il risparmio di energia col ricupero è dato da :

$$Wr = 2,72 \eta_1 \cdot \eta_t (\sum h_{d2} - z_0 \sum I_{d2}) \text{ Wh/tonn.}$$

Si vede come  $Wr$  dipende dal rendimento della motrice  $\eta_t$  e dal rendimento della batteria  $\eta_1$ , da ciò la convenienza di tener alti questi due rendimenti, risulterà perciò più conveniente il ricupero con una automotrice equipaggiata ad accumulatori a piombo, che non con una col tipo al ferro-nichel.

Essendo ora lo sforzo medio di trazione eguale a :

$$\bar{z} = \eta_t \cdot \frac{Wt}{1,272} \text{ kg-tonnellate.}$$

Si avrà col ricupero :

$$z_r = z_0 + \frac{H}{I} + \frac{1 - \eta_t^2 \eta_1}{I} (\sum h_{d2} - z_0 \sum I_{d2}) \text{ kg/tonn.}$$

senza ricupero :

$$\bar{z}_s = z_0 + \frac{H}{I} + \frac{1}{I} (\sum h_{d2} - z_0 \sum I_{d2}) \text{ kg/tonn.}$$

Questi saranno i valori per lo sforzo medio di trazione da sostituirsi nelle formule che danno il raggio d'azione.

B) nelle fermate.

L'energia spesa nell'avviamento di un treno perchè raggiunga la velocità finale di  $v$  km-ora è data in wattora per tonnellate da :

$$w_a = \frac{2,72}{\eta t} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot 3,6^2} ,$$

dell'energia recuperata nel frenamento si potrà usufruire :

$$w_a' = 2,72 \cdot \eta_t \cdot \eta_1 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot 3,6^2} \text{ Wh/tonn.}$$

che sarà l'energia recuperabile.

Per ogni fermata e successivo avviamento il consumo di energia si riduce così a :

$$w_a'' = w_a - w_a' = \frac{2,72}{\eta t} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot 3,6^2} (1 - \eta_1 \cdot \eta_t^2) = (1 - \eta_1 \cdot \eta_t^2) w_a$$

Così nell'avviamento senza ricupero si ha uno sforzo medio di trazione di :

$$z_a = \frac{n}{I} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g \cdot 3,6^2}$$

kg per tonn., dove  $n$  è il numero delle fermate sul  $I$  chilometri, ossia  $n : I$  sono le fermate per chilometro.

Col ricupero lo sforzo medio di trazione si riduce, analogamente al consumo di energia, a :

$$\bar{z}_{ar} = (1 - \eta_1 \eta_t^2) \bar{z}_a \text{ kg per tonn.}$$

Si tratterà ora di vedere come si potrà realizzare il ricupero della energia con la trazione con accumulatori.

Per avere il ricupero automatico bisogna che, quando la velocità della vettura supera il valore massimo concesso da quella data posizione del controller, la f. c. e. m. sviluppata dal motore superi la f. e. m. applicata, in modo che nel circuito

si inverta la direzione della corrente e rimanendo costante la direzione del flusso, la coppia motrice  $C = K I \Phi$  cambi segno, ossia da motrice diventi resistente.

Il sistema più semplice è quello di avere i motori da trazione ad eccitazione indipendente, cosa che con la trazione ad accumulatori si ottiene senza nessuna complicazione, eccitando i motori con alcuni elementi della batteria.

Essendo però che il motore ad eccitazione indipendente ha la caratteristica meccanica a velocità quasi costante, per evitare richieste troppo forti di corrente che sono particolarmente dannose per gli accumulatori, bisognerà suddividere il controller in un numero molto maggiore di posizioni che nel caso del motore in serie. Ciò si può ottenere dividendo la batteria in diversi gruppi e collegandola differentemente in serie o parallelo e regolando con reostati l'eccitazione, con ciò si ottiene un maggior numero di velocità economiche ed un maggior rendimento nell'avviamento. Essendo che ad ogni posizione del controller compete una velocità determinata della vettura, se la velocità di questa è minore, la coppia sviluppata dal motore sarà motrice e la batteria erogherà corrente, se la velocità della vettura è maggiore la coppia sarà resistente e la corrente si invertirà caricando la batteria.

Si ottiene così il ricupero completo dell'energia sia delle discese che nelle fermate, riducendo il consumo totale di energia ed il consumo dei ceppi, dei cerchioni e delle rotaie.

Un fatto che a prima vista sembrerà strano, è che la trazione ad accumulatori risulterà più economica su linee con pendenze che su linee in pianura in confronto alla trazione a vapore; godendo così di uno dei privilegi della trazione a presa mobile di corrente.

Per vederlo facciamo un esempio :

Prendiamo la ferrovia Centrale Umbra, linea abbastanza accidentata, con pendenze del 20 per mille per oltre 6 km.

Su questa linea si hanno i seguenti sforzi medi di trazione :

con ricupero  $5,08 + 1,05 + 0,44 = 6,57 \text{ kg-tonn.}$

senza ricupero  $6,2 + 1,9 + 0,44 = 8,54 \text{ kg-tonn.}$

se ora questa stessa linea non avesse pendenze superiori al 4 per mille, lo sforzo medio di trazione sarebbe :

$$4 + 1,05 + 0,44 = 5,49 \text{ kg-tonn.}$$

Dove si è ammessa la convenienza di effettuare il ricupero nelle fermate.

Volendosi avere ora un'automotrice analoga a quella delle F. S. prussiane di un peso senza batteria di 50 tonn., per avere un raggio di azione di 270 km ossia energia sufficiente per percorrere due volte la linea sarà necessaria una batteria di 14 tonn. Si avrà così un peso totale di 64 tonn. ed un consumo medio di energia di :

$$\frac{2,72 \cdot 6,57 \cdot 64}{0,8} \text{ Wh/vettKm.} = 1,43 \text{ kWh vettKm.}$$

Con questo rapporto tra peso batteria e peso totale ammettendosi di scaricare nella salita una potenza del 50 per cento superiore alla normale, si avrebbe sul 20 per mille una velocità di 25 km-ora.

Se invece la linea fosse senza pendenze superiori al 4 per mille, per avere un raggio d'azione di 270 km, basterebbe una batteria di 10 tonn. con un peso totale di 60 tonn. si avrebbe così un consumo medio di :

$$\frac{2,72 \cdot 5,49 \cdot 60}{0,8} \text{ Wh-vett km} = 1,12 \text{ kWh-vett-km.}$$

Nel caso della trazione a vapore in piano si avrebbe uno sforzo medio di trazione di circa 5,5 kg-tonn. nella linea presa in considerazione invece di 8,54 kg-tonn.

Con la trazione con accumulatori passando dalla linea in pianura a quella con pendenze, il consumo dell'energia aumenta da :

$$1,12 \text{ kWh-tonn. a } 1,43 \text{ kWh-tonn.}$$

ossia diventa il 127 per cento.

Con la trazione a vapore, essendo il consumo di energia proporzionale circa allo sforzo medio di trazione, il consumo di energia con le pendenze sarà al 156 per cento di quello che si avrebbe in piano.

Ora in pianura il costo per vett., rispettivamente treno-chilometro risulta di :



	Acc.	Vapore
Per l'energia (comprese tutte le spese per la batteria) .....	1,53	2,56
Interessi al 6 % parte elettrica e meccanica .....	0,38	0,374
Pulizia e manutenzione " " .....	0,50	0,88
Illuminazione e riscaldamento .....	0,46	0,36
Condotta .....	0,407	0,72
Ammortamento parte elettrica e meccanica .....	0,245	—
	3,523	4,570
in % .....	77,5 %	100 %

Per la linea a pendenze, ammettendosi il consumo di combustibile, acqua, olio proporzionale all'energia necessaria sarà:

	Acc.	Vapore
Per energia .....	1,95	4,—
Interessi .....	0,38	0,374
Pulizia e manutenzione .....	0,50	0,88
Illuminazione e riscaldamento .....	0,46	0,36
Condotta .....	0,407	0,72
Ammortamento .....	0,246	—
	3,943	6,01
In % .....	65,5 %	100 %

Da dove si vede come su di una linea accidentata con pendenze abbastanza forti si ottiene una maggior economia di oltre il 10 per cento.

Si è posto inoltre per gli accumulatori a piombo un rendimento in energia soltanto del 0,7, mentre in pratica risulta di molto maggiore. Undici automotrici delle ferrovie dello Stato tedesco con una percorrenza totale di 334,735 km. in un anno! tre hanno dato un rendimento in energia, compresa l'energia necessaria alla manutenzione delle batterie, del 0,70 due del 0,78, tre del 0,80 e due del 0,87. Così pure il rendimento delle batterie delle automotrici del dipartimento di Maganza risultò del 76 per cento in energia, compresa l'energia necessaria per sovraccaricarli ogni otto giorni.

Si avranno così, sia per l'energia recuperabile, sia per la maggior economia che si ha su linee in pendenza, dei valori molto prudenti.

## v. - Applicazioni e risultati ottenuti.

Viste le possibilità di una trazione ferroviaria con i tipi di accumulatori che offre oggi il mercato e la risoluzione del problema col tipo Pouchain, si tratta di vedere quali applicazioni si sono fatte e quali risultati si sono ottenuti con questo genere di trazione.

In Italia purtroppo con questo tipo di trazione non si è avuto il successo che si ottenne con gli altri sistemi a presa mobile di corrente; dopo le due infelicitissime prove del 1903-1904 sulla Bologna-San Felice e sulla Milano-Monza, con vetture inadatte e batterie a superficie garantite per 400 scariche, questo sistema fu abbandonato. Nel dopoguerra, il forte aumento del costo dell'elettrificazione e le condizioni oltremodo penose in cui versavano le tramvie, fecero sì che se ne tentasse l'elettrificazione con questo sistema.

L'iniziativa va ad onore della Rognini e Balbo di Milano che ne fece l'applicazione a tre brevi linee tramviarie che partono da Lonigo con uno sviluppo di 23 km; successivamente il sistema, visti i buoni risultati che si ottennero venne esteso pure alla Verona-Caprinò-Garda di totali 45 km ed alla Udine-San Daniele di circa 30 km. I risultati furono oltremodo soddisfacenti, come conferma il Direttore dell'esercizio, Ing. Giacomelli ed il costo di esercizio si ridusse a metà di quello che si aveva con la trazione a vapore, ciò che permise di raddoppiare il numero delle corse giornaliere e di rendere la linea economicamente attiva da fortemente passiva come era prima.

Il servizio sulle linee che partono da Lonigo è fatto con automotrici, con 54 posti a sedere, di 9890 kg e con una batteria di 44 elementi a pasta Hensemberger della capacità di 800 Ah che conferisce ad esse un raggio d'azione di 150 ÷ 170 km. Due motori da 12 ÷ 15 HP conferiscono una velocità massima di 32 km-ora con un rimorchio (100 passeggeri per treno) o con un carro merci da 10 tonn. Alla velocità normale di 30 km-ora si è avuto sotto una tensione media di 88 volt, un consumo

medio di 104 amp., che corrisponde così a 305 wattora per vett.-km. e 30,5 watt-ora per tonn.-km. Sulle rampe dei ponti, con pendenza del 35 per mille, vennero assorbiti 270 amp. e le motrici vi fanno fronte a velocità ridotta senza presentare alcun inconveniente.

Il servizio completo di trazione ed officina fu assunto dalla Rognini e Balbo per 1,85 lire per vettura chilometro, nel quale prezzo sono comprese le seguenti spese:

manutenzione degli accumulatori, della parte elettrica e meccanica delle vetture, la spesa per il personale, assicurazioni ed interessi del capitale; in modo che l'amministrazione della provincia di Verona che gestisce la linea ha da aggiungere soltanto la spesa per l'energia elettrica e quella di direzione.

Le linee invece di Verona-Caprinò-Garda e Udine-San Daniele molto più accidentate con pendenze sino al 30 per mille, richiesero delle automotrici di maggior potenza, a due carrelli, avendosi delle curve di 30 metri di raggio, con quattro motori di una potenza complessiva di 80 HP alimentati da una batteria pure di acc. Hensemberger composta da 88 elementi di 800 Ah e che fornisce alla vettura un'autonomia di 175 ÷ 180 km.

La velocità massima è di 58 km-ora in pianura.

La vettura comprende 50 posti a sedere e 25 in piedi e può trainare una ed anche due vetture rimorchi della capacità di 50 ÷ 60 passeggeri, od un rimorchio ed un carro merci di dieci tonnellate; in questi casi la velocità diminuisce del 20 ÷ 30 % e il consumo aumenta del 18 ÷ 25 %.

Il costo dell'energia, che per gli accumulatori comprende anche la manutenzione e la sostituzione di questi, risulta di 1,20 lire per vett.-km in luogo del carbone ed olio che con la trazione a vapore veniva a costare oltre due lire per treno-chilometro.

In Austria al sistema con automotrici fu preferito quello con treni leggeri formati da due vetture motrici, due rimorchiate ed un tender con la batteria.

Le caratteristiche di questi treni sono:

Raggio d'azione: 70 km  
Velocità massima: 50 km-ora  
Peso totale vuoto: 80 tonn.  
Numero dei posti: { 176 a sedere  
                          138 in piedi

Numero posti: 314 in totale.

Peso batteria: 20 tonn. formata di 280 elementi, di 278 Ah per una scarica di due ore; tensione di esercizio 550 volt.

Tali treni vennero utilizzati su linee con pendenze inferiori al 4,75 % come la Salisburgo-Hallein.

In Francia la Paris-Lion-Méditerranée ha deciso di elettrificare con automotrici ad acc. le linee della Costa Azzurra.

L'applicazione più importante della trazione con acc. fu senza dubbio fatta in Germania.

La tendenza di sostituire a convogli lunghi e pesanti un servizio leggero di automotrici specialmente per il movimento locale in zone industriali molto popolate, spinse i tecnici ferroviari allo studio delle automotrici; furono scelte ed introdotte automotrici benzolo-elettriche, Diesel-elettriche e ad accumulatori; le uniche di queste che introdotte nel 1906-1907 si siano dimostrate convenienti sono quelle ad accumulatori. Gli altri due tipi se anche economici in quanto riguarda il consumo di combustibile (per esempio per l'automotrice a benzolo si ebbe un consumo di 600 grammi per vett.-chilometro) non ebbero successo, il macchinario di queste automotrici abbastanza complicato e delicato posto in gran parte in uno spazio ristretto sotto lo chassis della vettura, ne rendeva difficile ed onerosa la manutenzione, si ebbero così a lamentare molto spesso delle interruzioni di servizio.

Inizialmente le ferrovie dello Stato prussiano, ossia nel 1907 trasformarono per il servizio ad accumulatori cinque vetture normali a tre assi; su due di questi montarono dei motori tramviari da 25 ÷ 30 HP, avevano 60 posti a sedere e con una batteria posta sotto i sedili della vettura di 200 Ah raggiungevano una velocità di 45 km-ora ed un raggio d'azione di 60 chilometri. Subito dopo fu introdotto il tipo Wittfeld, che consta di una vettura doppia, ossia snodata in metà, per facilitare l'iscrizione alle curve, con alle due estremità due cofani coi coperchi sollevabili che contengono la batteria e che permettono una comoda manutenzione di questa, ed inoltre influiscono a diminuire la resistenza dell'aria al movimento.

Inizialmente ogni semi-unità aveva due assi, uno, quello posteriore motore e quello anteriore portante, in seguito per diminuire la pressione sull'asse portante, fu introdotto un se-

condo asse, pure sotto il cofano che porta la batteria in modo che la pressione non supera le 6 tonn. per asse portante e 13 tonn. sull'asse motore.

In seguito vennero introdotte, però in numero limitato, delle vetture triple ossia snodate in tre pezzi, di maggior capacità.

La batteria è composta di 168 elementi di accumulatori ad elettrodi di piombo in 12 cassette di legno da 14 elementi ciascuna; alla scarica gli elementi sono in serie con una tensione media di 310 volt, sollevando però il coperchio del cofano si possono scambiare i collegamenti della batteria ed usufruire di un'altra tensione di carica, la batteria è separata dal posto del manovratore da un diaframma a tenuta ermetica in modo che impedisce i vapori acidi che si sviluppano di penetrare nella vettura e così di recar danno alle parti metalliche di questa e di essere molesti ai passeggeri.

Le caratteristiche della batteria variano secondo che le automotrici sono doppie o triple e secondo il raggio d'azione e sono riassunte nello specchio seguente:

Raggio d'azione in km. Vetture		Piastr. pos. a		N° degli elementi	Capacità • Ah	Corrente per una scarica di due ore	Peso in Tonn.
doppie	triple	sup.	pasta				
130	—	sup.	—	168	443	221	20
165	—	—	pasta	168	550	275	19,5
180	110	sup.	—	168	562	281	25,5
250	180	—	pasta	168	790	395	23,5

Il numero delle vetture ora in esercizio e la distribuzione dei posti secondo le varie classi risulta la seguente:

VETTURE DOPPIE					VETTURE TRIPLE						
Numero dei posti					N° vet- ture	Numero dei posti					N° vet- ture
a sedere			in piedi	To- tale		a sedere			in piedi	To- tale	
2 <sup>a</sup> classe	3 <sup>a</sup> classe	4 <sup>a</sup> classe				2 <sup>a</sup> classe	3 <sup>a</sup> classe	4 <sup>a</sup> classe			
8	31 ÷ 38	54	8	101	28	16	38	104	8	166	2
—	46	54	8	108	97	—	46	113	8	167	2
16	74	—	8	98	1	16	38	48	8	110	4
—	100	—	8	108	13						
Vetture in totale.....					139	Vetture in totale.....					8

I motori sono gli usuali motori da trazione con eccitazione in serie in numero di due per vettura sviluppanti per le vetture doppie una potenza continua di 22 kW ed una potenza oraria di 60 kW e di un peso di 1600 kg; per le vetture triple di 40 kW continui e 66 orarii e di 1700 kg.

Il peso delle vetture risulta di:

per le vetture doppie 60 tonn. vuote e 70 coi passeggeri;

per le vetture triple 80 tonn. vuote e 95 coi passeggeri.

Velocità massima 60 km all'ora.

Freni: inizialmente soltanto a mano e ad aria compressa, in seguito fu introdotto il freno elettrico, in modo da ridurre lo spazio di frenamento da 200 a 100 metri per una velocità di 58 chilometri all'ora.

Riscaldamento per mezzo di compresse di carbone di legna. Illuminazione elettrica.

Il consumo di energia risultò, compresa la perdita per la batteria:

22,5 wattora per tonn.-chilometro con fermate distanti dieci chilometri;

24 wh per tonn.-chilometro con fermate distanti sette chilometri;

26,5 wh per tonn.-chilometro con fermate distanti sei chilometri.

Il costo per vettura-chilometro nonchè la suddivisione delle diverse spese sono raccolti nella tabella annessa.

Mentre sin'ora tutte le linee gestite con questo genere di trazione avevano carattere locale, su tratti di piccolo percorso e di traffico limitato, nel 1924 l'amministrazione delle ferrovie tedesche incoraggiata dai risultati soddisfacenti avuti in venti anni di esercizio, pensò di estendere il servizio di queste automotrici a linee a lungo percorso e di maggiore importanza, specialmente sulla linea-Brema-Basilea, e sfruttando soltanto energia idrica. A questo scopo sono state costruite delle automotrici di peso uguale a quelle già in esercizio e con un raggio d'azione sino a 400 km che furono sperimentate nell'autunno

1924 in due viaggi di prova che dettero risultati soddisfacenti e che sono qui riportati:

*Primo viaggio:* l'11 settembre 1924 sulla linea Berlino-Hannover-Hildesheim con tempo asciutto e vento contrario.

*Secondo viaggio:* il 22 ottobre 1924 sul tratto Grünewald-Scheidemühl-Kreutz-Scheidemühl-Usch-Scheidemühl con tempo umido e leggera pioggia.

		1° viaggio	2° viaggio
Peso totale coi passeggeri .....	tonn.	68,5	68,5
Lunghezza del percorso .....	Km.	288	400
Consumo di energia .....	kWh.	334	391
	kWh. per vett.-km.	1,16	0,98
	Wh. per tonn.-km.	17	14,5
Tempo di scarica .....	minuti	297	315,2
Tempo di scarica .....	minuti	297	315,2
Tempo impiegato in totale .....	minuti	341	484
Tensione media .....	volt	311	311
Acidità prima del viaggio .....	(pesi spec.)	1,22	1,22
Acidità dopo il viaggio .....		1,10	1,11
Temperatura dell'acido prima .....		27°	20°
Temperatura dell'acido dopo .....		28,5°	20°

Alla Deutsche-Verkehrs-Ausstellung di Monaco del 1925 la Akkumulatoren-Fabrik, A. G. di Berlino, insieme alla Waggon-Fabrik Gebrüder Castell Mainz-Monbach esposero l'automotrice ad accumulatori A. T. 349/50 delle Ferrovie dello Stato tedesco, che fu assunta in servizio nel 1909 con una batteria a superficie e che dopo aver percorso 444,685 chilometri ai cui 39,659 chilometri con rimorchio, la batteria fu smontata e sostituita con una batteria a pasta del tipo 8 TH 645 con una capacità di 1088 Ah per una scarica di cinque ore, che assicura alla vettura un raggio d'azione di 300 chilometri su linee di pianura e di collina. Questa vettura giunse dal suo deposito di Darmstadt a Monaco con la carica della sua batteria.

Alla stessa esposizione le Dittie Wumag di Görlitz, la SSW di Berlino e la Akkumulatoren Fabrick di Berlino Haagen esposero un nuovo tipo di vettura ad accumulatori. Vettura doppia come il tipo normale a tre assi per ogni metà, ma si differenzia per il fatto che la batteria non è posta all'esterno, nei cofani, ma è posta sotto la vettura in cassoni longitudinali. Ha un raggio d'azione di 200 chilometri, essendo risultato dalla pratica che queste automotrici in servizio locale non hanno mai una percorrenza giornaliera superiore di 180 chilometri, possiede così l'energia per un giorno e permette la carica notturna. Questa nuova disposizione delle batterie ha permesso di aumentare il numero dei posti a sedere da 88 a 114 cioè del 36 per cento. I posti in piedi da 24 a 41, così i posti in totale aumentarono da 108 a 155; oltre a ciò possiede un reparto per la posta ed una toilette.

Il peso totale è di 58 tonnellate in confronto di 67,5 tonn. che si avevano prima, il peso è così ripartito: parte meccanica 32 tonn., parte elettrica 7 tonn.; batteria 19 tonn. Il peso morto risulta così di 374 kg per posto, contro i 625 kg posto che si avevano prima.

Oltre queste automotrici ad accumulatori ad elettrodi di piombo del tipo a superficie od a pasta, nel 1914 furono sperimentate cinque vetture triple equipaggiate ad accumulatori al ferro-nichel, ma risultarono di maggior costo e di maggior manutenzione e furono abbandonate.

#### Manutenzione delle batterie.

L'Amministrazione delle ferrovie dello Stato tedesco aveva affidata la maggior parte delle batterie alla manutenzione delle Dittie fornitrici.

Difatti nel 1914 su 140 vetture che erano in circolazione, soltanto otto erano affidate alla manutenzione dell'amministrazione ferroviaria. Per queste la spesa per la manutenzione risultò del 17 per cento del capitale per vetture con raggio d'azione di 100 ÷ 130 chilometri, ossia una spesa variabile tra 8,70 e 10 pf. per vettura-chilometro.

Le rimanenti batterie di 20 tonn. con elementi a piombo a superficie erano affidate alle ditte fornitrici che si assumevano la manutenzione per dieci anni per un importo fisso, per vettura-chilometro. L'importanza di questa quota dipende essenzialmente dal numero delle cariche e scariche il che equivale al numero dei kWh forniti dalla batteria alla scarica.

Il prezzo a forfait per vettura-chilometro deve dunque es-

EBERFELD Leunep. 3	DANZICA		BROMBERG Hohensazla		DIREZIONE DELLE FERROVIE di	
	Marienwerder 3	Danzica 2			Deposito di	
			3		100 130 180	} Numero delle automotrici doppie al 3-3-1914 con raggio di chilometri
95.704	83.321	90.803	64.907	Km.	N° dei Km. percorsi	
71.8 (4.30)	73.0 (4.37)	58.0 (3.48)	46.0 (2.76)	pf.	Totale (*) in Lire	
20.50	21.60	14.70	9.10	pf.	Tasse, ammortamento delle vetture e in- stallazioni locali	
28.60	29.40	25.40	19.58	%		
17.40	22.0	14.0	14.6	pf.	Spese per l'energia al posto di carica	
24.16	31.50	24.10	31.50	%		
1.51	6.90	1.00	0.70	pf.	Combustibile per il riscaldamento	
2.11	9.40	1.82	1.54	%		
11.40	8.30	16.00	11.30	pf.	Spese per il personale	
15.90	11.10	27.00	24.40	%		
4.41	4.40	1.00	1.20	pf.	Spese di amministrazione	
6.13	6.00	2.20	2.56	%		
9.05	9.00	10.00	8.70	pf.	Manutenzione della batteria	
12.62	12.30	16.30	18.83	%		
7.54	0.20	1.78	0.70	pf.	Manutenzione delle altre parti	
10.50	0.30	3.08	1.55	%		
208.225	—	—	— (1)	kWh.	da terzi	Alla stazione di carica e manutenzione
—	130.363	150.685	84.626 (2)	kWh.		
166.350	92.071	117.775	73.172 (3)	kWh.	Totale	Alla scarica
0.997	1.105	1.310	1.30	kWh.		
0.800	—	—	—	1	Rendimento Rapp. 3/1	
—	0.70	0.78	0.87	2	Rendimento Rapp. 3/2	
0.0080	0.160	0.0090	0.0080	Kg.	Olio	
0.164	0.150	0.112	0.080	Kg.	Combust. per riscaldamento	
1.05	1.20	0.64	0.77		Costo ecc. Lire/kWh.	

Spese per vettura-chilometro

Consumo di energia

Spese per vettura-chilometro

Consumo di energia

sere proporzionato al numero dei kWh medi richiesti per chilometro percorso. Per il caso che si verificava quasi generalmente sulle linee gestite ad accumulatori, di un consumo di 1 kWh per vettura-chilometro il prezzo era di 9 pf. per vettura chilometro.

Presso le ferrovie prussiane c'erano 39 stazioni carica ed il personale dipendente dalle fabbriche d'accumulatori comprendeva 27 montatori, in modo che ad uno di questi era affidata la sorveglianza di cinque automotrici.

C'era così una collaborazione eccellente tra il personale a cui erano affidate le batterie ed il personale dipendente dall'Amministrazione ferroviaria e si crede che a questa collaborazione si sono dovuti i risultati soddisfacenti che si ebbero a registrare.

## 5. - America.

Negli Stati Uniti d'America esistevano già nel 1914, 230 automotrici ad accumulatori a piombo e 90 automotrici ad accumulatori al ferro-nichel.

Nel maggio del 1921 la Canadian National eseguì degli esperimenti con un'automotrice ad accumulatori al ferro-nichel ed i risultati sono così riassunti:

L'automotrice fu esperimentata sulle seguenti linee:

Trenton-Bellville di 18 chilometri.

New-Brunswick-Campbellton su 100 chilometri.

Toronto-Beaverton di 100 chilometri.

La vettura costruita da Brill è molto semplice e leggera, ha quattro motori da 25 HP, controller serie-parallelo, batteria al ferro-nichel di 250 elementi, la batteria è posta in casse sotto al pavimento della vettura. La capacità è di 540 Ah con una tensione ai morsetti dei motori in parallelo di 300 volt. A scarica completa la batteria fornì 580 Ah, ma la tensione precipitò a 150 volt, si ha però così una riserva di energia che anche se è a tensione ridotta in molti casi può essere preziosa e permettere di condurre a termine il viaggio con condizioni molto sfavorevoli.

Il raggio d'azione di questa vettura è di 200 chilometri,

pesa 30 tonn., di cui 7 la batteria, comprende 50 posti a sedere ed un bagagliaio, la velocità è di 60 chilometri in pianura ed ha un'accelerazione media all'avviamento di 0,2 m/sec<sup>2</sup>. Il posto di carica comprende un gruppo motore-dinamo da 75 kW ed il consumo al posto di carica è di 1,85 kWh per vettura-chilometro, il consumo dei morsetti della batteria è invece di 0,65 kWh vettura-chilometro. Il rendimento globale della batteria e gruppo convertitore è così del 36 per cento e prendendo per il secondo un rendimento dell'80 per cento risulta un rendimento della batteria del 45 per cento.

A questo consumo di 0,66 kWh per vettura-chilometro corrisponde un consumo di 22 wattora per tonn-chilometro ai morsetti e di 17,5 Wh alla ruota. Per temperature inferiori ai 30° non fu constatata una diminuzione della capacità della batteria; il riscaldamento prodotto dalla scarica è sufficiente ad impedire un eccessivo raffreddamento di questa.

Il modo soddisfacente come si comportarono le batterie a questi esperimenti fa prevedere per queste una vita di 8-10 anni con una manutenzione normale. La batteria è facilmente sorvegliabile ed i suoi elementi conservano la loro capacità se sono provvisti abbondantemente di acqua distillata; per conservare la loro piena capacità ogni 5 o 8 giorni sono sottoposti ad una forte sovraccarica.

In seguito a questi esperimenti la Canadian National ha fatto costruire delle nuove automotrici tutte identiche di questo tipo, tranne una che è equipaggiata con una batteria a piombo, per confrontarne il comportamento.

Coi tipi di accumulatori che fornisce oggi il mercato si può dire che la trazione con accumulatori non si presta nè per treni pesanti, nè per grandi velocità; il sistema più conveniente è quello con automotrici, più o meno capaci, per velocità massime di 50 ÷ 60 km-ora e per linee non soverchiamente accidentate.

In questi casi il sistema con accumulatori possiede dei notevoli vantaggi rispetto la trazione a vapore.

Molto più economico: dai risultati che si ebbero in Germania sarebbe conveniente con un prezzo dell'energia inferiore

ai 95 cent. per kWh; dalle applicazioni fatte nel Veneto risulterebbe una spesa metà di quella che si aveva con la trazione a vapore. Oltre al vantaggio economico si hanno notevoli vantaggi tecnici, maggior accelerazione di avviamento, facilità di condotta, maggior pulizia delle vetture e la possibilità di sostituire un servizio frequente di automotrici a quello che si ha ora con treni pesanti e con poche corse giornaliere. Un vantaggio grandissimo è rappresentato pure dalla diminuzione nel consumo di carbone che si avrebbe sulle ferrovie specialmente da noi dove tutta l'energia potrebbe essere idrica.

Se ora si pensa che un treno a vapore che viene sostituito da un'automotrice consuma 9 kg di carbone al km (Z. d. V. D. I., 1923), si vede come una di queste automotrici con una percorrenza media di circa 30.000 km all'anno, rappresenta una economia di 270 tonn. di carbone all'anno, così la Germania con le 177 automotrici che aveva in esercizio nel 1924 risparmiava 47.500 tonnellate di carbone, che venivano sostituite con circa 7.600.000 kWh di energia notturna e soltanto in parte termica. In ogni caso risultò che anche producendo l'energia termicamente si aveva 1/3 del consumo di combustibile che sarebbe stato necessario per alimentare le locomotive.

L'avvento nel campo pratico dell'accumulatore Pouchain risolverebbe completamente il problema della trazione elettrica prestandosi sia alla trazione merci lenta con treni pesanti, sia a quella leggera con automotrici per traffico locale, sia quella con treni celeri e diretti, potendo fornire un locomotore ad accumulatori che abbia col medesimo peso la stessa prestazione della locomotiva a vapore e risulti molto più economico.

#### BIBLIOGRAFIA.

- Ministerialrat Wechmann. — Kleinzüge auf Vollbahnen - Verkehrs-technische Woche, 1924, Heft. 32.
- Ing. ROBERT MEIXNER. — Versuchs fahrten mit Speicher triebwagen zügen auf den österreichischen Bundes bahnen « E. u. M. » Z. d. E. V. in Wien, 1922, Heft 32.
- GEHEIMRAT Prof. D. W. PENKERT. — Speicher triebwagen verkehrs-technische Woche, 1924, Heft. 32.
- E. C. ZEHUE. — Akkumulatoren Cetricle im Vorortverkehr auf. Hauptei-senbahnen. — E. T. Z., 1907 S. 791.
- Vedasi inoltre:
- Z. d. V. D. I. — anno 1907 pag. 357, 1002, 1044, 1202, 1922; anno 1908, pag. 1581; anno 1909, pag. 204, 117; anno 1911, pag. 774; anno 1914, pag. 232; anno 1924, pag. 1005; anno 1925, pag. 484-965.
- E. T. Z. — anno 1908, pag. 89, 1051, 122, 943; anno 1917, pag. 791.
- L'Elettrotecnica. — Anno 1917, pag. 434, 534.
- Le Génie Civil. — Anno 1908, pag. 129, anno 1924, pag. 523.
- Revue Général des Chemins de fer. — Anno 1924, pag. 343.
- Prof. D. W. KUMMER. — Die Maschinenlehre der elektrischen Zugförderung, 1915, pag. 191.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L' ELETTRTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).	
Annate arretrate .....	L. 100,—
più per postali »	10,—
Abbonamento: per il Regno .....	100,—
» per l'Esteri .....	200,—
Un numero separato: per il Regno .....	4,—
» per l'Esteri .....	8,—
più per postali »	1,50

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli olii .....	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli Impianti di bordo .....	2,—
più per postali »	0,80

### INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES en Italie .....

L. 15,—  
più per postali » 2,—

### CONSTRUCTIONS ELÉCTROMÉCANIQUES MODERNES

en Italie .....	L. 13,—
più per postali »	2,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### ' Sulla misura elettrica della velocità dell'acqua.

Riceviamo:

Spett. Redazione dell'« Elettrotecnica »,

Leggo nel numero de « L'Elettrotecnica » del 25 dicembre u. s. un articolo sulla misura elettrica della velocità dell'acqua.

Poichè l'autore lo presenta come una comunicazione fatta alla Sezione Veneta dell'A. E. I. del 10 maggio 1926, mi sembra opportuno precisare subito, per evitare inesatte valutazioni, che dell'argomento si è occupato precedentemente il sottoscritto, durante l'inverno dello scorso anno; e che erano finite le esperienze e redatto già il testo della Nota, quando ad una riunione della Sezione Veneta dell'A. E. I. l'autore dell'articolo in parola, che era a conoscenza da mesi delle ricerche da me condotte, comunicò di aver compiute alcune esperienze di saggio sullo stesso argomento, cosa di cui nessuno aveva avuto scntore prima di allora. A quella stessa riunione, invitato gentilmente dal Presidente, io riassunsi i risultati avuti. La Nota « Sui metodi termici e sui procedimenti elettrotermici per la misura delle piccole velocità dei liquidi » fu passata in quei giorni al Ch.mo Prof. Bellati che la presentò poi per la seduta del 20 giugno del R. Istituto Veneto di S. L. ed A. in Venezia (Atti, Tomo LXXXV, parte seconda, pagg. 1183-1220) e fu riassunta anche ne « L'Elettrotecnica » del 31 luglio 1926.

A quella prima fece seguito e si ricollega una seconda Nota « Sulla diversa trasmissione del calore da un filo metallico caldo all'acqua, a pari velocità relativa dei due mezzi », che fu presentata alla seduta del 31 ottobre scorso del R. Istituto Veneto di S. L. ed A. dal Ch.mo Prof. L. De Marchi.

Il procedimento elettrotermico sperimentato si presta bene specialmente per la determinazione delle piccole velocità, sulle quali ho creduto opportuno di fermare in un primo tempo l'attenzione, ma l'argomento oltre a presentare un interesse particolare per gli idraulici, per lo studio dell'andamento della velocità in prossimità delle pareti dei condotti, (questione questa trattata accuratamente da autori tedeschi in questi ultimi mesi), merita di essere approfondito per vedere se ed in quale misura influisca la temperatura del liquido: cosa della quale mi sto ora occupando.

Con perfetta osservanza.

VITALE GALLINA.

Non occorre osservare che l'Elettrotecnica non può entrare nel merito di simili questioni di priorità.

Ci limitiamo ad aggiungere che il giornale pubblica le Notizie delle Sezioni che gli vengono trasmesse dalle singole Segreterie, e non può evidentemente esercitare alcun controllo sulla esattezza o completezza delle notizie stesse.

N. d. R.

\* \*

### Costruzioni elettromeccaniche americane e italiane.

La lettera dell'Ing. Sicardi pubblicata il 25 dicembre 1926, ci ha procurato le due lettere seguenti.

Spett. Redazione della « Elettrotecnica »,

In risposta agli appunti che l'egregio Ing. Sicardi fa con molta gentilezza al mio Rapporto sulle visite alle Officine di Costruzioni Elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America, mi permetto anzitutto di osservare che il viaggio dei delegati della Commissione Elettrotecnica Internazionale ha avuto luogo in aprile e quindi che il mio Rapporto non poteva accennare a quanto era poi in costruzione a settembre. Aggiungerò che parlando di turboalternatori di 60.000 kW e di trasformatori trifasi e monofasi di 30.000 kVA e 120.000 volt, io ho inteso di riferirmi a macchine singole e non ad eventuali raggruppamenti di esse che possono raggiungere potenze e tensioni molto superiori. E venendo ai dati concreti risulta che nel 1923 alla Centrale di Big Creek in California non si erano forniti, come asserito dall'Ing. Sicardi, singoli trasformatori da 220.000 volt, ma bensì trasformatori monofasi a tensione molto minore i quali poi, raggruppati in stella, davano sulla linea trifase i 220.000 volt. Confermo quindi pienamente il mio Rapporto per quanto si riferisce alla rapida, ma pur sempre interessantissima, visita fatta in aprile alle Officine Westinghouse in Pittsburg P. a.

Torino, 14 gennaio 1927.

Ing. ETTORE MORELLI.

\*

Spett. Redazione del giornale « L'Elettrotecnica ».

Rileviamo nell'ultimo fascicolo di dicembre 1926 della pregiata Rivista « L'Elettrotecnica » una lettera dell'egregio Ing. M. Sicardi in cui sono riportate notizie sulle costruzioni eseguite dagli americani e in particolare dalla Westinghouse Electric di Pittsburg in fatto di trasformatori di grande potenza e ad altissima tensione.

Ci permettiamo di fare osservare che se in Italia non si è ancora adottata la tensione di 220.000 V, si sono tuttavia costruiti trasformatori trifasi a 150.000 V con neutro isolato verso massa come le fasi e cioè per installazione senza neutro a terra. Ciò equivale ad una sollecitazione dielettrica superiore in noto rapporto, rispetto a quella risultante con la disposizione del neutro a massa. E' parimenti conosciuto che nei trasformatori trifasi il problema dell'isolamento presenta delle difficoltà maggiori ed evidenti che non nei monofasi, quali vengono generalmente impiegati in America.

Ed anche in fatto di costruzione di trasformatori di grande potenza ci sembra importante rilevare quanto si sia fatto in Italia sino ad oggi.

Per citare degli esempi indicheremo i trasformatori trifasi da 30.000 kVA a 150.000 V della Centrale di Mese della Spett. Società Elettrica Interregionale Cislalpina, Milano, posti in costruzione già dal 1923 e quelli a tre avvolgimenti della potenza secondaria di 35.000 kVA pure del tipo a 150.000 V della cabina di Cislago della Spettabile Società Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica, Milano.

I primi sono previsti per un funzionamento a 42 e a 50 periodi con tensione primaria variabile entro i limiti compresi nel  $\pm 5\%$  della tensione nominale, per cui tali trasformatori possono equivalere a tipi di potenza dell'ordine di 40.000 kVA per 50 periodi ed almeno a 220.000 V con neutro a terra. A 60 periodi, la potenza sarebbe di circa 45.000 kVA.

E così dicasi per i trasformatori della cabina di Cislago, per i quali, tenendo conto del dimensionamento dei tre avvolgimenti, si può determinare la potenza corrispondente a 50 periodi nell'ordine di 40.000 kVA.

Se si tien conto che nelle trasmissioni americane ad altissima tensione la frequenza è generalmente di 60 periodi, e che i trasformatori monofasi a pari potenza ed altre caratteristiche pesano meno dei corrispondenti trasformatori trifasi e che in tutti i modi la loro costruzione riesce più semplice e facile, si vede come qui in Italia non si sia certamente rimasti indietro e al disotto dei limiti massimi raggiunti dalla tecnica americana in fatto di trasformatori, indicati nella lettera sopramenzionata.

Con la massima stima. Tecnomasio Italiano Brown Boveri  
f.ti: L. CAURO - A. PANDIANI.

Questa seconda lettera ci suggerisce una osservazione. Da anni il nostro giornale si è proposto di far conoscere tutto quanto di nuovo o di notevole si fa in Italia in fatto di costruzioni elettromeccaniche ed affini e fu all'uopo istituita una rubrica « La nostra industria » che non ha mai avuto e non potrà mai avere il più piccolo nesso con questioni di pubblicità. Ai nostri industriali abbiamo inviato circolari, abbiamo scritto lettere, abbiamo parlato e telefonato insistendo per avere notizie, ricordando che non occorre aver scoperta l'America, per fare una pubblicazione, ma che di moltissime costruzioni può essere interessante dare notizia, sia per la novità di qualche particolare, sia per l'importanza o per la mole.

Tutte le nostre sollecitazioni sono rimaste lettera morta, tranne rarissime eccezioni; salvo poi raccogliere lagnanze quando il giornale dà notizie di quanto di più saliente si fa all'estero.

E' lecito sperare che i nostri industriali si decidano, un giorno o l'altro a valersi regolarmente dell'ospitalità che l'Elettrotecnica è ben lieta di offrire ad essi per far conoscere in Italia e nel mondo, le loro benemeritenze?

N. d. R.

\* \*

## Per trovare un nome alla nuova tecnica della luce.

Riceviamo:

Egregio Sig. Redattore Capo,

L'altro giorno nella seduta del Comitato Nazionale di illuminazione e riscaldamento l'egregio Ing. Danesi della Società Osram ha presentato l'opuscolo di cui le accludo copia in cui è chiaramente espressa la questione sollevata che si riassume nelle tre domande che lo chiudono.

- 1) E' necessaria una nuova parola per indicare tutto il moderno movimento intorno ai problemi di illuminazione?
- 2) E' adatta la parola Lucicoltura?
- 3) Ci sono proposte migliori?

Io penso che l'Elettrotecnica non dovrebbe disinteressarsi della faccenda, almeno come quella che dovrà stampare poi di frequente la nuova parola. Io le confesso candidamente che non ho fatto buon viso alla parola Lucicoltura, e sinceramente non so se più mi riuscì ingrata la durezza delle sillabe ravvicinate cicu o se involontariamente subì l'effetto di una prevenzione per quel richiamo di Kultur di cui non serbiamo sempre gradevole memoria.

Io ho provato anche ad interpellare dei glottologi di professione per sentirne l'opinione e gliela comunicherò.

Da parte mia osservo che luci non è forse esatto perchè non diciamo Illucinare o lucizzare gli ambienti ma illuminare, luminarie, ecc., e quindi sarebbe forse più esatto Lumicoltura o meglio come in Romania Luminomia.

Io gradirei sentire il suo parere e l'opinione dei colleghi che desiderano esprimerla.

Ing. CARLO CLERICI.

Giriamo ben volentieri la questione ai nostri lettori, non nascondendo che fra lucicoltura e lumicoltura preferiremmo... si trovasse qualche cosa di diverso.

N. d. R.

\* \*

## Sulla continuità dei servizi elettrici.

Dall'Ing. Carlo Clerici riceviamo la lettera seguente:

Egregio Signor Redattore Capo,

Leggo nel N. 1 del 5 gennaio il suo editoriale, nonchè la relazione Palestrino-Roncaldier sulla continuità dei servizi in America. La conclusione mi pare che sia che colà « non badano a spese ». Che per spendere bisogna averne, di soldi, è verità incontrovertibile. Ma avendone, crede Lei che gli Americani li buttino via? Non è del loro stile; sono lungimiranti, ecco tutto.

Da noi ognuno bada troppo soltanto al suo interesse diretto e momentaneo piuttosto che agli interessi generali, che a lor volta possono riflettersi sugli interessi particolari che si vogliono tutelare.

Nel caso concreto delle distribuzioni di Milano, noi abbiamo interruzioni fino a 60 ore annue (se non erro). Ma se si pensa che a Milano lavorano almeno 250 mila operai qualificati in stabilimenti, ad un salario minimo di 3 lire all'ora, le 60 ore possono dare una perdita di mercedi di  $250.000 \times 3 \times 60 =$  quarantacinque milioni di lire. Se aggiungiamo materiali eventualmente sciupati, ore perdute da altre categorie di lavoratori, danni indiretti, ecc. facilmente arriveremo a dimostrare che ogni ora di interruzione può costare più di un milione di perdite ai Milanesi in blocco.

A me pare che con molte decine di milioni all'anno, si può fare il servizio di alcune centinaia di milioni di capitali da spendere in accumulatori ed altre provvidenze.

Il problema quindi a mio avviso si sposta, e cioè dato che i capitali rimunerabili (ed ammortizzabili) colle economie possibili per la generalità, sieno sufficienti a prevenire le interruzioni, come andranno ripartiti gli oneri immediati.

Il problema può essere risolto in vari modi, ma il più spiccio è certo quello di un supplemento di prezzo dell'energia.

In qualunque transazione commerciale la merce « Garantita » si paga volentieri a prezzi maggiori del « Tout-Venant » ed è logico sperare che anche i consumatori di energia, quando si abbiano loro aperti gli occhi sul loro vero interesse sopporterebbero l'aumento senza proteste; è anzi da sorprendersi che non prendano essi l'iniziativa di obbligare gli enti distributori ad assicurare la continuità del servizio, sobbarcandosi poi agli oneri conseguenti.

Se « l'Elettrotecnica » si facesse promotrice di una serena discussione sull'argomento forse si arriverebbe a decidere se, ed in quali casi od entro quali limiti io abbia ragione di ritenere che il « non badare a spese » degli Americani sia la conseguenza meditata od intuita della convenienza da me segnalata.

Ed altrettanto importante ed alla lunga conveniente sarebbe anche oltre la continuità del servizio, la regolazione delle tensioni, alla quale pure in America si dà la massima importanza.

Coi più cordiali saluti.

Ing. CARLO CLERICI.

\* \*

Sono ormai parecchi anni che la questione della regolarità degli esercizi è stata messa sul tappeto, e precisamente da quel disgraziato periodo del primo dopo guerra, in cui, per diverse ragioni tutti i servizi pubblici erano caduti tanto in basso da far quasi temere si potessero mai risollevare. Della questione si discusse a lungo alcuni anni or sono presso la Sezione di Milano, presidente G. Semenza; l'argomento formò il tema fondamentale del Congresso di Napoli del 1925; ma per quanto si siano avute sporadicamente notizie assai interessanti e si sia formata un'ampia raccolta di studi e di monografie sull'argomento, non si può dire che il problema sia



ancora stato affrontato organicamente e risolutamente nelle sue parti vitali di natura soprattutto economica. La lettera dell'Ing. Clerici pone la questione nella sua vera luce e noi ci auguriamo ch'essa possa segnare l'inizio di una vivace ripresa di discussione sulle nostre colonne. Per ora ci limitiamo ad osservare che la questione, come la pone l'Ing. Clerici, ricorda un po' quella famosa della gallina e dell'uovo! Si devono cioè aumentare le tariffe di vendita dell'energia perchè gli esercenti possano completare e migliorare i loro impianti; o devono gli esercenti cominciare a completare e migliorare i loro impianti, per poter poi pretendere prezzi più elevati in compenso di un servizio migliore? Nell'odierna situazione economico-finanziaria l'inizio sembra difficile, in entrambi i casi.

N. d. R.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MATERIALI.

P. L. HOOVER — **Il meccanismo della rottura dei dielettrici.** (J. A. I. E. E., settembre 1926, pag. 824).

L'A. riassume le teorie fino ad ora avanzate per spiegare il funzionamento intimo dei dielettrici, e dimostra come nessuna sia interamente soddisfacente.

Particolarmente interessante è il caso di un cavo ad unico conduttore, al quale si può applicare la nota formula logaritmica. Essa nel caso che il rapporto dei raggi sia maggiore della base  $e$  dei logaritmi, e che la tensione sia prossima a quella di perforazione, porta a ritenere che gli strati più interni dell'isolante siano sollecitati molto al di là di quella che sarebbe la condizione di perforazione per lo stesso isolante in fogli. L'A. osserva come l'uso della formula logaritmica nel calcolo del gradiente di tensione ammetta che il materiale isolante conservi immutate le proprie costanti elettriche fino alla condizione di perforazione. Ciò sembra poco attendibile anche per analogia di altri fenomeni di resistenza nei materiali naturali.

L'A. enuncia una propria teoria, basata sulla considerazione, già avanzata dal Maxwell che nel dielettrico coesistono due correnti, una di polarizzazione, ed una di conduzione. Osservando che i fenomeni sono coesistenti e che coll'aumentare del gradiente applicato, crescono entrambi, l'A. emette l'ipotesi che essi siano fra loro dipendenti. Gli ioni o gli elettroni mobili costituenti la corrente di conduzione deriverebbero dalle molecole del dielettrico; per ogni gradiente di tensione applicato vi sarebbe uno stato di equilibrio cinetico fra le molecole polarizzate e il numero di ioni liberi; si raggiungerebbe allfine un valore del gradiente pel quale il numero di ioni liberi necessari per l'equilibrio sarebbe così elevato da distruggere i legami molecolari, producendosi allora la distruzione del dielettrico.

L'A. osserva che l'ipotesi di ammettere una parziale dissociazione molecolare a gradienti relativamente bassi, appare meno strana quando si tenga presente i forti campi intramolecolari che devono necessariamente esistere sia nei liquidi che nei solidi.

Nell'ipotesi fatta il numero di ioni liberi, a gradienti bassi, dovrebbe essere proporzionale ai gradienti stessi; ma per valori più rilevanti di questi, diventando più lenti i legami molecolari, il numero degli ioni andrà crescendo sempre più rapidamente fino alla rottura completa dei legami molecolari.

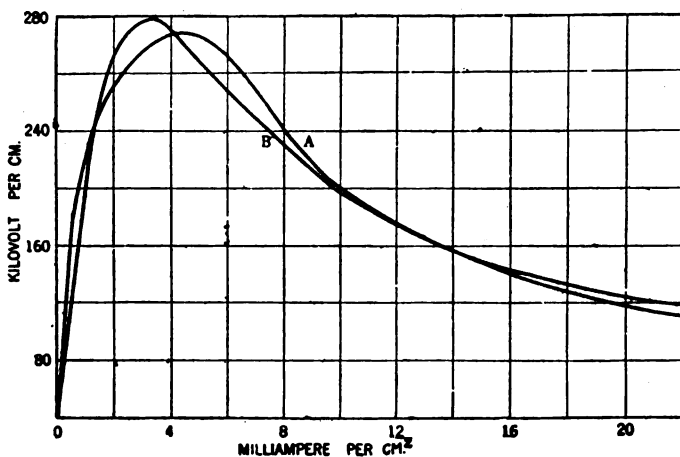


Fig. 1. — Caratteristiche di cavi.

Curva A, dai dati sperimentali di Wagner; curva B, calcolata colla formula (1).

Queste considerazioni si accordano bene coll'andamento della curva caratteristica tensione-gradiente dei dielettrici, quale è rappresentata ad esempio in figura 1 secondo le esperienze di Wagner per la carta impregnata e secondo i risultati della formula seguente

dedotta empiricamente:

$$e = \frac{175 i}{1 + 0,1 i^2} \quad (1)$$

nella quale  $e$  è il gradiente in kV/cm e  $i$  è la corrente in milliamperere per cm<sup>2</sup>.

Supponendo un cavo costruito con un dielettrico avente la caratteristica del tipo di quella di fig. 1, l'A. dimostra che per esso la caratteristica può essere rappresentata colla formula:

$$E = \frac{175 I}{4 \pi} \log \frac{0,1 I^2 + 4 \pi^2 R^2}{0,1 I^2 + 4 \pi^2 r^2} \quad (2)$$

essendo  $E$  la tensione in kV,  $I$  la corrente nel dielettrico in milliamperere per centimetro di lunghezza del cavo, e  $R$ ,  $r$  i raggi esterno ed interno del dielettrico.

La fig. 2 rappresenta le caratteristiche di alcuni cavi per  $r = 1$  cm, tracciate in base alla formula (2).

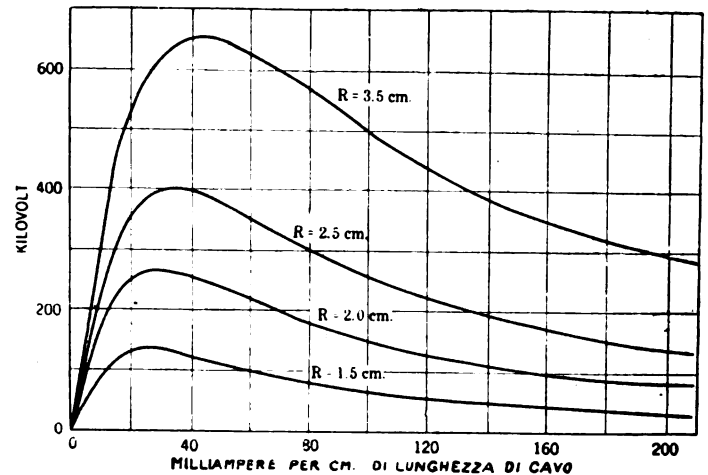


Fig. 2. — Caratteristiche di cavi per raggio interno di 1 cm.

Il punto di massimo per ciascun cavo si può calcolare eguagliando a zero la derivata della equazione (2). In questo modo furono tracciate le curve di figura 3 che indicano le tensioni di perforazione in funzione del rapporto dei due raggi. Confrontando colle curve sperimentali rappresentate in figura 4, si può notare una sufficiente concordanza; i punti isolati 1, 2, 3, 4, 5 in figura 4 richiamano l'andamento della curva C in figura 3.

Dalle stesse formule stabilite l'A. ricava la seguente espressione del gradiente:

$$e = \frac{2 \pi \cdot 175 r I}{4 \pi^2 r^2 + 0,1 I^2} \quad (3)$$

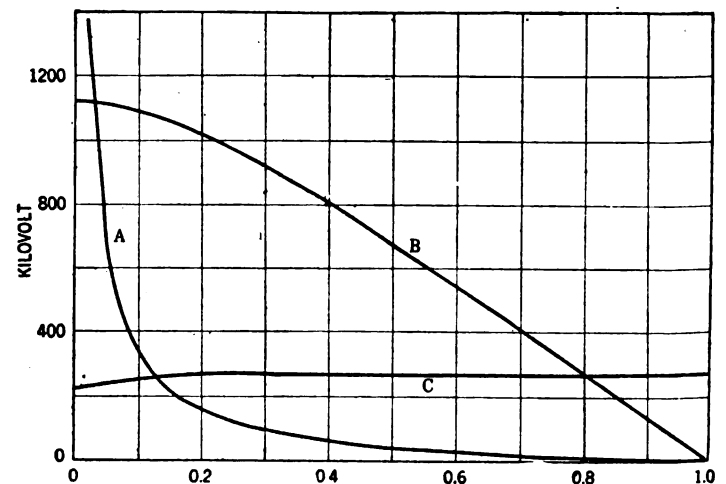


Fig. 3. — Tensioni di perforazione in cavi monofasi (calcolate).

Curva A, per  $r$  cost; curva B, per  $R$  cost; curva C, per  $R - r$  cost.

Le curve di figura 5 così tracciate rivelano che, in base alla teoria dell'A., la massima sollecitazione nel dielettrico si verificherebbe non già alla superficie del conduttore, come generalmente si ritiene, ma nell'interno della massa di esso, tanto più lontano dal conduttore quanto maggiore è la tensione applicata; si vede anche che alle tensioni elevate la distribuzione del gradiente non segue più la legge logaritmica; non viene mai superato un gradiente massimo (che è determinato dalla caratteristica come in figura 1, e che nel caso di fig. 5 è di 278 kV/cm.).

L'A. richiama poi l'attenzione sull'importanza di considerare le due sollecitazioni: quella indotta dal gradiente di tensione e quella dovuta alla polarizzazione o alla densità di corrente, osservando che alle elevate sollecitazioni, la seconda di queste cresce più rapidamente della prima. Ritiene che nel confrontare gli isolamenti di

diversi cavi sia più importante considerare la distribuzione della corrente che quella del gradiente di tensione.

L'A. si ferma poi a considerare il fenomeno corona nei dielettrici, e descrive alcune esperienze compiute con un tubo di vetro immerso in acqua e pieno di olio isolante e contenente una sbarra di ottone;

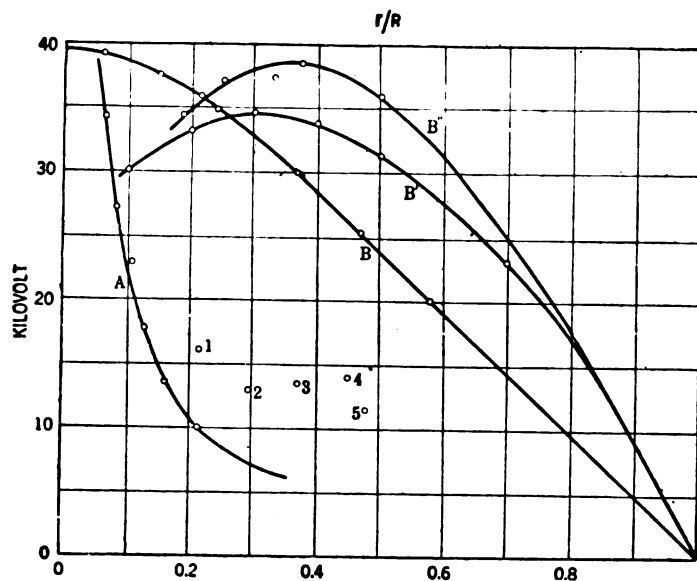


Fig. 4. — Tensioni di perforazione in cavi monofasi (calcolate).

A, B e B', dai dati di Middleton, Dawes e Davis; B'', dai dati di Wiseman  
Punti 1, 2, 3, 4, 5, dai dati di Fernie (moltiplicare le ordinate per 10).

applicando una tensione di 20.000 V fra la sbarra e l'acqua, si osservano numerose scariche fra la sbarra e l'interno del vaso di vetro. Le scariche hanno l'aspetto di comuni scintille; però fra l'olio e la superficie di vetro si nota la formazione di un vero effetto corona. L'olio si decompone rapidamente e la superficie interna del vetro viene screpolata ed alterata.

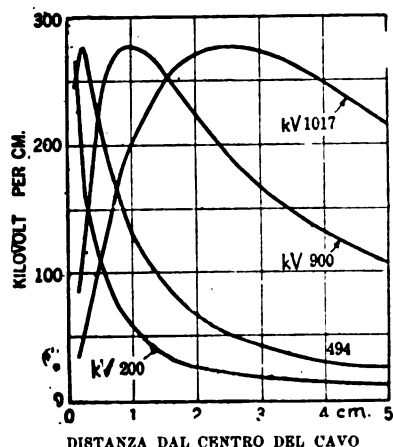


Fig. 5. — Distribuzione del gradiente in cavo monofase.

$r = 0,16$  cm;  $R = 5,01$  cm; tensione di perforazione 1017 kV.

Per studiare l'effetto corona nei solidi, vennero utilizzati dei tubi da termometro nei quali il mercurio costituiva un elettrodo (di 0,2 mm di diametro) mentre l'altro elettrodo era costituito dall'acqua in cui il tubetto era immerso; il rapporto  $R : r$  era di 33. La tensione di perforazione del tubo era fra 35.000 e 40.000 V. Applicando per mezz'ora una tensione di 34.000 V non si osservò alcun fenomeno; passando a 37.000 V il tubo si perforò in tre punti distinti, e la parete interna si screpolò notevolmente, come si vede in figura 6.

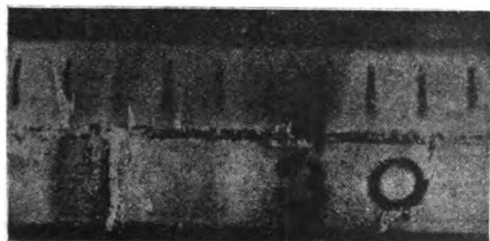


Fig. 6. — Aspetto di un tubo da termometro dopo perforazione a 37000 V.

L'aspetto del fenomeno suggerisce, secondo l'A., l'idea della scarica ad alta frequenza. L'esperienza sembra dimostrare l'assenza del fenomeno corona nei solidi; probabilmente dovuta alla piccola mobilità degli ioni; ogni deficienza di omogeneità nel dielettrico di-

minuisce però la stabilità di esso e ciò spiega la formazione del fenomeno corona negli isolanti composti di più strati.

Il curioso aspetto presentato dalle curve B' e B'' in fig. 4, le quali sembrerebbero indicare che aumentando oltre un certo limite il raggio esterno R, ossia lo spessore del dielettrico, si abbassi la tensione di perforazione, può essere spiegato appunto supponendo che il dielettrico nel cavo sperimentato non fosse omogeneo. Infatti nei cavi usati per quelle esperienze, i conduttori avevano diametro assai piccolo, inferiore a 1 mm; in tali condizioni è praticamente impossibile ottenere una vulcanizzazione uniforme nell'isolante di gomma; le eterogeneità interne avranno prodotto delle scariche fra gli strati più interni diminuendo così la rigidità complessiva dell'isolamento.

Riassumendo le proprie considerazioni, l'A. ritiene che nello studio dei dielettrici debbano essere tenuti presenti tre ordini di fenomeni. Il concetto fondamentale dovrebbe essere quello dell'equilibrio cinetico fra cariche mobili e molecole; si deve però tenere conto altresì dei fenomeni termici i quali alterano le condizioni di tale equilibrio; inoltre se il campo non è uniforme o se l'isolante non è omogeneo, parte di esso può essere eccessivamente sollecitata dando luogo a fenomeni di scariche ad alta frequenza che alterano la stabilità complessiva della massa del dielettrico.

R. S. N.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. ESPENSCHIED - C. N. ANDERSON - A. BAILEY — Sulla trasmissione radiotelefonica transatlantica. (Proc. Inst. Radio Eng., N. 1, Vol. 14, febbraio 1926, pag. 7).

Per quanto i risultati degli esperimenti di radiotelegrafia che l'« American Telephone and Telegraph Co. » in collaborazione con la « Western Electric Co », esegui attraverso l'Atlantico fino dal 1923 siano stati notoriamente <sup>(1)</sup> lusinghieri sotto ogni punto di vista, pure gli AA. fanno la seguente osservazione. Tali esperimenti sono stati sempre effettuati durante la stagione invernale e solo in determinate ore del giorno: non sembra quindi che da soli, essi forniscano elementi bastevoli per conclusioni decisive riguardo alla possibilità o meno di stabilire un collegamento radiotelefonico transatlantico commerciale.

Occorre pertanto disporre di un patrimonio maggiore di osservazioni, ed in tal senso gli AA. organizzarono due anni fa, un vasto programma di misure d'intensità di ricezione relative ad emissioni a onde modulate o continue, la cui frequenza fosse compresa in una gamma assai vasta. I numerosissimi risultati ottenuti sono stati riassunti sotto forma di rapporto e riguardano, sia le osservazioni e misure fatte in America su emissioni inglesi (Northolt  $\lambda = 5770$  m; Leaffield  $\lambda = 8750$  m; Leaffield  $\lambda = 12.400$  m) sia quelle eseguite in Inghilterra su emissioni americane (Rocky Point  $\lambda = 5260$  m; Marion  $\lambda = 11.700$  m; Rocky Point  $\lambda = 17.500$  m). Il metodo di misura seguito nella determinazione numerica del campo elettromagnetico, fu sempre un metodo di confronto e non differiva sostanzialmente da quelli già noti <sup>(2)</sup>.

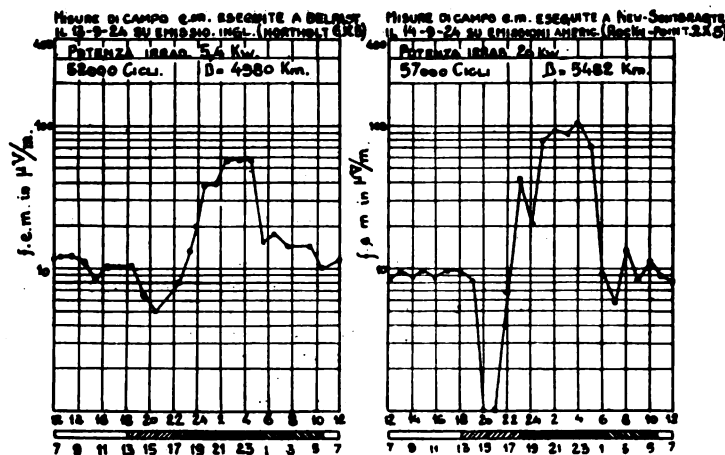


Fig. 1.

I diagrammi della fig. 1 danno un esempio della variazione giornaliera del campo elettromagnetico in America rispetto ad emissioni inglesi, ed in Inghilterra, rispetto ad emissioni americane. Nella parte inferiore di esse, la zona indicata in nero indica l'intervallo di tempo durante il quale il percorso transatlantico è completamente in oscurità, quella tratteggiata, l'intervallo in cui vi è parziale illuminazione e quella in bianco, l'intervallo in cui il percorso medesimo è comple-

(1) L'Elettrotecnica, 1923, vol. X, pag. 561 e Boll. R. T., vol. II, n. 24, pag. 382.

L'Elettrotecnica, 1926, vol. XIII, pag. 108 e Boll. R. T., vol. III, n. 35, pag. 332.

(2) G. VALLAURI: Misura del campo elettromagnetico di onde r. t. transoceaniche. — L'Elettrotecnica, 15 giugno 1920, n. 17 e Pubblicazione n. 9 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

tamente illuminato. Le scale delle ascisse indicano le ore del giorno rispettivamente in Inghilterra e negli S. U. dell'est. Dall'esame dei diagrammi risulterebbe che:

1) Le variazioni giornaliere presentano le stesse caratteristiche sia che ci si riferisca a trasmissioni da est ad ovest, sia a trasmissioni da ovest ad est.

2) Il campo si mantiene relativamente costante durante il periodo diurno.

3) Sensibili variazioni si hanno al cadere e al sorgere del sole. Da molte curve analoghe sono state dedotte curve medie mensili ed annuali. Risulta (cosa generalmente ammessa) che la stagione invernale è la più propizia alle trasmissioni in genere e che, comunque, in tutte le stagioni il periodo notturno è più favorevole di quello diurno.

Gli AA. hanno anche tentato di determinare, sulla scorta dei numerosissimi risultati sperimentali, quale valore numerico debba attribuirsi al fattore esponenziale della nota formula di trasmissione:

$$F\left(\frac{\mu V}{m}\right) = 377 \frac{h \cdot I}{\lambda \cdot d} e^{-\frac{\alpha D}{\lambda x}}$$

per meglio interpretare i dati di fatto. Ed avrebbero trovato:  $\alpha = 0,005$ ;  $x = 1,25$ ; valori che differiscono sensibilmente da quelli suggeriti da Austin-Cohen e dal Fuller (<sup>3</sup>).

Circa poi la distribuzione e densità dei disturbi atmosferici è stato nuovamente confermato, che essi diminuiscono con l'aumentare della frequenza. Durante la notte tale diminuzione seguirebbe una legge esponenziale, mentre durante il giorno e per frequenze comprese fra 15 e 40 chilocicli, la diminuzione medesima avrebbe un andamento lineare.

V. Go.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

### P. J. LUCIA — Un'importante elettrificazione ferroviaria in Spagna. (Ingeniería y Construcción, Vol. II e III, 1925, pag. 195 e 337).

Poche linee ferroviarie si trovano ad avere, come la «Rampa de Pajares» (Spagna) tutte le condizioni per le quali massimo vantaggio si ha dalla trazione elettrica specie per il servizio merci.

Impossibilità di far fronte al sempre crescente traffico anche con dispendiosissimi ampliamenti, pendenze così sentite che un treno, anche in doppia trazione, a malapena può raggiungere i 20 km. all'ora, numerosissime gallerie e forte costo del carbone tutto importato dall'estero, rendono, si può dire, indispensabile la trazione elettrica che permette di aumentare di una volta e mezzo l'intensità della circolazione, raggiungere velocità superiori del 68 % a quella con trazione a vapore. Infine l'energia elettrica può essere prodotta sul posto con impianti idrici.

Nell'elettrificazione di quella linea, particolare interesse presentano il sistema del recupero d'energia e delle sottostazioni.

La linea venne elettrificata nel 1924 e rappresenta uno dei più difficili tratti di ferrovia di montagna che dal golfo delle Asturie attraversa i monti Cantabrici conducendo nell'interno della Spagna.

Parte da un'altezza di 245 metri s/m e dopo 62 km. di tracciato assai accidentato raggiunge i 1270 metri. Vi sono 71 gallerie per una lunghezza complessiva di 26 km. Pendenza media del 20 per mille.

Con la trazione a vapore, tenuto conto degli inevitabili periodi di sospensione per l'aerazione si potevano al massimo far circolare 15 treni nelle 24 ore essendo la linea a semplice binario e con rotaie di tipo piuttosto leggero.

Due locomotive trainavano 330 tonnellate (traffico complessivo, tonnellate 4950 al giorno).

Dopo l'elettrificazione circolano 22 convogli al giorno da 330 tonn. (complessive 7260 al giorno). Con treni a doppia trazione la potenzialità aumenta a 132000 tonn. giornaliere.

Il risparmio annuo si calcola da 1 a 2 milioni di pesetas (circa 4-8 milioni di lire). Come sistema si adottò dopo studio accurato, la corrente continua a 3000 V. Sei locomotori vennero forniti dalla Westinghouse e sei locomotori, col materiale di linea e le sottostazioni, dalla G. E. Co.

I motori dei locomotori funzionano a 1000 V (tre in serie sui 3000 volt).

I dati principali dei locomotori a sei assi e sei motori, sono i seguenti:

Peso totale . . . . .	tonn.	80
» parte meccanica . . . . .	»	45
» » elettrica . . . . .	»	35
» per asse . . . . .	»	13,33
Diametro ruote . . . . .	m.	1
Motori . . . . .	n.	6
Rapporto degli ingranaggi . . . . .		1:4.294
Potenza oraria e complessiva . . . . .	kW	1200
Velocità alla potenza oraria . . . . .	kmh	37,4
Sforzo di trazione alla potenza oraria . . . . .	kg.	12.600
Sforzo massimo di trazione (ottenibile per 8') . . . . .	»	24.000

(<sup>3</sup>) Nella formula Austin-Cohen,  $\alpha = 0,0015$ ,  $x = \frac{1}{2}$  ed in quella di Fuller  $\alpha = 0,0045$ ,  $x = 1,4$ .

Come si disse speciale attenzione merita il sistema per il recupero di energia durante la frenatura che avviene mediante dispositivi indicati schematicamente nella fig. 1.

La corrente di eccitazione dei motori quando lavorano da generatori non viene prodotta da apposita dinamo sussidiaria ma bensì da uno degli stessi motori tanto per il proprio campo quanto per quello degli altri.

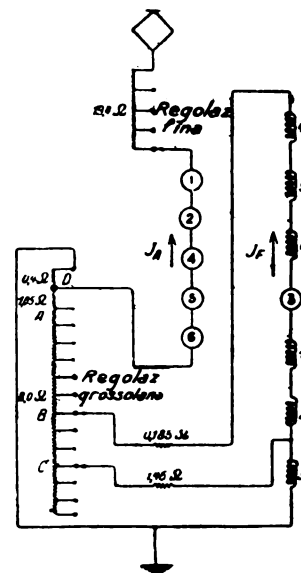


Fig. 1.

La regolazione della velocità avviene a mezzo di inserzione di resistenza per la corrente di eccitazione a mezzo di apposito controller. Siccome, così facendo, il campo del motore che dà la corrente d'eccitazione è inserito in parallelo, esso risulta indipendente dalle variazioni della tensione della linea di contatto e si ottiene così una marcia perfettamente senza scosse.

La linea di contatto è a catenaria semplice e campate di 45 m. in rettilineo con  $214 \text{ mm}^2 = 2 \times 107$  di filo di contatto e  $107 \text{ mm}^2$  di alimentatore con  $107 \text{ mm}^2$  di linea di ritorno in parallelo col binario. La caduta di tensione in linea, per traffico normale, con treni a semplice trazione è del 6 % in media (massimo 16,7 %).

La corrente, prodotta a 30.000 V e 50 periodi, viene convertita in due sottostazioni costruite secondo la esclusiva pratica americana e comprendenti impianti costituiti da un motore sincrono a 3500 V e due dinamo in serie ciascuna per 1500 V.

I trasformatori da 30.000 a 3500 V hanno una potenza di 1900 kVA e possono sopportare, come i gruppi, sovraccarichi del 50 % per due ore e del 200 % per 5 minuti.

Lo schema del gruppo di conversione è indicato dalla fig. 2.

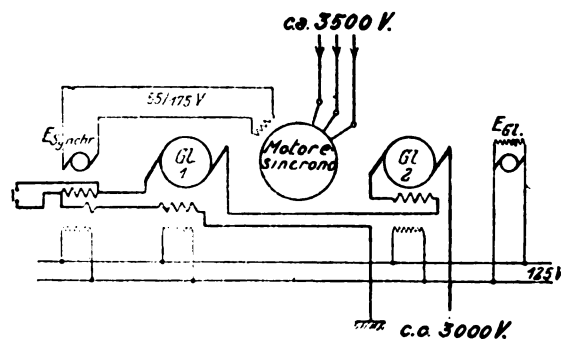


Fig. 2.

Per ottenere al massimo possibile un elevato rendimento medio e la minima possibile caduta di tensione nella rete a corrente alternata si è disposta l'eccitazione del sincrono in modo che esso funzionando da motore assorba corrente in ritardo lavorando da 0 a metà carico e assorba invece corrente in anticipo lavorando a carichi superiori. Per contro, funzionando come generatore in caso di recupero fornisce corrente in anticipo con carico da 0 a metà carico e corrente in ritardo per carichi superiori.

Ciò si poté ottenere mediante uno speciale dispositivo nell'eccitatrice del motore sincrono.

g. Ve.

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

*Tipi di resistenze a griglia* in cassetta unica di tipo normale sono descritte nella Gen. Elec. Rev. del giugno 1926. Queste resistenze hanno permesso di perfezionare i comandi elettromagnetici per ausiliari di laminatoi, poichè il loro modo di costruzione ne facilita il ricambio e le riparazioni. Esse sono costituite di due pareti laterali in lamiera stampata, di tre sbarre inferiori di collegamento per il sostegno delle griglie, di due sbarre laterali, del necessario isolamento in mica e dei morsetti.

Le griglie sono robuste e rigidamente sostenute in tre punti. Una resistenza completa può essere costituita da più cassette, sviluppate in nove dimensioni normali come indicato in una tabella riprodotta nell'articolo. Essendo intercambiabili, esse possono servire per resistenze per varie intensità e perciò la spesa per l'impianto di resistenze di riserva è ridotta al minimo. Questo è particolarmente vantaggioso nell'industria siderurgica, ove le resistenze per i vari comandi sono molto numerose. Nell'articolo sono riprodotte alcune fotografie di impianti di resistenze di questo genere.

### APPLICAZIONI VARIE.

*Un dispositivo elettrico per la depurazione del fumo*, di tipo speciale, è stato installato in una officina tedesca che brucia lignite. Il dispositivo, che occupa uno spazio di m.  $8 \times 5 \times 6$  è installato alla base del camino, ed è destinato a depurare circa 100 metri cubi di fumo per secondo, alla temperatura di  $200^\circ$ ; esso consta di due camere disposte in parallelo, comandabili con ventole, ed entro alle quali sono sospesi, a isolatori in porcellana, degli elettrodi alti 5 m; un dispositivo meccanico permette di scuotere gli elettrodi negativi durante il funzionamento. La corrente è fornita attraverso un trasformatore da 20 kVA, a 380/65.000 V, e viene cambiata in corrente continua mediante un gruppo con motore sincrono. Il grado di purificazione che si può raggiungere è del 50 % quando passano circa 400.000 m<sup>3</sup> di fumo all'ora, e del 55 % quando circolano soltanto 340.000 m<sup>3</sup> all'ora.

### ELETTROFISICA.

*Un esame completo delle radiazioni emesse dall'arco fra elettrodi di carbone* è stato eseguito dal Bureau of Standard (Washington) allo scopo di trovare una sorgente artificiale di radiazioni sufficientemente simili a quelle solari, per scopi terapeutici. L'esame fu compiuto sia tracciando lo spettro ultravioletto completo mediante uno spettroscopio di quarzo, sia esaminando lo spettro stesso con una termopila e diversi schermi assorbenti. Si riconobbe che l'arco ad alta intensità di corrente (120 A) si approssima più di ogni altro, come composizione spettrale, al sole; sebbene contenga una parte notevole di onde più lunghe di  $0,4 \mu$  che non esistono nel sole, esse possono essere eliminate con uno schermo di quarzo fuso.

\*

Di uno studio sulla *variazione dell'intensità della corrente termionica col variare della distanza fra il filamento e l'anodo* è fatto parola nei Comptes Rendus de l'Ac. des Sciences (seduta del 26 aprile 1926). Lo studio fu compiuto con un filo di platino coperto di ossido di calcio che poteva essere allontanato dalla placca mediante vite micrometrica che permetteva spostamenti di un cinquantesimo di millimetro; la distanza fra filamento e anodo poteva variare fra 1,2 mm e 0,01 mm. Si è riconosciuto in generale che l'intensità di corrente, per una data caduta di tensione, nel filamento, presenta un massimo ad una certa distanza, mentre diminuisce per le piccole distanze. La temperatura del filamento non resta costante, ma diminuisce quando si avvicina molto all'anodo; il fenomeno della diminuzione della corrente permane però anche se si provvede a mantenere costante la temperatura del filamento regolando opportunamente la corrente di riscaldamento.

### IMPIANTI.

*Una grande centrale termoelettrica* da 125.000 kW. è in costruzione a Finkenheerd sul lago di Brieskow (Oder). La centrale, che in un primo tempo conterrà due gruppi da 15620 kVA, consuma ligniti da 2000 calorie per chilogrammo. Qualche difficoltà ha presentato l'installazione di presa dell'acqua dal lago, il quale presenta variazioni di livello di circa cinque metri. Le caldaie utilizzano l'acqua di condensa, in ciclo chiuso; l'acqua del lago, presa per compensare le perdite, viene depurata, deaereata e mantenuta in recipienti fuori del contatto dell'aria per evitare corrosioni nelle caldaie. Un grave problema era quello dell'eliminazione della grande quantità di ceneri. Esse vengono convogliate, da una corrente d'acqua, in un grande canale tubolare e condotte in un bacino; una pompa speciale riprende l'impasto d'acqua e ceneri e lo convoglia in speciali bacini di decantazione. In un primo tempo vengono installate cinque caldaie Babcock e cinque caldaie Steimüller da 650 m<sup>2</sup> di superficie riscaldata, con economizzatori da 450 m<sup>2</sup> e surriscaldatori da 200 m<sup>2</sup>.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

L'elettrometro è stato utilizzato per la costruzione di un *dinamometro registratore per piccoli spostamenti* dei punti di applicazione delle forze, secondo una relazione presentata all'Ac. des Sciences di Parigi (seduta del 12 luglio 1926).

L'elettrometro, di costruzione particolare, è usato con corrente alternata. La forza da misurare agisce deformando una lamina che fa parte dell'armatura dell'elettrometro, e variando quindi la sua distanza dall'altra parte dell'armatura. In generale le deformazioni della lamina devono essere dell'ordine di pochi decimi di millimetro; la lamina si può cambiare per adattarne lo spessore al valore della forza in giuoco. Una lamina di m 1,8 di spessore usata per forze da 0 a 3 kg produce uno spostamento dell'indice luminoso di 15 a 20 cm su una scala a un metro di distanza. Una lamina di 0,2 mm serve per forze dell'ordine di 10 grammi; una lamina di 6 mm si può usare con forze dell'ordine del quintale. L'apparecchio, molto sensibile, si presta bene alla registrazione fotografica.

\*

*Un dispositivo per misure di precisione ad alta frequenza mediante l'elettrometro a quadranti* è stato descritto nei Compt. - Rend. de l'Ac. des Sciences (seduta del 20 giugno 1926). Il dispositivo che non fa alcun uso di lampade a tre elettrodi, comprende un elettrometro derivato su una grande autoinduzione in serie con una piccola capacità, formanti insieme una diagonale di un ponte di Wheatstone costituito da quattro condensatori; uno dei quali (in parallelo con un condensatore cilindrico di piccola capacità) è il condensatore di cui si vuol misurare la capacità; sull'altra diagonale è applicata una forza elettromotrice di alta frequenza ( $\lambda = 6000$  m). La misura avviene col metodo di riduzione a zero. Con un elettrometro a quadranti tipo Moulin una variazione relativa di capacità di  $4 \times 10^{-6}$  produce uno spostamento di 1 mm dell'indice luminoso nello zero della scala. Il metodo è stato applicato allo studio della variazione delle costanti dielettriche dei liquidi colla pressione, ed ha permesso di riconoscere la variazione della costante nel benzene per una variazione di pressione di 3 cm di mercurio.

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

*Amplificatori a vuoto con filamenti di tungsteno ricoperto con torio* sono stati vantaggiosamente sperimentati. Per costruirli si ricopre il filo di tungsteno con uno strato di ossido di torio e lo si sottopone per uno o due minuti a una temperatura di  $2900^\circ$ , e poi si mantiene per qualche minuto a  $2250^\circ$ ; con questo trattamento si eliminano le impurità gassose e si trasforma parzialmente in torio puro, l'ossido di torio. L'emissione per un filamento così trattato, alla temperatura di  $1380^\circ$  è eguale a quella di un filamento di solo tungsteno portato a  $2000^\circ$ ; ciò è dovuto al potenziale di contatto fra torio e tungsteno. I filamenti non devono venire usati a temperature superiori a  $1900^\circ$  altrimenti il torio si elimina rapidamente; a  $1900^\circ$  la durata di un filamento è di circa 1000 ore, ed è ancora superiore per temperature di impiego più basse.

### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

La maggior parte delle reti di distribuzione per forza e luce nelle grandi città americane è trifase a quattro fili per 2300/4000 volt. Vi sono però anche reti trifasi a tre fili a 4600 volt. In altri casi si adottano tensioni di distribuzione più elevate e si segue il metodo così detto diretto con una sola trasformazione o quello indiretto con due trasformazioni adottando una tensione intermedia di 2300 o 4000 volt. Col metodo diretto i circuiti ad alta tensione sono simili a quelli a bassa perchè sono distribuiti su tutto il territorio servito. Invece col metodo indiretto viene scelta una certa area, nella quale viene collocata una sottostazione di trasformazione, che è alimentata ad alta tensione oltre 10.000 volt e questa a sua volta alimenta una rete a 2300 volt a tre fili, o a 4000 volt a quattro fili.

### VARIE.

Esperienze sull'*influenza dell'illuminazione artificiale* sull'accrescimento delle piante sono state compiute per conto della Westinghouse Lamp. Co. Esse hanno confermato, come altra volta era stato osservato, che l'illuminazione artificiale accelera molto lo sviluppo dei vegetali: l'effetto è specialmente sensibile all'epoca della fioritura la quale viene molto affrettata. Il metodo sperimentale consisteva nell'eseguire con un dispositivo meccanico una serie di fotografie, in un dato numero per ogni ora, della pianta soggetta all'esperienza, in modo da poter poi studiare con agio l'andamento del suo sviluppo.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

OTTORINO POMINI. — *Riduttori - Principi, materiali, calcolo, esempi.* - Un volume di pag. 561, 16,3 x 24 cm., con 388 figure — Milano - Hoepli, 1927. — L. 58.

Non avviene di frequente di trovarsi davanti ad un trattato dedicato al calcolo di ruote dentate, il quale esordisca con una poesia! Pure, la giustificata sorpresa che prova il lettore nell'aprire il volume, va spegnendosi nel progredire della lettura di queste pagine, tanto è

la forza di convinzione e l'ardore di entusiasmo che l'A. ha saputo trasfondere nell'opera sua. Convinzione ed ardore, frutto della perfetta assimilazione e della profonda elaborazione intellettuale che l'A. ha compiuto sulla materia, durante tutta una vita di studio teorico e di realizzazione pratica di officina.

Il lettore che con più fredda disposizione di mente segue la trattazione, non può a meno di ammirare il contributo personale veramente notevolissimo dall'A. portato a questo ramo, complesso e assai delicato, delle costruzioni meccaniche. Nelle precedenti sue pubblicazioni ben note, l'A. ha esposto tutta una teoria propria sul comportamento degli ingranaggi, arrivando a formule proprie di calcolo.

Il presente volume costituisce fondamentalmente una riconferma delle formule precedentemente date, alla luce dei risultati delle nuove esperienze e delle nuove ricerche, sia personalmente eseguite dall'A., sia dall'A. raccolte, con larghissima conoscenza della bibliografia tecnica internazionale, dalle fonti più svariate.

Chi conosca le altre opere dell'A. troverà qui ancora il caratteristico andamento polemico e la critica battagliera del Pomini. Vero è che, in questa critica e in questa polemica, Egli porta una competenza ed una sicurezza tecnica che gli danno una visione ben netta del problema nei suoi aspetti così fisici che costruttivi, tantoché il lettore è quasi invincibilmente portato a seguire le vedute dell'A.

Pur tenendo nel debito conto la posizione un po' unilaterale assunta dall'A., il libro appare del più alto valore. La sua importanza trascende il campo dei riduttori per invadere in molte parti quello generale della costruzione di macchine.

Alcuni capitoli, come quelli sull'indebolimento degli alberi per le accidentalità della loro superficie, sull'uso particolare dei diversi materiali, sulla lubrificazione forzata e quello sul consumo delle dentature, costituiscono delle trattazioni veramente classiche.

Il libro è ricchissimo di esempi costruttivi illustrati da molte nitide figure. I riduttori per marina, tanto importanti, vi sono particolarmente trattati.

Chi legge, non può a meno di rilevare lo stile peculiare, il periodare elegante, e non infrequentemente ricercato, che l'A. studiosamente adopera. Qualche volta il vezzo gli toglie anche la mano; come ad esempio, tanto per citare un caso, dove gli avviene di consigliare di buttare a mare « l'ingranaggio che esordisce iterando rata-tuja »!

Nemmeno giovano alla chiarezza della trattazione, le troppo frequenti digressioni che l'A. ama prendersi ogni qual tratto, e che gli fanno lasciare le imperfezioni dei denti degli ingranaggi per la luminosa morte di Goethe, o le misere fotoelastiche per l'equilibrio del cosmo. Ma l'amore onde l'A. è pervaso per la propria disciplina scientifica gli permette di riconoscere pur attraverso il ronzio degli ingranaggi, l'armonioso canto del creato!

A parte queste osservazioni puramente formali, la nuova opera del Pomini costituisce indubbiamente un degno complemento alle precedenti sue pubblicazioni già tanto apprezzate, e torna indubbiamente a decoro della ingegneria e della letteratura tecnica italiana.

\*

#### Tables Annuelles de Constantes et Données Numeriques.

E' stato pubblicato un estratto dal volume V della nota raccolta di costanti per la fisica, la chimica e la tecnologia, pubblicata come è noto, sotto il patronato del Consiglio Internazionale di Ricerche e dell'Unione Internazionale della Chimica pura ed applicata.

L'estratto in parola riguarda l'elettricità, il magnetismo e l'elettrochimica e contiene i valori ufficiali e più attendibili delle costanti numeriche relative a questi rami della scienza e della tecnica.

Per questa importante pubblicazione i soci dell'A. E. I. potranno usufruire di un prezzo di favore e precisamente di franchi 57,75 (invece di fr. 77) per l'esemplare rilegato, e di franchi 42 (invece di fr. 56) per l'esemplare non rilegato.

Tale somma dovrà essere inviata a Mr. Charles Marie - Secrétaire Général du Comité International - Rue de Bagneux, 9, Paris (6°).

\*

F. KAPPER. — *Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica* - Traduzione di M. G. Fontana - Torino, Luigi Avalle 1926, pag. 418. — Prezzo L. 55.

Il libro del Kapper che viene presentato per la prima volta nella traduzione italiana sulla quarta edizione tedesca, riguarda tutto quanto ha rapporto alle linee di trasmissione di energia elettrica considerate sotto l'aspetto meccanico, prescindendo completamente dalle calcolazioni elettriche.

L'A. ha cercato di rendere il suo libro di carattere quanto più era possibile pratico ed applicativo. Ha perciò ridotto al minimo le trattazioni teoriche ed esposto nel modo più semplice i calcoli di resistenza. La semplificazione è talvolta spinta fino al punto da lasciare il dubbio che la materia trattata sia sufficiente alla calcolazione completa delle condizioni di stabilità di una grande rete di trasmissione.

Per quanto ha riguardo invece alle linee di media importanza e alle reti di distribuzione, il libro è utilissimo perché chiaro e completo. L'applicazione pratica delle calcolazioni è illustrata da molti esempi numerici che ne chiariscono la portata ed il modo di condurla.

Le modalità esecutive e le particolarità di costruzione sono diffusamente descritte, tantoché per questa parte il libro può servire di ottima guida ai montatori.

Il traduttore avrebbe fatto bene a sostituire completamente quei paragrafi che fanno diretto riferimento alla legislazione tedesca e che perdono ogni valore nella traduzione italiana; tale è il caso, ad esempio del paragrafo riguardante le trattative per appoggio su proprietà private, e in parte di quelli relativi agli attraversamenti e ai prezzi unitari di costo, ecc.

Il testo fa naturalmente riferimento alle Norme tedesche per le condutture. Opportunamente però l'A. ha provveduto a riportare in appendice le Norme italiane emanate dall'A. E. I. In più del testo originale, l'A. ha anche inserito un capitoletto relativo alle palificazioni in cemento armato centrifugato.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI NAPOLI

#### Assemblea generale del 17 e 18 dicembre 1926.

Questa assemblea generale, che ha avuto il suo svolgimento nei giorni 17 e 18 corrente mese è stata convocata per la conferenza dell'Ing. Prof. Mario Medici sul tema: « *Sulle attuali direttive della tecnica delle turbine a vapore* ».

Presiede il Presidente, Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia. Segretario, Ing. Carlo Gigante.

Il Presidente apre la seduta alle ore 21 e presenta il conferenziere all'assemblea e così continua: « il mondo cammina. Abbiamo veduto De Pinedo solcare i mari ed i continenti col suo Gennariello, il Generale Nobile svelare il mistero della sfinge del Polo col Norge, Marconi conseguire col sistema delle onde a fascio la perfetta trasmissione radioaerea attraverso il globo. Recentemente il Duce ha comunicato che presto le frecce del mare solcheranno l'Oceano a velocità fantastica.

« Non minori progressi si realizzano nella utilizzazione delle risorse terrestri: l'elettrochimica ha risolto il problema della captazione dell'azoto atmosferico per fertilizzare le terre; Bergins ed altri hanno trovato i processi industriali per trasformare i combustibili solidi nei carburanti liquidi facendoci sperare di scuotere un giorno la schiavitù incombente del petrolio straniero. I progressi della fisica, della meccanica, della metallurgia e della siderurgia consentono la sempre più economica utilizzazione dei combustibili per la creazione dell'energia elettrica, che è l'universale propulsore del progresso umano e della odierna civiltà. E così mentre James Watt, l'inventore della macchina a vapore, chiamava assassino Richard Trevithick perché osava proporre l'utilizzazione del vapore alla pressione di atmosfere 4,25 oggi i tecnici ed i costruttori creano le caldaie Atmos con bollitori rotativi e con vapore fino a 100 atmosfere ed a 400°, le caldaie Benson con vapore alla pressione critica di 224,4 atmosfere, le caldaie Löffler a 100 atmosfere ed 400° con calore fornito ai bollitori dal vapore surriscaldato, e costruiscono impianti complessi con ciclo a rigenerazione di vapore ed a surriscaldamenti intermedi realizzando rendimenti pratici molto superiori a quelli ottenuti mediante il classico ciclo di Carnot.

« La siderurgia e la meccanica hanno un grande merito in questi progressi; camminando affiancate e producendo macchinari che sopportano pressioni quintuple delle massime dell'avanti guerra, e realizzando non solo economie di esercizio nei combustibili, il cui consumo dai 1200 g. per kWh nel periodo prebellico è disceso ai 500 g. di oggi, ma altresì economia di spazio, di peso, di costo di impianto e di personale di esercizio. La siderurgia produce oggi acciai al carbonio resistenti a 30 kg per mm<sup>2</sup> ed a 500°, acciai speciali di 60 kg e 500°, leghe speciali di 40 kg e di 700°. Mercè di essa sono possibili le moderne turbine a vapore ad altissime pressioni ed a temperature di vapore di ammissione fino a 500°; con queste altissime pressioni si presenta la macchina a vapore alternativa alla riscossa contro la turbina, e si avanza coraggioso per le supercentrali con unità di 15.000 HP, e presto superiori, il motore Diesel a due tempi ed a doppio effetto.

« Il Prof. Medici vi parlerà dei progressi delle turbine a vapore; ed io mi auguro che altri possa un giorno intrattenervi sui progressi realizzati dal motore Diesel ».

Il Prof. Medici legge la sua conferenza illustrata con proiezioni ed assai interessante, successivamente nei giorni 17 e 18, riscuotendo le approvazioni dell'uditorio. La conferenza sarà riprodotta in un numero del giornale *L'Elettrotecnica*.

In entrambe le sere il Presidente toglie la seduta alle ore 23.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *Le intensità di corrente ammissibili nei cavi.*

Mentre il Comitato Elettrotecnico Italiano sta preparando una nuova edizione di quelle Norme per gli impianti, che da molti anni, per diverse ragioni, non poterono essere rivedute nè aggiornate, e mentre, d'altra parte, si delinea un'iniziativa di carattere internazionale per rendere uniformi nei vari paesi i criteri per il collaudo e per l'uso dei cavi, riuscirà assai opportuna la pubblicazione, che oggi iniziamo, dello studio dell'Ing. BOSONE. Valendosi della nota e suggestiva analogia fra la legge di Ohm e la legge che governa il flusso del calore e della non meno interessante analogia che permette di esprimere la resistenza termica dell'isolamento dei cavi colla stessa formula che ne esprime la capacità elettrostatica, il Bosone ha determinato analiticamente la legge di raffreddamento dei cavi percorsi da corrente e quindi le intensità massime di corrente ammissibili che dipendono ovviamente dalla temperatura del mezzo in cui il cavo è immerso e dalla temperatura massima che si può consentire durevolmente per il materiale isolante. I risultati teorici sono stati diligentemente messi a confronto, con quelli di numerose ricerche sperimentali e coi dati delle più autorevoli norme in materia, cosicchè lo studio del Bosone può dirsi veramente completo. E possiamo così ancora una volta citare ad onore la industria italiana dei cavi che sa tenere così alto coi suoi prodotti il nome del nostro Paese all'Estero, e che, bene compresa dell'importanza delle ricerche scientifiche e di laboratorio, ha sempre promosso e promuove continuamente esperienze e studi, che più volte abbiamo visto con piacere citati dagli stranieri.

### *Interruttori a richiusura automatica.*

Di questi apparecchi tanto utili per ridurre la durata delle interruzioni di servizio, e in complesso ancora così poco diffusi nei nostri impianti, si è occupata, com'è noto, la recente Riunione di Brescia. A corollario di quella discussione, diamo oggi una breve nota dell'Ing. MONTIROLI il quale descrive un ingegnoso apparecchio del genere costruito in Italia, che, valendosi di energia e di mezzi puramente meccanici, risponde assai felicemente ad una delle più serie obiezioni rivolte agli interruttori a comando elettrico: quella di richiedere, per essere veramente efficaci, sorgenti ausiliarie di energia praticamente ammissibili solo nelle centrali o nelle sottostazioni di una certa importanza.

### *Impianti telefonici privati.*

In una nota pubblicata più avanti, l'Ing. M. MEZZANA, espone alcuni criteri pratici e formula alcuni consigli circa la installazione degli impianti telefonici privati, che per quanto intrinsecamente assai semplici, non sembra siano sempre tenuti nel dovuto conto dagli interessati.

LA REDAZIONE.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## IL RISCALDAMENTO DEI CAVI IN CARTA IMPREGNATA A CARICO CONTINUO ED INTERMITTENTE □ □ □ □ □

### STUDIO TEORICO E SPERIMENTALE

L. BOSONE

#### *Premesse.*

La determinazione della corrente ammissibile nei cavi agli effetti del loro riscaldamento è comunemente fatta in base alle tabelle pubblicate nelle norme delle diverse Associazioni tecniche; ma i metodi di calcolo che, unitamente alle esperienze, hanno servito alla compilazione di queste tabelle sono generalmente poco conosciuti, all'infuori dello stretto ambito dei tecnici che si occupano della costruzione dei cavi. Tuttavia il problema presenta particolare interesse non soltanto per il costruttore ma anche per il numero assai maggiore dei tecnici addetti al progetto ed all'esercizio delle reti di distribuzione essendo per questi assai utile di poter calcolare le sopraelevazioni di temperatura dei cavi per le diverse condizioni di carico permanente o temporaneo che possono presentarsi in relazione alle diverse esigenze del servizio.

In questa nota mi sono anzitutto prefisso di riassumere i metodi di calcolo seguiti per determinare il riscaldamento dei cavi sottopiombo e le formule usate per il calcolo delle correnti di regime permanente in relazione alla sopraelevazione di temperatura, mostrando come esse si possono facilmente dedurre dall'applicazione ai circuiti termici di una legge analoga alla legge di Ohm che si applica ai circuiti elettrici.

Ho riportato quindi i dati di numerose esperienze eseguite presso il Laboratorio Sperimentale della Soc. An. Ing. V. Tedeschi e dirette alla determinazione dei valori delle costanti termiche che entrano nelle formule suddette. Ho creduto interessante un contributo sperimentale in tale materia in considerazione delle grandi discordanze che si rilevano fra i risultati pubblicati dai diversi sperimentatori, discordanze necessariamente dovute alle differenze costruttive, sia per materiali che per lavorazione, fra i cavi fabbricati da Ditte diverse.

In base ai valori medi delle costanti termiche determinati sperimentalmente, ho calcolato le tabelle delle intensità di corrente ammissibili in regime permanente nei cavi in carta impregnata unipolari e trifasi, aerei e sotterranei, e le ho confrontate con quelle in uso secondo le attuali norme.

Passando poi allo studio dei cavi in periodo transitorio di riscaldamento, cioè a carico temporaneo od intermittente, ho pure riassunto i metodi di calcolo in uso e ne ho dedotto alcune formule utili per la determinazione della costante di tempo e per il calcolo delle correnti ammissibili di sovraccarico. Ho infine riportato i risultati ottenuti nella determinazione sperimentale delle curve di riscaldamento e delle costanti di tempo di una serie di cavi unipolari e trifasi costruiti dalla Ditta Tedeschi.

PARTE I<sup>a</sup>.

#### Riscaldamento a regime di temperatura permanente.

##### 1. - La legge di Ohm applicata ai conduttori elettrici di forma qualunque.

Per meglio seguire le considerazioni svolte in seguito è opportuno richiamare alcune nozioni sul calcolo della resistenza di un conduttore elettrico di forma qualunque ed in particolar

modo della resistenza che presentano gli strati isolanti nei cavi sotto piombo.

La legge di Ohm si applica ad un elemento di volume di un mezzo conduttivo percorso dalla corrente esprimendo che la componente secondo una data direzione della densità di corrente è proporzionale alla componente della forza elettrica, o del gradiente del potenziale, nella direzione stessa. Da questa legge, e dalla considerazione che attraverso una superficie chiusa qualunque il flusso del vettore densità di corrente deve essere nullo, si può facilmente dedurre che le linee di corrente in un mezzo conduttivo compreso fra due elettrodi hanno lo stesso andamento delle linee di forza nel dielettrico di un condensatore della stessa forma, cioè di un condensatore le cui armature sostituiscono gli elettrodi ed il cui dielettrico sostituisce il mezzo conduttivo del sistema precedente.

Questa corrispondenza permette di calcolare la resistenza di un conduttore di forma qualunque in funzione della capacità del condensatore della stessa forma secondo la relazione seguente:

$$R = \frac{\rho}{4\pi C}$$

ove  $\rho$  è la resistività elettrica del mezzo conduttivo e  $C$  la capacità del corrispondente condensatore con isolante di costante dielettrica unitaria, o più propriamente è il *coefficiente geometrico* di tale capacità ed è funzione soltanto delle dimensioni del sistema. Per avere  $R$  in Ohm si dovrà esprimere  $\rho$  in Ohm per cm e  $C$  in cm (le sue dimensioni sono quelle di una lunghezza).

Se invece si esprime  $C$  in microfarad la formola che dà la resistenza in Ohm è:

$$R = \frac{\rho}{4\pi C} \frac{1}{9 \times 10^9}$$

Applichiamo questa formola alla determinazione della resistenza d'isolamento di un *cavo unipolare* sotto piombo (fig. 1 A).

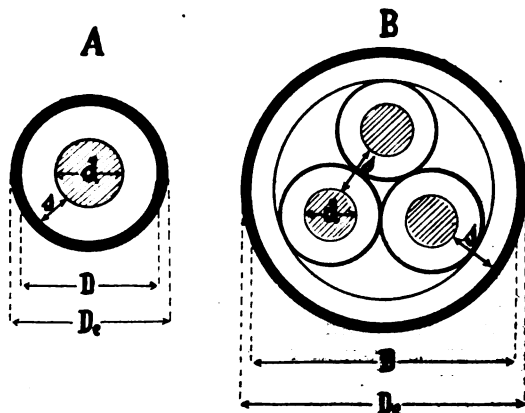


Fig. 1. — Sezioni dei cavi normali.

Il corrispondente condensatore è quello ad armature cilindriche concentriche formato dal conduttore e dal tubo di piombo, ed il coefficiente geometrico della sua capacità per una lunghezza  $l$  del cavo è:

$$C = \frac{l}{2 \log_e \frac{D}{d}}$$

e quindi per la relazione precedente la resistenza elettrica offerta dallo strato isolante è:

$$R = \rho_i \frac{\log_e \frac{D}{d}}{2\pi l}$$

ove  $\rho_i$  è la resistività del materiale isolante. Per un cm di lunghezza del cavo la resistenza d'isolamento, introducendo nella formola il log. decimale, è quindi:

$$R = 0,366 \rho_i \log \frac{D}{d} \quad (1)$$

Per un *cavo trifase*, (fig. 1 B) la resistenza d'isolamento esistente fra il complesso dei tre conduttori elettricamente collegati ed il tubo di piombo, è:

$$R = \frac{\rho_i}{4\pi C_s}$$

ove  $C_s$  è il coefficiente geometrico della capacità del corrispondente condensatore che si ottiene dividendo per il valore della costante dielettrica dell'isolante la capacità dei tre conduttori in parallelo verso il piombo.

Se si esprime  $C_s$  in microfarad/km la resistenza d'isolamento per un cm di lunghezza del cavo è:

$$R = \rho_i \frac{1}{4\pi C_s \cdot 10^{-5}} \frac{1}{9 \times 10^9} = \rho_i \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot C_s} \quad (2)$$

Il coefficiente geometrico  $C_s$  si può misurare se si conosce il valore della costante dielettrica del materiale isolante oppure calcolare in base alle dimensioni del sistema e per il tipo di cavo simmetrico normale, avente lo stesso spessore isolante fra due conduttori e fra ciascun conduttore ed il piombo, si può esprimere in funzione di una sola variabile e cioè del rapporto  $\frac{s}{d}$  fra lo spessore isolante ed il diametro del conduttore, essendo uguale la capacità per cavi aventi sezioni geometricamente simili. Poichè la formola (2) è di applicazione corrente nel calcolo delle intensità di corrente ammissibili nei cavi trifasi, ho riportato nel diagramma della fig. 2 i valori di  $\frac{1}{C_s}$  in funzione del rapporto  $\frac{s}{d}$  per i cavi trifasi cordati di tipo normale (1).

Analogamente, se si considera il caso più generale di un *cavo con n conduttori*, la resistenza d'isolamento fra il complesso dei conduttori fra loro collegati ed il piombo si può esprimere per un cm di lunghezza del cavo colla formola:

$$R = \rho_i \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot C_n} \quad (3)$$

ove  $C_n$  è la capacità (in microfarad per km e per costante dielettrica  $\epsilon = 1$ ) degli  $n$  conduttori collegati in parallelo verso il piombo.

## 2. - L'equivalente della legge di Ohm nella trasmissione del calore.

La trasmissione del calore attraverso ad un mezzo termicamente conduttivo obbedisce ad una legge del tutto simile alla legge di Ohm, che regola la propagazione dell'elettricità attraverso un mezzo elettricamente conduttivo. Infatti nel caso del fenomeno elettrico in ogni punto la densità della corrente in una data direzione è proporzionale, secondo un coefficiente detto di *conduttività elettrica*, al valore della componente della forza elettrica o del gradiente del potenziale nella stessa direzione; mentre nel fenomeno termico la densità del flusso di calore, cioè la *quantità di calore* che passa nell'unità di tempo attraverso l'unità di area normale alla direzione considerata, è proporzionale, secondo il *coefficiente di conduttività termica*, al gradiente della temperatura nella direzione stessa.

Nello studio della propagazione del calore si possono quindi applicare le stesse formole che si usano per la propagazione della corrente elettrica nei conduttori di forma qualunque e che derivano dalla legge di Ohm, quando si sostituisca al circuito elettrico il *circuito termico*, alla differenza di potenziale elettrico la differenza di temperatura, alla corrente elettrica la corrente di calore, cioè la *quantità di calore* che passa attraverso una data sezione nell'unità di tempo, ed alla resistenza elettrica la *resistenza termica*. E questa potrà a sua volta definirsi e calcolarsi colle stesse espressioni della resistenza elettrica sostituendo alla conduttività elettrica quella termica, oppure alla resistività elettrica la *resistività termica* eguale all'inversa della conduttività.

Nelle seguenti applicazioni della legge di Ohm ai circuiti termici intenderemo che le diverse grandezze siano misurate in unità del sistema pratico così definite:

Unità di corrente termica: Watt.

Unità di differenza di temperatura: grado cent.

Unità di resistenza termica:  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  cioè la resistenza di

un conduttore termico percorso dalla corrente di un Watt per effetto della differenza di temperatura di un grado.

Unità di resistività termica:  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  cm cioè la resistenza

(1) Vedasi lo «Studio teorico sperimentale sulla capacità dei cavi trifasi cordati» del Dr. Sacchetto - L'Elettrotecnica, 5 settembre 1921.

di un conduttore termico avente la lunghezza di 1 cm e la sezione di 1 cm<sup>2</sup>.

L'espressione della legge di Ohm applicata al circuito termico è dunque:

$$\theta = \Sigma W$$

ove  $\theta$  indica la differenza di temperatura applicata,  $W$  la corrente termica e  $\Sigma$  la resistenza termica.

### 3. - Applicazione al riscaldamento dei cavi sotto piombo.

**Notazioni e Convenzioni.** — Nelle formule relative al riscaldamento dei cavi useremo le seguenti notazioni per le diverse grandezze, di alcune delle quali verrà meglio precisato il significato nella trattazione seguente:

- $S$  = Sezione di un conduttore in cm<sup>2</sup>.
- $d$  = Diametro del conduttore in cm.
- $s$  = Spessore isolante in cm.
- $D$  = Diametro interno del tubo di piombo in cm.
- $D_e$  = Diametro esterno del tubo di piombo in cm.
- $D_j$  = Diametro esterno del cavo sul rivestimento di juta in cm.
- $s_j$  = Spessore della imbottitura esterna di juta, nei cavi sotterranei, in cm.
- $n$  = Numero dei conduttori.
- $C_n$  = Capacità in microfarad/km per  $\epsilon=1$  degli  $n$  conduttori, collegati in parallelo rispetto al piombo.
- $r$  = Resistenza di un cm del conduttore alla temperatura di regime in ohm.
- $\rho$  = Resistività del conduttore alla temperatura di regime in ohm  $\times$  cm.
- $I$  = Corrente di regime in ciascun conduttore (valore efficace per la corrente alternata) in Amp.
- $W = n r I^2$  = Potenza sviluppata per effetto joule nei conduttori per cm di cavo in Watt.
- $\theta_o$  = Sopraelevazione di temperatura del conduttore sull'ambiente a regime in gradi cent.
- $\theta_p$  = id. id. per il piombo.
- $\sigma_i$  = Resistività termica dell'isolante in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  cm.
- $\sigma_T$  = Resistività termica del terreno in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  cm.
- $\sigma_j$  = Resistività termica della juta in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  cm.
- $h$  = Coefficiente di conduttività termica esterna del tubo di piombo in  $\frac{\text{Watt}}{\text{grado} \times \text{cm}^2}$
- $\Sigma_i$  = Resistenza termica dell'isolante in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  per 1 cm di lunghezza del cavo.
- $\Sigma_j$  = Resistenza termica dell'imbottitura di juta in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  per 1 cm di lunghezza del cavo.
- $\Sigma_T$  = Resistenza termica del terreno in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  per 1 cm di lunghezza del cavo.
- $\Sigma_e$  = Resistenza termica di dispersione esterna per i cavi aerei in  $\frac{\text{grado}}{\text{Watt}}$  per 1 cm di lunghezza del cavo.
- $p$  = Profondità d'immersione del cavo nel terreno in cm.

I logaritmi saranno espressi nella base decimale.

Data la grande conducibilità termica del rame rispetto a quella del materiale isolante dei cavi, ammetteremo che la temperatura, o potenziale termico, sia eguale in tutti i punti del conduttore di modo che si possa parlare di una temperatura unica del conduttore stesso. La stessa osservazione facciamo per il rivestimento e per l'armatura di ferro, cioè trascureremo la caduta di temperatura in questi materiali in considerazione della loro grande conducibilità termica e del piccolo spessore dei rivestimenti.

Terremo conto inoltre soltanto del calore generato nei conduttori per effetto joule. Per i cavi ad alta tensione una certa quantità di calore, che è sempre però una piccola frazione di quella corrispondente all'effetto joule, si produce anche nello strato isolante per le perdite nel dielettrico. Di questa si può ad ogni modo tener conto approssimativamente attribuendo un congruo aumento alle perdite nel conduttore <sup>(2)</sup>.

Un'altra considerazione è importantissima per non cadere in errori grossolani nell'applicazione delle formule seguenti. E' noto che i cavi unipolari per corrente alternata si costruiscono comunemente senza armatura di ferro per evitare le perdite di energia per isteresi dovute al flusso magnetico alternativo che circonda il conduttore. Ma anche in tali condizioni una generazione di calore per effetto joule si può avere nel rivestimento di piombo per effetto delle correnti in esso indotte. L'entità di questo effetto varia secondo le modalità di posa perchè dipende dalle condizioni d'isolamento o di collegamento tra i tubi di piombo dei diversi cavi e fra ciascun tubo di piombo e la terra; sarebbe quindi difficile tenerne conto in una trattazione generale.

Si deve dunque ritenere che per i cavi unipolari le formule seguenti sono applicabili per corrente continua in ogni caso e per corrente alternata soltanto quando le condizioni di posa sono tali che risulti trascurabile la quantità di calore generata nei rivestimenti metallici in confronto a quella prodotta per effetto joule nei conduttori.

**Cavi subacquei.** — Il caso più semplice per lo studio del riscaldamento è quello dei cavi immersi in acqua corrente in modo che si possa ritenere che il tubo di piombo assuma la stessa temperatura dell'acqua circostante. La sopraelevazione di temperatura del conduttore sull'ambiente è allora eguale alla differenza di temperatura fra il conduttore ed il tubo di piombo.

Consideriamo dapprima il cavo unipolare della (fig. 1). Il calore generato nel conduttore si propaga in direzione radiale per effetto della differenza di temperatura precisamente come la corrente di dispersione attraverso l'isolante dovuta ad una differenza di potenziale elettrico applicata fra conduttore e piombo. Per quanto si è detto sopra la resistenza termica dello strato isolante può dunque calcolarsi colla stessa formula della resistenza d'isolamento, sostituendo alla resistività elettrica del mezzo isolante quella termica. La legge di Ohm, termica applicata alla lunghezza di 1 cm. del cavo a regime di temperatura, si esprime quindi colla relazione seguente, colle notazioni sopra citate e ricordando la (1) del paragr. 1:

$$\theta_o = \Sigma_i W \quad \text{ove} \quad \Sigma_i = 0,366 \log \frac{D}{d}$$

Per il cavo trifase normale della (fig. 1 b) supposto il carico equilibrato, potremo ammettere che la temperatura sia la stessa nei tre conduttori, data la loro disposizione simmetrica, cioè che essi siano allo stesso potenziale termico. La resistenza termica complessiva del materiale isolante può allora calcolarsi colla stessa formula della resistenza d'isolamento, quando questa s'intenda misurata fra i tre conduttori collegati in parallelo (cioè allo stesso potenziale elettrico) ed il piombo. Avremo dunque, ricordando la (2) del paragrafo 1:

$$\theta_o = \Sigma_i W \quad \text{cve} \quad \Sigma_i = \sigma_i \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot C_s}$$

ed i valori di  $\frac{1}{C_s}$  possono essere ricavati dal diagramma della fig. 2.

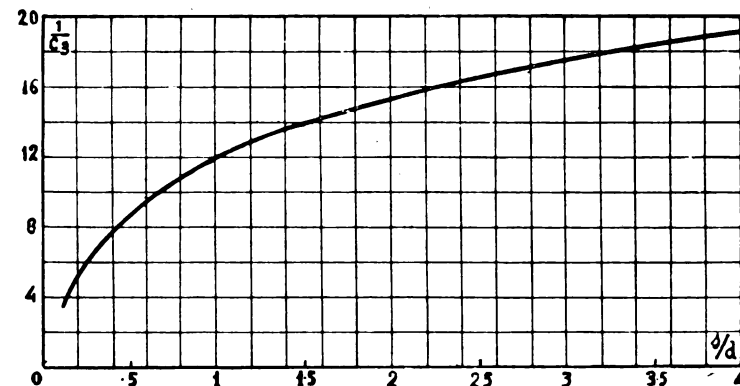


Fig. 2. — Valori del coefficiente geometrico  $\frac{1}{C_s}$  per il calcolo della resistenza termica dei cavi trifasi.

Si sono trattati i casi del cavo unipolare e trifase come quelli che più frequentemente si presentano in pratica. Più in generale se il cavo contiene  $n$  conduttori simmetricamente disposti rispetto al tubo di piombo, in modo che si possano considerare alla stessa temperatura, e se questi sono percorsi dalla

<sup>(2)</sup> SOLERI - «Le intensità di corrente ammissibili nei cavi ad alta tensione» - L'Elettrotecnica, 15-25 febbraio 1918.

medesima intensità di corrente si avrà:

$$\theta_0 = \Sigma_i W \quad \text{ove} \quad \Sigma_i = \sigma_i \frac{1}{36 \cdot \pi \cdot C_n}$$

*Cavi aerei.* — Intendiamo per cavi aerei quelli che devono essere installati all'aperto, in ambienti chiusi od in cunicoli, in modo che l'aria vi possa liberamente circolare intorno. In queste condizioni sono generalmente posati i cavi che servono per i collegamenti fra le macchine, i trasformatori ed i quadri nelle centrali e nelle sottostazioni. Il sistema di posa in cunicoli od in gallerie per le distribuzioni nel sottosuolo delle strade di città è pure molto usato all'estero, e specialmente negli Stati Uniti d'America, ma raramente è impiegato nel nostro paese ove, per ragioni economiche e di adattamento si preferisce ricorrere ai cavi interrati.

Nei cavi aerei il tubo di piombo è generalmente protetto da un rivestimento esterno di debole spessore (2-3 mm) di juta asfaltata.

A regime di riscaldamento permanente la quantità di calore  $W$  è trasmessa nell'unità di tempo dal tubo di piombo all'aria per ogni cm. di lunghezza del cavo. Finchè le sopraelevazioni di temperatura stanno nei limiti di poche decine di gradi, come è il nostro caso, si può ritenere che la quantità di calore trasmessa sia proporzionale alla caduta di temperatura  $\theta_p$  fra il piombo e l'aria ambiente ed alla superficie del tubo di piombo, che, per cm di lunghezza del cavo, vale  $\pi D_e$ , ed il coefficiente di proporzionalità  $h$  dicesi *coefficiente di conduttività termica esterna*. Esso dipende, come meglio vedremo in seguito, dallo stato della superficie (piombo nudo o rivestito e qualità del rivestimento) e dalle condizioni di posa. Potremo dunque scrivere:

$$W = h \cdot \pi D_e \cdot \theta_p \quad \theta_p = \frac{1}{h \cdot \pi D_e} W$$

Il termine  $\frac{1}{h \cdot \pi D_e}$  essendo il rapporto fra la caduta di temperatura esterna al cavo e la corrente di calore, può interpretarsi come una resistenza termica, e precisamente rappresenta la *resistenza termica esterna*  $\Sigma_e$ .

Nelle trasmissioni del calore dal conduttore verso l'ambiente questa resistenza è da considerarsi in serie con quella dovuta al dielettrico del cavo e quindi, se indichiamo con  $\theta_0$  la sopraelevazione di temperatura del conduttore a regime, potremo porre:

$$\theta_0 = (\Sigma_i + \Sigma_e) W \quad \text{ove} \quad \Sigma_e = \frac{1}{h \cdot \pi D_e}$$

Questa relazione si applica in generale per *cavi unipolari, cavi trifasi cordati normali e cavi ad n conduttori* simmetricamente disposti rispetto al tubo di piombo, se si calcolano i valori delle resistenze termiche dell'isolante  $\Sigma_i$  rispettivamente colle stesse formole sopra indicate per i cavi subacquei.

*Cavi sotterranei.* — Si chiamano cavi sotterranei quelli che vengono posati nel sottosuolo in contatto diretto del terreno. E' il sistema generalmente usato nel nostro paese per le distribuzioni di energia nelle città.

E' noto che tali cavi sono generalmente trifasi e vengono protetti da un'armatura, costituita di solito da due nastri di ferro avvolti a spirale, e che si dispone fra il piombo e l'armatura ed all'esterno di questa una imbottitura di juta catramata, di spessore variabile da 4 a 6 mm a seconda del diametro del cavo. Nei casi speciali in cui è necessario impiegare cavi monofasi questi non portano armatura di ferro e sono rivestiti da un semplice spessore di juta catramata.

Se si trascurano le resistenze termiche del piombo e dell'armatura di ferro, si devono in questo caso considerare tre resistenze termiche in serie e cioè, la  $\Sigma_i$  dovuta allo strato isolante, la  $\Sigma_j$  dovuta all'imbottitura di juta e la  $\Sigma_r$  corrispondente alla resistenza del terreno circostante.

La  $\Sigma_i$  si calcola come nei casi precedenti. La  $\Sigma_j$  è la resistenza di uno strato cilindrico e può quindi calcolarsi con una formola simile a quella usata per lo strato isolante nei cavi unipolari e cioè:

$$\Sigma_j = 0,366 \cdot \sigma_j \cdot \log \frac{D_j}{D_e}$$

Più difficile ed indeterminato è il calcolo della resistenza termica del terreno, per il quale occorre anzitutto conoscere la distribuzione delle superfici isoterme intorno al cavo. Alcuni autori ammettono che la superficie del suolo sia la isoterma corrispondente alla temperatura ambiente. Altri invece semplificano il problema supponendo il cavo immerso in un

mezzo solido indefinito e termicamente omogeneo ed ammettendo quindi che le superfici isoterme siano dei cilindri a sezione circolare coassiali al cavo.

Con quest'ultima ipotesi se  $D_r$  è il diametro del cilindro isoterma ove non è più sensibile l'effetto di riscaldamento del cavo od in altri termini di quello la cui temperatura è assunta come *temperatura ambiente*, la resistenza termica del terreno si riduce a quella dello strato cilindrico compreso fra i diametri  $D_j$  e  $D_r$  nel quale il calore si propaga in direzione radiale, e vale quindi:

$$\Sigma_r = 0,366 \cdot \sigma_r \cdot \log \frac{D_r}{D_j}$$

Sul valore da attribuirsi al rapporto  $N = \frac{D_r}{D_j}$  si notano divergenze notevoli fra i diversi autori. Così il *Picou*, che ha calcolato le tabelle dell'intensità di corrente ammissibili nei cavi sotterranei per incarico dell'« *Union des Syndicats de l'Electricité de France* », ammette  $N = 100$ . Invece le tabelle riportate nelle Norme tedesche del V. D. E. sono calcolate attribuendo a  $D_j$  un valore eguale a quattro volte la profondità di immersione del cavo nel terreno. Per cavi posti a 70 cm. di profondità, valore medio adottato in pratica, questa regola dà:

$$N = \frac{280}{D_j}$$

ed applicando tale formola dai minimi ai massimi diametri dei cavi si trova che  $\log N$  varia da 1,5 a 2,1, mentre secondo l'ipotesi del *Picou* si ha  $\log N = 2$  per qualunque diametro.

E' qui opportuno osservare che la resistenza termica del terreno rappresenta una parte in generale non prevalente della resistenza complessiva, e che quindi ad una data variazione del valore di  $\log N$  corrisponde una variazione percentuale assai minore della resistenza totale, ed una variazione ancora ridotta dell'intensità di corrente che, a pari sopraelevazione di temperatura, è inversamente proporzionale alla radice quadrata della resistenza termica. Sarebbe quindi inutile ricercare una grande approssimazione nel valore da attribuirsi al termine  $\log N$ , tanto più se si pensa che un'altra causa di maggiore incertezza sta nella grande variabilità dell'altro fattore  $\sigma_r$  il cui valore dipende dalla conformazione del terreno ed anche, in uno stesso luogo, varia entro larghi limiti col grado di umidità del suolo.

Ad ogni modo qualunque sia l'ipotesi ammessa si deve tener presente che essa non può avere valore se non in quanto i risultati del calcolo siano confermati dalle determinazioni sperimentali. Per parte nostra abbiamo riscontrato che le sopraelevazioni di temperatura calcolate secondo l'ipotesi ammessa dal V. D. E. concordano abbastanza bene colle misure eseguite. Porremo quindi, applicando la solita legge di ohm ai cavi sotterranei:

$$\theta_0 = (\Sigma_i + \Sigma_j + \Sigma_r) W$$

Ove  $\Sigma_i$  si calcola nello stesso modo che per gli altri sistemi di posa, e:

$$\Sigma_j = 0,366 \cdot \sigma_j \cdot \log \frac{D_j}{D_e}$$

$$\Sigma_r = 0,366 \cdot \sigma_r \cdot \log \frac{280}{D_j} \quad (\text{per } p = 70 \text{ cm})$$

#### 4. - Calcolo delle correnti di regime permanente.

Dalle precedenti espressioni, ricordando che:

$$W = n r I^2 = n \varrho \frac{I^2}{S}$$

e ricavando i valori di  $I$  si ottengono le seguenti formule per il calcolo delle intensità di corrente corrispondenti ad una determinata sopraelevazione di temperatura  $\theta_0$  del conduttore sull'ambiente e per i diversi sistemi di posa considerati:

$$1) \text{ Cavi subacquei: } I = \sqrt{\frac{\theta_0}{\Sigma_i} \frac{S}{n \varrho}}$$

$$2) \text{ Cavi aerei: } I = \sqrt{\frac{\theta_0}{\Sigma_i + \Sigma_e} \frac{S}{n \varrho}}$$

$$3) \text{ Cavi sotterranei: } I = \sqrt{\frac{\theta_0}{\Sigma_i + \Sigma_j + \Sigma_r} \frac{S}{n \varrho}}$$

Nelle quali:

$$\left. \begin{aligned} &= 0,366 \cdot \sigma_i \cdot \log \frac{D}{d} \text{ per cavi unipolari} \\ \Sigma_i &= \frac{\sigma_i}{36 \cdot \pi \cdot C_s} \quad \text{» » trifasi} \\ &= \frac{\sigma_i}{36 \cdot \pi \cdot C_n} \quad \text{» » ad } n \text{ cond.} \\ \Sigma_e &= \frac{1}{h \cdot \pi \cdot D_e} \quad \Sigma_j = 0,366 \cdot \sigma_j \cdot \log \frac{D_j}{D_e} \\ \Sigma &= \begin{cases} 0,366 \cdot \sigma_z \cdot \log \frac{4p}{D_j} \\ 0,366 \cdot \sigma_z \cdot \log \frac{280}{D_j} \end{cases} \text{ (per } p = 70 \text{ cm)} \end{aligned} \right\}$$

Il valore della resistività del conduttore  $\sigma$  varia colla temperatura di regime del cavo secondo la nota formula:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \theta)$$

ma per gli scopi pratici, e per il calcolo di tabelle generali, potremo ammettere  $\rho$  costante e precisamente, supponendo una temperatura media di funzionamento di 40°:

$$\rho = 1,9 \times 10^{-9} \text{ ohm} \times \text{cm}$$

per conduttori di rame.

##### 5. - Valori delle costanti termiche: $h - \sigma_i - \sigma_j - \sigma_z$

Delle costanti che entrano nelle espressioni delle resistenze termiche (cioè: resistività termiche dei vari materiali e coefficiente di conduttività termica esterna) riporterò dapprima i valori che ho potuto ricavare dalle pubblicazioni dei diversi sperimentatori esprimendoli nelle unità sopra citate, ed in seguito i risultati delle esperienze che ho eseguito presso il Laboratorio della Società Tedeschi.

E' opportuno premettere qualche considerazione sugli elementi che hanno influenza sul valore delle costanti e sul grado di approssimazione che si deve richiedere nelle misure.

Il coefficiente di conduttività esterna dipende anzitutto dalla natura della superficie, ed è minore per il piombo lucido che per quello annerito e rivestito di juta.

Notevole influenza hanno poi su di esso le condizioni d'installazione e cioè: posa all'aperto od in locali chiusi od in cunicoli, dimensioni e condizioni di areazione di questi e distanza del cavo dalle pareti.

Inoltre secondo le esperienze del *Péclet* il coefficiente varia col diametro  $D_e$  del tubo di piombo secondo una formula del tipo:

$$h = a + \frac{b}{D_e}$$

ove  $a$  e  $b$  sono delle costanti da determinarsi in ciascun caso: ed una variazione in questo senso fu pure da me verificata nelle esperienze di cui farò cenno in seguito.

La resistività termica  $\sigma_i$  dell'isolante dipende, oltre che dalla qualità della carta o della composizione della miscela impregnante, anche dal grado d'impregnazione e dalla maggiore o minore compattezza con cui gli strati di carta vengono disposti intorno al conduttore. Si comprende quindi che notevoli differenze si siano riscontrate nelle misure eseguite su cavi costruiti da ditte diverse, od anche fra campioni confezionati dallo stesso costruttore ma aventi caratteristiche differenti per diametro dei conduttori e spessore isolante. La stessa considerazione vale per la resistività termica  $\sigma_j$  del rivestimento esterno di juta catramata.

Abbiamo già osservato come la resistività termica del terreno  $\sigma_z$  possa subire grandi variazioni a seconda della composizione del suolo e del suo stato di umidità.

Se si vogliono stabilire dei valori delle costanti per il calcolo di tabelle delle intensità di corrente ammissibili, da impiegarsi in generale, questi non si possono determinare che come media di un certo numero di valori sperimentali, che, per le ragioni sopra dette, possono differire fra loro talvolta fino del 20 % o del 30 % anche se determinati su cavi della stessa ditta ed in condizioni di posa simili.

Una grande precisione nei metodi di misura appare dunque superflua, e perciò ho ritenuto accettabili nelle mie esperienze quei metodi che potevano garantire, sia nella misura delle temperature che delle intensità di corrente, un'approssimazione del 3 per cento:

*Coefficiente di conduttività termica esterna:  $h$ .* — I valori di  $h$  ottenuti da diversi autori sperimentando sui tubi di piombo per rivestimento dei cavi sono riuniti nel prospetto seguente:

Watson . . . . .	$h = 0,0007 - 0,00107$
Melson e Booth . . . . .	$h = 0,00088 - 0,00155$
Atkinson e Fischer . . . . .	$h = 0,00083 - 0,00096$
Dushmann . . . . .	$h = 0,00081 - 0,0011$
Powell . . . . .	$h = 0,00090 - 0,0011$

Le misure di Atkinson e Fisher furono fatte su cavi nuovi aventi la superficie esterna del piombo pulita e lucida. Nelle esperienze di Watson, Dushmann e Powell, che appaiono bene concordanti, i valori più bassi si riferiscono a tubi di piombo a superficie lucida e quelli più alti a tubi ossidati o colorati in nero.

Ho eseguito alcune misure del valore di  $h$  sopra una serie di cavi di diversi diametri aventi sul piombo un rivestimento di juta catramata, di 2 mm di spessore, e sospesi a circa 50 cm dal pavimento del Laboratorio. La temperatura di regime del piombo era misurata, con reciproco controllo, da termometri e da rivelatori termoelettrici a resistenza, costituiti da piccole bobine piatte di filo di rame isolato, rivestite di stagnola e collocate aderenti al tubo di piombo fra questo ed il rivestimento di juta. Naturalmente si è avuto cura di verificare che la corrente di misura non provocasse un riscaldamento nella bobina del rivelatore tale da portare sensibile errore nella determinazione della temperatura. Siccome poi il coefficiente  $h$  non si può ritenere praticamente costante che entro limiti di temperatura di qualche decina di gradi si è sperimentato a temperature del piombo prossime a quelle di normale funzionamento dei cavi.

Si ottennero i valori seguenti:

Diametro sul piombo mm	17,5	$h = 0,0011$
» » » »	20,5	$h = 0,0011$
» » » »	34	$h = 0,0010$
» » » »	38	$h = 0,0010$
» » » »	57	$h = 0,00085$

Possiamo concludere ritenendo accettabile per il calcolo delle tabelle delle intensità di corrente ammissibili nei cavi aerei ricoperti di juta catramata il valore medio:

$$h = 0,0010$$

già adottato dal Powell. Lo scarto massimo da tale valore riscontrato nelle misure è stato del 17 % ed ho calcolato che ad esso corrisponde uno scarto del 4 % circa nel valore della corrente ammissibile.

*Resistività termica della carta impregnata:  $\sigma_i$ .* — Ho già osservato che il rivestimento isolante in carta impregnata può presentare valori assai diversi della resistività termica in relazione alla qualità dei materiali impiegati, al grado di impregnazione ed alla maggiore o minore compattezza con cui gli strati di carta sono disposti intorno al conduttore. Riporto ora i dati che ho potuto ricavare dalla bibliografia sui valori di  $\sigma_i$  trovati da diversi sperimentatori:

Melson e Booth . . . . .	$\sigma_i = 745 - 980$
Atkinson e Fisher . . . . .	$\sigma_i = 870 - 1000$
Shymons e Walker . . . . .	$\sigma_i = 590 - 705$
Matsumoto . . . . .	$\sigma_i = 515 - 1030$
Powell . . . . .	$\sigma_i = 880 - 1240$
Teichmuller e Hermann . . . . .	$\sigma_i = 418 - 905$

Esperienze dell'Inst. of Elec. Engineers (Inglese):

Cavi a bassa tensione . . . . .	620 — 1200
» » alta » . . . . .	420 — 730

L'Associazione tedesca V. D. E. ha adottato per il calcolo delle tabelle delle intensità di corrente il valore medio  $\sigma_i = 650$ .

In generale si può rilevare che i valori più bassi della resistività termica si hanno nei cavi di costruzione più compatta e meglio impregnati e che, come il Powell ha osservato nelle sue esperienze  $\sigma_i$  è maggiore per i cavi da lungo tempo in esercizio che per quelli nuovi.

Ho determinato la resistività termica del rivestimento isolante sopra una serie di cavi unipolari costruiti dalla Società Tedeschi misurando la temperatura di regime del piombo con termometri e con rivelatori termoelettrici a resistenza e quella del rame mediante altri rivelatori termoelettrici a resistenza costituiti da sottili fili di rame isolati disposti alla superficie di



ciascun conduttore. La quantità di calore  $W$  generata al secondo per cm di cavo veniva dedotta dalla misura della intensità di corrente e dalla resistenza elettrica dei conduttori alla temperatura di regime, ed il coefficiente  $\sigma_i$  era calcolato colle note relazioni:

$$\theta_o - \theta_p = \Sigma_i W$$

$$\Sigma_i = 0,366 \cdot \sigma_i \cdot \lg \frac{D}{d}$$

Anche in questo caso si è avuto cura di sperimentare a temperature del rame prossime a quelle di normale funzionamento (circa 50°) non potendosi il coefficiente  $\sigma_i$  ritenere praticamente costante che per intervalli di temperatura di qualche decina di gradi.

Si è trovato:

Cavo n. 1	—	$D = 14,4$ mm	—	$d = 6,4$ mm	—	$\sigma_i = 650$
" " 2	—	" = 30,4	"	" = 6,4	"	= 860
" " 3	—	" = 17,2	"	" = 9,2	"	= 800
" " 4	—	" = 33,2	"	" = 9,2	"	= 710

Sulla base di queste misure e dei valori ottenuti in condizioni simili dagli altri sperimentatori adatterò per il calcolo delle tabelle delle intensità ammissibili per cavi di costruzione simile a quelli sperimentati il valore medio:

$$\sigma_i = 750$$

notando che lo scarto massimo da questo valore ottenuto nelle esperienze è stato del 15 %.

**Resistività termica della juta catramata  $\sigma_j$**  — Questo coefficiente deve necessariamente variare colla compattezza del rivestimento e colla qualità e la quantità del materiale di impregnazione.

Il Matsumoto, ha trovato nelle sue esperienze valori variabili da 750 a 1200 e qualche determinazione da me eseguita, misurando la temperatura mediante rivelatori termo-elettrici a resistenza all'interno ed all'esterno del rivestimento di juta dei cavi, ha pure dato valori compresi entro questi limiti. Ho quindi adottato per i calcoli il valore medio:

$$\sigma_j = 1000$$

osservando che eventuali variazioni di questo valore hanno minore influenza di quelle delle costanti precedentemente esaminate sulla temperatura di regime.

**Resistività termica del terreno  $\sigma_r$**  — E' soprattutto nel valore da attribuire a questo coefficiente nel calcolo delle tabelle generali che regna la maggiore incertezza. Alcuni sperimentatori hanno eseguito misure sulla sabbia in diverse condizioni di umidità ed hanno ottenuto i seguenti risultati:

Teichmüller e Husmann (1906)

Sabbia secca	. . . . .	$\sigma_r = 220$
" con 10 % di acqua	. . . . .	" = 62

Kennely (1907)

Sabbia secca	. . . . .	$\sigma_r = 350-390$
" con 20 % di acqua	. . . . .	" = 164

Matsumoto (1916)

Sabbia secca	. . . . .	$\sigma_r = 320$ (media)
" con 20 % di acqua	. . . . .	" = 150 "

Il V. D. E. ammette per il calcolo delle sue tabelle

$$\sigma_r = 50$$

Si rileva da questi dati la grande influenza dell'umidità nel ridurre la resistività termica del terreno. In mancanza di rilievi sperimentali diretti ho adottato nella compilazione dei diagrammi in seguito riportati, il valore:

$$\sigma_r = 50$$

ammesso dal V. D. E., le cui tabelle furono determinate e controllate sulla base di accurate esperienze.

E' tuttavia da ritenere che questo valore assai basso, in confronto ai dati sopra citati, si debba riferire al terreno avente un notevole grado di umidità, e di questa condizione si dovrà tener conto nell'impiego delle tabelle o dei diagrammi. Se i cavi sono posati in terreno eccezionalmente secco e sabbioso sarà prudente diminuire le intensità di corrente ammissibili adottando piuttosto i valori dati per i cavi aerei.

## 6. - Temperature ammissibili.

Un altro importante dato necessario per la compilazione delle tabelle delle intensità di corrente ammissibili è la sopra-

elevazione di temperatura  $\theta_o$  dei conduttori rispetto all'ambiente. Occorre per questo fissare la temperatura massima che si può ammettere sul conduttore nei riguardi della buona conservazione dell'isolamento, e la temperatura massima dell'ambiente, cioè quella dell'aria circostante per i cavi aerei o la temperatura del terreno ad una determinata distanza del cavo per quelli sotterranei.

Per i cavi in carta impregnata il valore della temperatura limite che non conviene superare nel funzionamento deve essere scelto tenendo conto di diverse considerazioni, e principalmente: del deterioramento della carta, delle perdite nel dielettrico, della fluidità e della dilatazione della miscela impregnante.

E' necessario che la carta non subisca alterazioni sensibili, nelle sue caratteristiche meccaniche, per effetto del riscaldamento prolungato per un tempo indefinito. Notevoli sono specialmente le ricerche fatte in questo senso dal Clark (1921) prelevando delle strisce di carta da una serie di spezzoni di cavi preventivamente assoggettati a riscaldamento di diversa intensità e di diversa durata (fino a 6 mesi). Da queste prove si può concludere che fino alla temperatura di 85° circa la carta può rimanere per un tempo indefinito senza subire sensibile deterioramento.

E' noto che le perdite nel dielettrico variano colla temperatura. Per i cavi impregnati con miscele di olio minerale e resina, si osserva che aumentando la temperatura le perdite decrescono fino ad un minimo, che si presenta generalmente in prossimità dei 40°, oltre il quale esse crescono assai rapidamente colla temperatura. Questa considerazione ha specialmente importanza nella scelta della sopraelevazione di temperatura, per i cavi ad alta tensione (oltre i 15 kV), ove le perdite nel dielettrico rappresentano una frazione non trascurabile di quelle nel rame; essa consiglierebbe a non superare in funzionamento una temperatura limite di 60° e dà ragione del fatto che in qualcuna delle Norme estere si è ammessa una temperatura massima decrescente coll'aumentare della tensione di esercizio.

La grande fluidità che la miscela impregnante acquista a temperature superiori ai 60°-70° può essere causa di inconvenienti perchè essa tende a raccogliersi per gravità nella parte più bassa del cavo lasciando la parte superiore dello strato isolante scarsamente impregnata e quindi meno resistente alla perforazione.

E' infine da considerarsi l'effetto termico delle successive dilatazioni e contrazioni durante l'esercizio. Un eccessivo riscaldamento può determinare la fuoruscita di una certa quantità di miscela dalle estremità del cavo ed in conseguenza, nel successivo periodo di raffreddamento, ritirandosi la miscela, si formerebbero nello strato isolante dei piccoli spazi d'aria dannosissimi per la buona conservazione del dielettrico.

Le norme dei diversi paesi prescrivono i seguenti valori per la temperatura massima di funzionamento nei cavi in carta impregnata.

**Stati Uniti** (Am. Inst. of Electrical Engineers).

Per cavi posati entro tubi ( $E$  = tensione di esercizio in kV) . . . . . 85° —  $E$

**Inghilterra** (British Inst. El. Eng.).

Per cavi a bassa tensione posati all'interno dei fabbricati . . . . . 80°

Le tabelle delle intensità di corrente sono però calcolate in base ad una temperatura massima di 55°.

**Belgio** (Comité Electrotechnique) . . . . . 60°

**Germania.**

Per cavi sotterranei . . . . . 55°

Come temperature del terreno da prendere come base per le tabelle delle intensità di corrente per cavi sotterranei si hanno pure dati discordanti anche fra le norme dei paesi che si trovano in condizioni climatiche simili; così le norme francesi fissano 10° mentre quelle tedesche 25°.

Le tabelle francesi dell'Union des Syndicats de l'Electricité (1923) sono calcolate per una sopraelevazione di 30° mentre quelle tedesche per una sopraelevazione di 25°.

In alcune misure che ho eseguito mediante rivelatori termici a resistenza posti a 70 cm di profondità in giornate estive calde, ed essendo la superficie del terreno soleggiata, ho trovato temperature variabili fra 21° e 25°.

Per cavi aerei la temperatura ambiente raggiunge certamente valori più elevati specialmente se si considera il sistema di posa entro cunicoli chiusi.

Per le condizioni di clima del nostro paese propongo di assumere come massima temperatura del terreno 30°, e come

massima temperatura ambiente per i cavi aerei  $35^\circ$ . Ritengo inoltre per i criteri sopra esposti, che una temperatura limite

calcolato i diagrammi delle intensità ammissibili sulla base delle seguenti sopraelevazioni di temperatura :

CORRENTI DI CARICO PERMANENTE ( $s$  = spessore isolante).

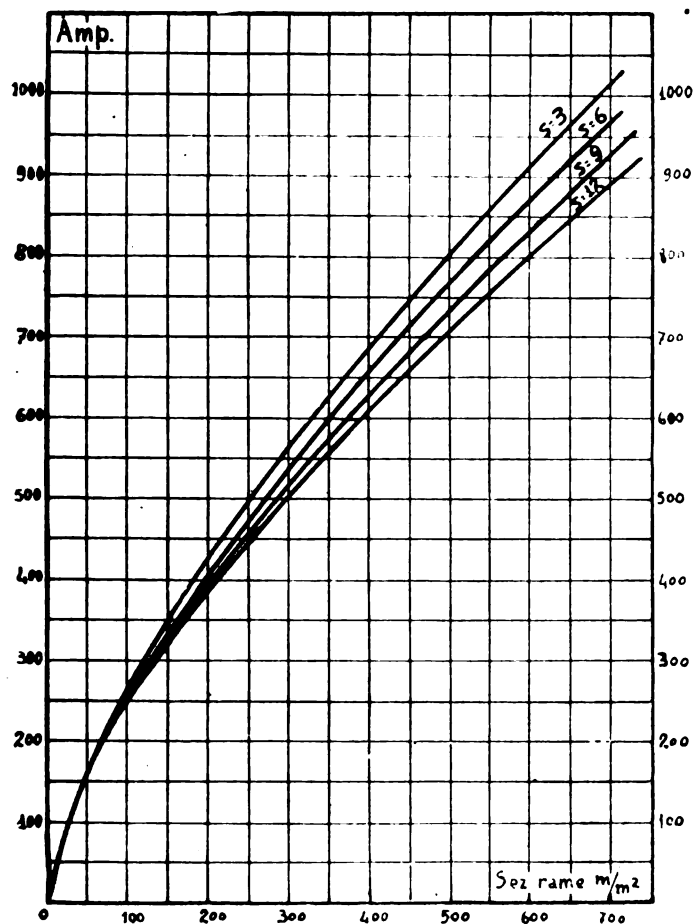


Fig. 3. — Cavi unipolari aerei;  $\theta_0 = 25^\circ$ .

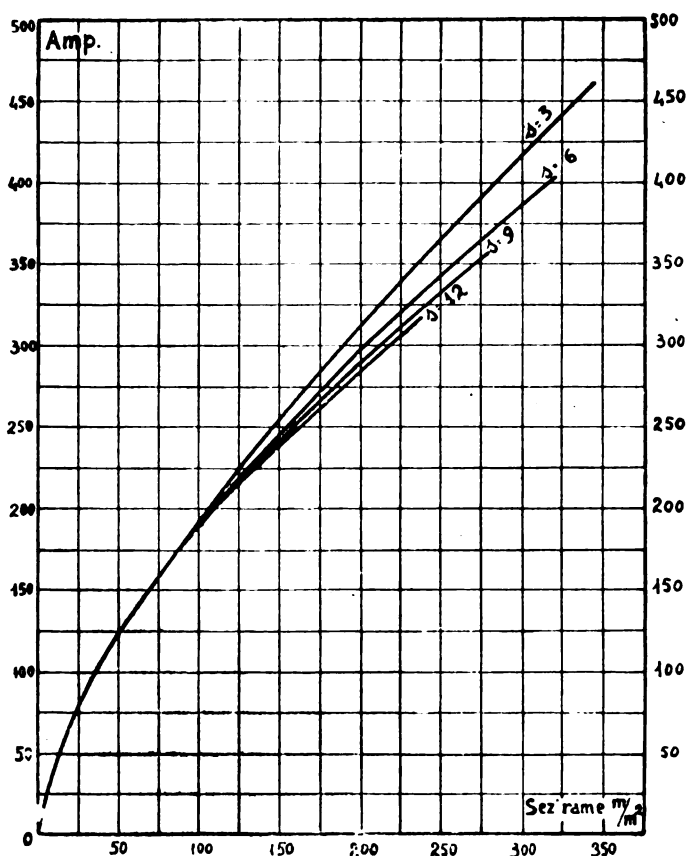


Fig. 4. — Cavi trifasi aerei;  $\theta_0 = 25^\circ$ .

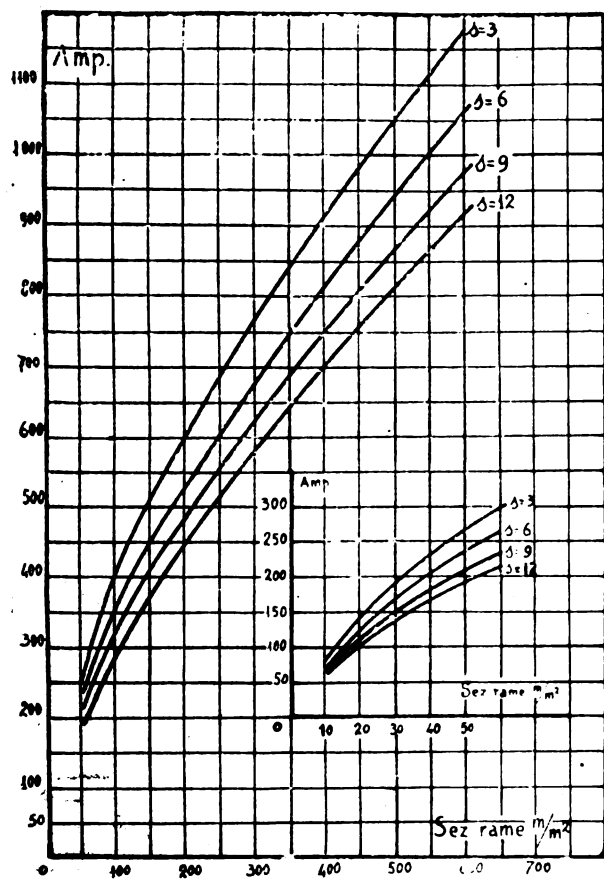


Fig. 5. — Cavi unipolari sotterranei;  $\theta_0 = 30^\circ$ .

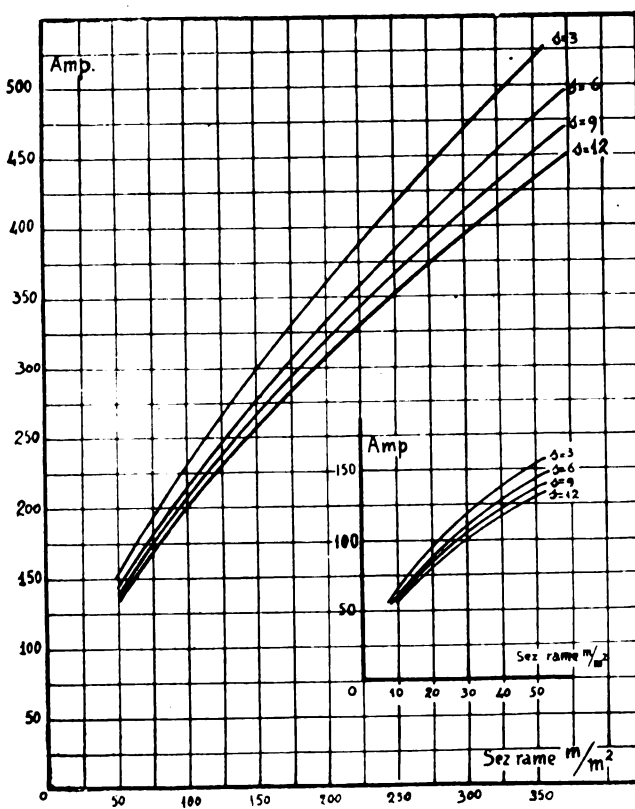


Fig. 6. — Cavi trifasi sotterranei;  $\theta_0 = 30^\circ$ .

di  $60^\circ$  possa con sicurezza adottarsi nei riguardi della perfetta conservazione del cavo per tensioni fino a 25 kV. Perciò ho

Per cavi aerei  
Per cavi sotterranei

$\theta_0 = 25^\circ$   
 $\theta_0 = 30^\circ$

# 7. - Diagrammi delle intensità di corrente.

Adottando i valori fissati al n. 5 per le costanti termiche  $h$ ,  $\sigma_i$ ,  $\sigma_j$ ,  $\sigma_z$  ed al n. 6 per la sopraelevazione di temperatura  $\theta_0$  ho calcolato, mediante le formole citate al n. 4, i valori dell'intensità di corrente per diverse sezioni del conduttore e diversi spessori isolanti, per cavi unipolari e trifasi del tipo aereo e sotterraneo, ed ho tracciato i diagrammi riportati nelle figure 3, 4, 5, 6.

Nell'uso di questi diagrammi si deve tener presente che i cavi unipolari e trifasi aerei e quelli unipolari sotterranei s'intendono rivestiti da un semplice strato di juta e senza armatura, mentre i cavi trifasi sotterranei s'intendono armati e protetti da un duplice strato di juta catramata.

Ricordiamo pure che nel caso di cavi sotterrati in terreno eccezionalmente secco e sabbioso è prudente adottare i valori corrispondenti agli stessi tipi ma aerei.

Dal confronto di questi diagrammi colle tabelle stabilite dalle principali norme adottate nei diversi paesi emergono le considerazioni seguenti:

Le tabelle riportate nelle *Norme tedesche del V. D. E.* per i cavi sotterranei, finora generalmente seguite in Italia, e riportate anche nelle norme dell'*A. E. I.* danno valori molto prossimi a quelli da me calcolati essendo approssimativamente compensati nei risultati del calcolo gli effetti della maggiore sopraelevazione di temperatura da me fissata ( $30^\circ$  in confronto di  $25^\circ$  ammessi dal V. D. E.) e della maggiore resistività termica dell'isolante ( $\sigma_i = 750$  invece di  $\sigma_i = 650$  fissato dal V. D. E.). Per quanto riguarda i cavi aerei le norme del V. D. E. fissano che l'intensità di corrente debba tenersi eguale ai tre quarti di quella data nelle tabelle per i cavi sotterranei. Tale rapporto dai nostri diagrammi risulta variabile da 0,65 ad 1.

Le tabelle indicate dall'*Union des Syndicats de l'Electricité di Francia* (1923) per i cavi trifasi armati sotterranei non fanno distinzione nei riguardi dello spessore isolante e fissano valori notevolmente inferiori a quelli dei nostri diagrammi, quantunque calcolati per la stessa sopraelevazione di temperatura di  $30^\circ$ . La stessa discordanza appare anche per i cavi unipolari sotterranei contemplati nelle tabelle francesi soltanto per basse tensioni (fino a 700 volt).

Il *Comitato Elettrotecnico belga* (1923) calcola le sue tabelle per i cavi sotterranei armati in base ad una temperatura massima di  $60^\circ$ , ed i valori della corrente risultano leggermente superiori (del 5 % al 10 %) a quelli dei nostri diagrammi. Per i cavi aerei consiglia, come il V. D. E., di adottare intensità eguali ai tre quarti di quelle indicate nella tabella stessa.

Infine le tabelle proposte dalla *General Electric Co.* danno per i cavi aerei, corrispondenti al sistema di posa in cunicoli o gallerie comunemente usato negli Stati Uniti, valori assai prossimi a quelli da noi calcolati per i cavi con forte spessore isolante, ma notevolmente superiori (fino a circa il 20 %) per i cavi a bassa tensione. La maggior variazione dell'intensità ammissibile collo spessore corrisponde probabilmente ad un valore più elevato ammesso per la resistività termica della carta impregnata.

# 8. - Verifiche sperimentali.

Ho sperimentato sopra 10 spezzoni di cavi in carta impregnata della lunghezza di 10 a 12 metri ciascuno, costruiti dalla *Società Tedeschi* ed aventi le caratteristiche indicate nella tabella 1.

I cavi furono riscaldati inviando nei conduttori corrente alternata a 50 periodi regolabile in modo continuo mediante un regolatore ad induzione. I cavi trifasi furono alimentati con corrente monofase mettendo in serie sullo stesso circuito i tre conduttori che risultano quindi percorsi dalla stessa intensità di corrente. Con una tale disposizione si può ritenere che le condizioni di riscaldamento siano le stesse del cavo alimentato in trifase con carico equilibrato, quando però si prendano le debite precauzioni per evitare le perdite supplementari negli involucri metallici, dovute al fatto che nell'alimentazione in monofase la risultante delle tre correnti non è nulla ma è uguale alla corrente in uno dei conduttori. Perciò, dopo aver verificato col calcolo che l'effetto delle correnti parassite nel tubo di piombo era trascurabile, si è mantenuto in tutte le prove il piombo isolato per evitare in esso correnti indotte di circolazione. Nelle misure coi cavi interrati non si è disposta neppure sui trifasi l'armatura di ferro, lasciando però il rivestimento di juta dello spessore eguale a quello dei cavi armati per avere la stessa resistenza termica che questi ultimi presentano.

La sopraelevazione di temperatura dei conduttori è stata

TABELLA I.

## Cavi in carta impregnata.

Sopraelevazione di temperatura del conduttore.

TIPO DI CAVO		Temp. ambiente gradi	Cari o amp.	Sopraelevaz. di temperat. calcol. misur. gradi gradi		Osservazioni
Cavi aerei						
Unipolare	S = 25 mm <sup>2</sup> s = 4 mm	15	110	25	26	Spessore piombo = 1 + 0,03 D mm Spessore juta = 2 mm
"	S = 25 " s = 12 "	16	120	29,5	31,5	
"	S = 50 " s = 4 "	17	175	26,5	26	
"	S = 50 " s = 12 "	19	200	34,5	36	
"	S = 180 " s = 7 "	22	330	26	27,5	Spessore juta = 2 mm
Trifase	S = 3 × 25 " s = 4,5 "	17	75	22	21,5	
"	S = 3 × 25 " s = 10,5 "	17	75	22	21	
"	S = 3 × 50 " s = 4,5 "	19	130	26	24	
"	S = 3 × 50 " s = 10,5 "	19	130	26	25	
"	S = 3 × 180 " s = 7 "	22	275	25	25	
Cavi sotterranei						
Unipolare	S = 25 mm <sup>2</sup> s = 4 mm	23	165	30	31	Spessore juta = 4 mm
"	S = 25 " s = 12 "	22	125	30	30	
"	S = 50 " s = 4 "	23	260	32	33	
"	S = 50 " s = 12 "	23	190	30	27	
"	S = 180 " s = 7 "	18	450	27	27,5	
Trifase	S = 3 × 25 " s = 4,5 "	25	105	32	30	
"	S = 3 × 25 " s = 10,5 "	25	90	28	24,5	
"	S = 3 × 50 " s = 4,5 "	25	140	28	26	
"	S = 3 × 50 " s = 10,5 "	25	125	26	23,5	
"	S = 3 × 180 " s = 7 "	18	240	26	25	

determinata predisponendo nella costruzione dei cavi un sottile filo di rame isolato avvolto ad elica di lungo passo attorno ad ogni conduttore e misurando la variazione di resistenza di esso mediante un ponte di Wheatstone. Il filo rivelatore fu avvolto in doppio per evitare effetti perturbatori dovuti ad induzione da parte della corrente alternata circolante nel conduttore principale.

In una prima serie di misure ho sperimentato col sistema di posa aereo. Il tubo di piombo portava un rivestimento semplice di juta catramata di 2 mm di spessore ed il cavo era sospeso in un ampio locale del laboratorio a circa 50 cm dal pavimento. La temperatura ambiente era ricavata dalla media delle indicazioni di diversi termometri situati allo stesso livello del cavo ed a circa 1 m di distanza da esso, proteggendone opportunamente il bulbo dalle irradiazioni termiche.

In una seconda serie di esperienze gli stessi cavi, ricoperti da un doppio strato di juta catramata di spessore eguale a quello usato per i cavi armati, furono interrati alla profondità di 70 cm e la temperatura del terreno circostante venne misurata mediante parecchi rivelatori termoelettrici a resistenza costituiti da bobine di filo di rame (della resistenza di circa 10 ohm ciascuna) isolate e circondate da un involucro protettore di piombo. I rivelatori erano situati a diversa distanza dal cavo in prova, e si è assunta come temperatura ambiente quella indicata dai rivelatori posti alla stessa profondità del cavo e ad una distanza tale da non risentire l'effetto del riscaldamento di questo. Praticamente non risultarono sensibilmente influenzati i rivelatori posti a più di un metro dal cavo.

Nella tabella n. 1 ho messo in confronto le sopraelevazioni di temperatura ricavate sperimentalmente con quelle calcolate in base ai valori medi ammessi per le costanti termiche

$$(h = 0,001 - \sigma_i = 750 - \sigma_j = 1000 - \sigma_z = 50 - N = \frac{280}{D_j})$$

La differenza fra i dati sperimentali e quelli del calcolo raggiunge al massimo il 13 per cento.

Se consideriamo gli elementi d'incertezza e di variazione delle costanti termiche da un cavo all'altro, possiamo concludere che i diagrammi della intensità di corrente riportati nelle figure 3, 4, 5, 6 sono in buon accordo coi dati sperimentali nei limiti delle sezioni del conduttore e dello spessore isolante entro i quali si è sperimentato, e per tipi di cavi di costruzione simili a quelli provati.

# 9. - Effetto della presenza di parecchi cavi nella stessa trincea.

Se in uno stesso scavo o cunicolo si dispongono più cavi paralleli e vicini, destinati a funzionare simultaneamente, i valori delle massime intensità di corrente ammissibili, dati dai diagrammi delle figure 3 a 6, devono essere ridotti per tener conto del mutuo effetto di riscaldamento.

Melson e Booth osservano che in questo caso la sopraele-

vazione di temperatura di uno dei cavi può determinarsi come la somma di quella dovuta alla corrente nel cavo stesso e di quella prodotta, nel punto del terreno dove esso giace, dalle correnti circolanti nei cavi vicini. Applicando questo principio il Picon (1917) dà i seguenti valori per il coefficiente di riduzione  $\frac{I_1}{I}$  che si deve applicare alla corrente normale per ottenere la stessa sopraelevazione di temperatura quando più cavi eguali sono posati a distanza  $3R$  fra gli assi (essendo  $R$  il raggio di un cavo) ed egualmente caricati:

Per due cavi . . . . .	$\frac{I_1}{I} = 0,84$
» tre cavi . . . . .	» = 0,76
» un gran numero di cavi . . . . .	» = 0,55

Valori di poco inferiori a questi furono calcolati dal Matsumoto (1916) per cavi disposti a contatto.

(Continua).

## DISPOSITIVO AUTORICARICATORE PER LE LINEE DI DISTRIBUZIONE A CORRENTE ALTERNATA

L. MONTIROLI

Nella Comunicazione presentata al Congresso di Brescia e pubblicata nell'*Elettrotecnica* del 15 agosto, l'Ing. Tito Scolari ha illustrato alcune note sugli interruttori a richiusura automatica costruiti da una grande casa americana, e in uso presso molti impianti americani.

A tale proposito ritengo interessante descrivere il *dispositivo autoricaricatore brevettato*, che viene costruito già da parecchi anni, dalla « S.A.C.E. » Società Anonima Costruzioni Elettromeccaniche di Bergamo.

Questo dispositivo, analogo negli scopi a quello di costruzione americana, ma realizzato con sistemi completamente diversi, può essere applicato a tutta la serie degli interruttori in olio in cassa unica da 3.000 a 35.000 volt.

Gli interruttori studiati per l'interno potrebbero anche essere montati all'esterno, chiudendoli con l'*autoricaricatore* in una cassa di lamiera stagna, come largamente si usa in America.

E' nota la grande importanza dei dispositivi autoricaricatori, specialmente nei riguardi delle estese reti di distribuzione, nelle quali molte volte si verificano frequenti scatti degli interruttori in olio provvisti di relais di massima per cause di carattere transitorio quali la caduta di tronchi d'alberi, raffiche di vento che avvicinano i conduttori, stormi di uccelli che l'investono, ecc.

Il dispositivo autoricaricatore che qui viene descritto assicura la continuità di esercizio, richiudendo automaticamente l'interruttore per 4 volte, con un ritardo fra l'apertura e la chiusura automatica, che può essere regolato da 30 secondi a 3 minuti primi, allo scopo di lasciare agli utenti il tempo necessario per distaccare i loro motori prima che la tensione riappaia.

### Descrizione e funzionamento.

L'autoricaricatore della « Sace » è completamente meccanico.

Il pignone  $C$  (vedi fig. 1) ingrana con la ruota dentata  $J$  unita con scatto libero alla camma a 4 denti  $N$ , per mezzo dell'albero  $M$  e permette la carica della molla di chiusura dell'interruttore, alloggiata nell'interno del tamburo  $I$ . La camma  $N$  porta 4 naselli disposti a  $90^\circ$  che si impegnano successivamente come vedremo con la camma  $O$ . Il relais di massima  $S$  a mezzo di una trasmissione o il bottone  $R$  con dicitura « apre » comandato a mano agiscono sulla leva  $U$  la quale, abbassandosi, libera il dente di arresto della leva  $V$  — che, sollecitata dalla molla  $W$  — percuote a mezzo dello stelo  $T$  uno dei quattro naselli fissati sulla camma  $N$  e precisamente quello che sta sotto allo stelo  $T$  e che ingancia colla camma  $O$ . Il medesimo, ruotando intorno al suo asse, libera il dente della camma  $O$  la quale, solidale all'albero  $Z$  dell'interruttore  $X$  ne permette l'apertura, perchè sollecitata dal peso e dalle molle antagoniste dell'equipaggio mobile. La camma  $O$  viene così a ruotare di  $90^\circ$  e quindi ad impegnarsi col nasello successivo.

Il movimento rotatorio dell'albero  $Z$ , con l'intermediario di apposita trasmissione, tende la molla a spirale  $L$  la cui azione è temporeggiata dal freno ritardatore a movimento di orologeria  $P$ .

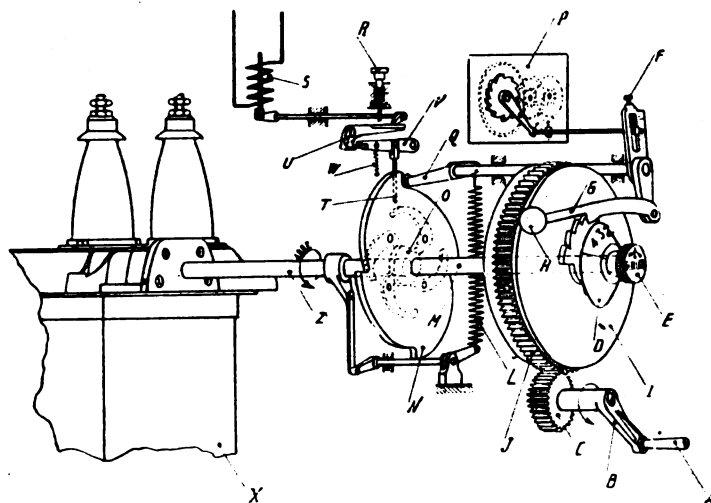


Fig. 1. — Schema meccanico di funzionamento.

Trascorso il tempo di taratura la leva a bilanciere  $Q$  portante ad una estremità un rullo scorrevole sopra uno dei denti della camma  $N$ , che è solidale all'albero  $M$ , compiuto un certo angolo si libera dal dente e l'albero, sollecitato dal momento torcente della molla di chiusura, nettamente prevalente sul peso dell'equipaggio mobile, a mezzo del nasello fissato sulla camma  $N$  contrastante colla camma  $O$  obbliga l'albero di comando  $Z$  ad una chiusura rapida dell'interruttore  $X$ .

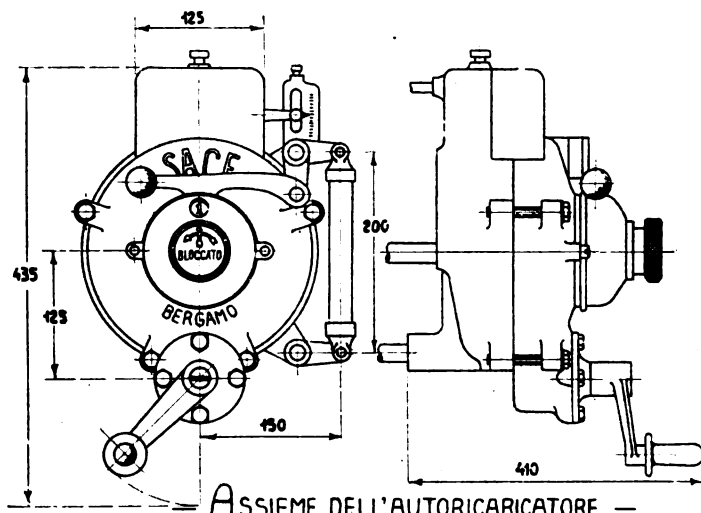


Fig. 2.

Se il corto circuito che ha provocato lo scatto dell'interruttore non è cessato, l'interruttore si riaprirà di nuovo e l'autoricaricatore seguirà a richiuderlo trascorso il tempo di taratura. E così per 4 volte consecutive. Esaurite le 4 chiusure il dispositivo rimane bloccato, impedendo una successiva carica dell'interruttore.

In questo caso trattandosi di un corto circuito di carattere permanente il personale dovrà accorrere sulla linea per ispezionarla e dopo aver eseguite le eventuali e opportune riparazioni, potrà sbloccare a mano l'autoricaricatore e richiudere di nuovo l'interruttore.

### Modo di usarlo.

Si carichi la molla contenuta nel tamburo  $I$  con circa 18 giri a mezzo della manovella  $B$  nel senso inverso alle lancette dell'orologio. Si giri il bottone  $F$  fino a portare l'indice sulla graduazione corrispondente al numero dei minuti di ritardo della chiusura voluta (regolazione da  $30''$  a 3 minuti primi).

Mediante il pomello  $H$  si alzi la leva  $G$  e la si fissi sul numero corrispondente alle cariche che si desiderano, per mezzo del settore ad arpionismo  $D$ , azionato, nel senso della freccia impressavi dal bottone  $E$ .

Spostandosi il settore  $D$  di un dente per ogni carica av-

venuta, il numero leggibile nella feritoia rappresenta quello delle cariche ancora disponibili.

Quando il dispositivo rimane bloccato nella feritoia si scopre lo zero.

La prima e più grande superiorità degli autoricaricatori meccanici è quella di essere organi completamente definiti in sè stessi, che perciò non richiedono per il loro funzionamento l'ausilio di una installazione elettrica.

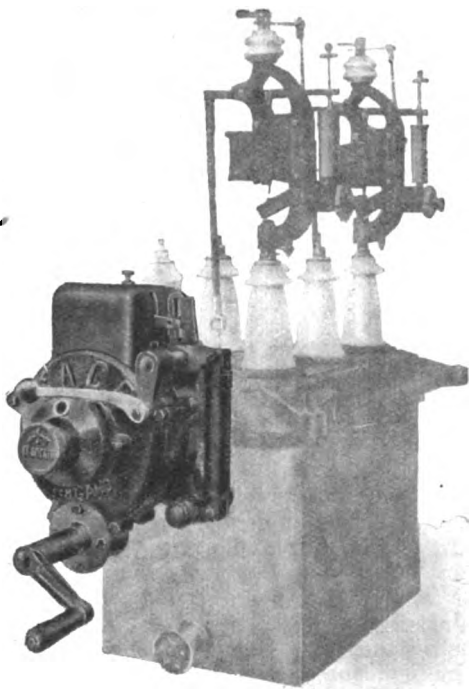


Fig. 3. — Apparecchio autoricaricatore applicato ad un interruttore in olio.

#### **Vantaggi degli autoricaricatori meccanici su quelli elettrici.**

In Italia esistono molte Cabine e Centrali di discreta importanza che non possiedono sorgenti elettriche ausiliarie non solo a corrente continua ma neppure a corrente alternata.

In esse tutti gli apparecchi vengono comandati a mano.

Perciò, generalmente, sarà più difficile e meno conveniente, installare una linea o una sorgente ausiliaria in una cabina secondaria posta in luoghi lontani e difficilmente accessibili per il comando di apparecchi automatici.

Probabilmente, in America ove i centri di distribuzione sono numerosi e dove i servizi automatici sono più diffusi, questa difficoltà sarà meno sentita.

Tutti i comandi automatici elettrici sono infirmati da una circostanza assai inopportuna: l'interruzione della corrente ausiliaria che può metterli fuori servizio per parecchio tempo.

E' questa eventualità poco desiderabile che fa preferire negli interruttori automatici lo sgancio meccanico diretto a quello indiretto mediante la bobina ausiliaria.

Inoltre, il dispositivo Sace non essendo costituito da relais, bobine e contatti ausiliari dà maggiore affidamento di funzionamento sicuro.

Oltre a queste brevi considerazioni tecniche, la cui importanza non può sfuggire a chi vive la vita pratica degli impianti, bisogna tener conto anche del fattore economico, cioè del costo di tali dispositivi.

Senza voler entrare a fare dei confronti, si può affermare che il costo dell'autoricaricatore della Sace, è ben proporzionato a quello dell'interruttore.

Alcune Società Italiane di esercizio elettrico lo hanno già adottato.

Il dispositivo fu esposto alla Fiera Campionaria di Milano del 1924 e quest'anno è stato presentato alle Fiere di Milano, Padova e Basilea.

Con la presente nota si è voluto illustrare un apparecchio di costruzione completamente italiana, che fu studiato, tenendo presenti le caratteristiche tecniche degli impianti esistenti nel nostro Paese.

## **CRITERI PER LA SCELTA E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI TELEFONICI PRIVATI □**

M. MEZZANA

Il servizio telefonico in Italia, dopo le iniziative intraprese dalla Azienda Parastatale e dalle Società Concessionarie di zona, sta sviluppandosi in modo conforme alle nuove esigenze e ai bisogni della vita moderna. Quando il complesso lavoro di rinnovamento e di ampliamento sarà terminato avremo un numero di coppie-kilometri e di apparecchi per 1000 abitanti, in proporzione tale da non sfigurare rispetto ad altri paesi. Allora il telefono sarà un organo indispensabile e apprezzato; sarà finalmente possibile parlare fra Milano e Palermo in modo non troppo dissimile di come si parla (o si dovrebbe parlare) con l'abbonato della stessa città.

Ma a sviluppo così progredito ogni abbonato importante oltre ai collegamenti con la centrale urbana sentirà la necessità di avere un impianto proprio di telefoni interni. L'incremento quindi dei servizi telefonici urbani ed interurbani dovrà accompagnarsi con l'incremento degli impianti privati. I quali, per adattarsi alle esigenze delle moderne centrali, devono con scrupolosa esecuzione e manutenzione non disturbare il servizio urbano, e inoltre corrispondere allo scopo di smaltire un traffico interno adeguato ai bisogni. Se il poderoso lavoro di sviluppo del servizio telefonico pubblico spetta ai tecnici delle Società di Zona, lo sviluppo del servizio privato dipende invece in gran parte dai privati stessi. In genere un impianto di una certa importanza interessa una azienda che ha un ingegnere o si rivolge ad un ingegnere per consiglio. La tecnica però degli impianti privati è così speciale che, pur essendo basata su principii alla portata di ogni persona di media cultura, qualche volta il consulente non sa come scegliere e più spesso, d'accordo con chi sollecitò il suo consiglio e che è poi quello che paga, finisce per attenersi alla soluzione che sembra la meno dispendiosa. Un tale criterio però può portare a delle conseguenze disastrose sia dal lato tecnico che economico.

In queste note vorrei stabilire alcuni punti fondamentali che potrebbero riuscire d'utilità a qualche tecnico non del ramo. Cose molto semplici e molto intuitive, sulle quali occorre però fermare l'attenzione.

\*

I due generi di servizi ai quali deve provvedere un impianto telefonico privato sono:

1) quello fra gli apparecchi dell'impianto stesso, siano essi nello stesso gruppo di edifici o in edifici separati; questo chiamasi traffico interno;

2) quello fra alcuni degli apparecchi dell'impianto stesso (per i quali si paghi apposito canone, chiamati apparecchi « autorizzati ») e qualsiasi altro numero della rete urbana e interurbana.

Va tenuto ben presente che il numero non autorizzato non deve poter venire in collegamento nè diretto, nè mediante una manovra di commutazione, con gli abbonati della rete urbana. Abusi che possano essere stati tollerati fino ad ora non lo saranno più in un futuro molto prossimo. Il numero degli apparecchi autorizzati viene fissato in proporzione al numero delle linee che si hanno verso la Centrale urbana. Il concetto: più numeri autorizzati più canoni si pagano, evidentemente non vale, perchè oltre un certo limite si avrebbe un eccessivo sovraccarico dell'impianto urbano.

Circa le linee colleganti numeri di uno stesso impianto privato, ma in edifici separati, ci sono particolari norme. Nelle nostre reti urbane si è avuta sino ad ora scarsità di coppie, ma una volta sistemate e ampliate, le eventuali riserve esuberanti potrebbero essere « affittate » per questi collegamenti privati, con possibilità di un « buon affare » tanto da parte delle Società concessionarie che degli utenti privati.

In genere però la regolamentazione di tutto quanto si riferisce agli impianti in esame non è ancora definitiva e sicura.

\*

Il traffico interno può essere effettuato in diversi modi. Per piccoli impianti, non superanti i venti apparecchi, il sistema più semplice ed in alcuni casi ancora il più conveniente è quello degli apparecchi intercomunicanti.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. — — — —**



Non si ha nessun « centralino » il che può essere una economia fino a che il numero degli apparecchi è limitato e le distanze piccole. Va infatti tenuto presente che le connessioni di tali impianti richiedono molti fili.

Quando l'impianto intercomunicante non è più conveniente si ricorre al « centralino », nel quale i collegamenti possono essere eseguiti da apposita persona (manuale) o da speciali organi elettromeccanici (automatico). Non starò a fare un minuto confronto fra il « sistema manuale » e il « sistema automatico »; invero il sapersi decidere per l'uno o l'altro è un punto capitale per lo sviluppo della telefonia privata; ma un tale confronto è già stato reso di pubblica ragione. Del resto come il trapano a mano non sparirà pur essendoci quello elettrico, così la telefonia manuale, anche negli impianti privati, continuerà a risolvere alcuni casi speciali.

Ricordarsi però che il bilancio economico va basato non solo sulla spesa di acquisto e sue conseguenze (interessi, ammortamenti) ma anche sulle spese di manutenzione ed esercizio. Il che pare molto ovvio, ma assai spesso non se ne tiene conto.

Chi ha a fare con impianti di telefonia manuale sa quanto facilmente si deteriorino spine e cordoncini e come siano la causa di difetti ripetentisi ad intervalli ed eliminabili solo con un frequente ricambio. Talvolta si sente dare l'appellativo di « automatici » a centralini manuali a « batteria centrale ». Tale dicitura deve intendersi nel senso che in questo più moderno sistema la segnalazione sul centralino da parte di una posta avviene senza l'uso di un organo speciale (induttore).

Il sistema automatico è caratterizzato dall'organo chiamato « selettore » (o connettore) il quale, sia che funzioni per l'azione di elettromagneti o di veri e propri motori, è comandato in modo più o meno diretto e immediato dal disco combinatorio dell'apparecchio telefonico, previa però sempre la preparazione di un altro organo (preselezione).

Anche per impianti piccoli si preferisce oggi l'apparecchio con disco a dieci fori, per non dover fornire l'apparecchio stesso di altro disco quando c'è pure il traffico esterno.

E' noto come col sistema automatico si possa ottenere la comunicazione, senza intervento di operatrici, anche fra abbonati di centrali diverse. Tale vantaggio trova applicazione pure negli impianti privati. Avendo uno o più nuclei di numeri situati distanti non converrà collegare tutti questi all'impianto principale, con lunghe e dispendiose linee, ma costituire delle sottocentrali per il servizio dei nuclei e collegare queste con l'impianto principale solo con le poche linee necessarie al traffico.

E' oggi possibile tenere in efficienza i piccoli impianti automatici con un minimo di sorveglianza, di modo che non si ha a temere per queste suddivisioni in più centrali un eccesso di spese di manutenzione.

\*

Per telefonia manuale le operazioni di ricambio spine e cordoncini, le piccole manutenzioni, non richiedono una lunga esperienza. I centralini automatici per essere preferiti debbono analogamente richiedere poca presenza di personale specializzato. Per piccoli impianti l'ideale è che qualsiasi addetto ad impianti elettrici sia in grado della manutenzione ordinaria. La manutenzione speciale non è male sia fatta saltuariamente, ad intervalli di tempo lunghi, da incaricati della Ditta fornitrice. Per ottenere questo bisogna sopra tutto che il sistema prescelto sia di funzionamento semplice ed evidente, di modo che sia possibile seguirne le fasi anche senza avere troppa conoscenza dei circuiti. Sistemi troppo meccanici o troppo elettrici richiedono conoscenze di aggiustaggio o, rispettivamente, di schemi non comuni.

In centralini automatici piccoli sono da quasi tutti i costruttori adottati i cercatori di chiamata per la preselezione. Per centralini più grandi si hanno sistemi a preselettore e sistemi a cercatori di chiamata. Con i cercatori si raggiunge in vero una economia nella spesa di acquisto, ma nell'esercizio sono soggetti a un maggior deterioramento, inoltre con i preselettori la preselezione è più rapida.

Un buon sistema di telefonia automatica ha i suoi organi raggruppati in sezioni (pannelli, file, quadri e simili) e deve sempre permettere di essere ampliato con la semplice aggiunta di altre sezioni. Nel commissariare un impianto occorre prevedere gli ampliamenti futuri e, agli effetti dell'economia di montaggio, conviene talvolta preventivare e installare alcune parti per la capacità massima. Nell'interno delle sopra dette sezioni ci deve essere generalmente possibilità di ampliamenti, giacché il traffico telefonico è una quantità variabile da caso a caso e le previsioni, basate naturalmente su dati generali possono es-

sere state scarse o essere superate da un sopravvenuto aumento del traffico (il che generalmente avviene quando il servizio soddisfa). Quindi l'aggiunta di altri organi deve avvenire nel modo più facile.

Circa la fornitura di energia, ottenuta da batterie di accumulatori, è meglio in genere ricorrere a un impianto distinto da quello di altri servizi. E' necessaria negli impianti automatici la costanza della tensione, variazioni del 2 per cento possono però essere tollerate. La sezione dei conduttori di alimentazione deve essere abbondante, un difetto può portare a cattivo funzionamento e a miscuglio delle conversazioni.

Sono da preferire i sistemi più compatti possibile e occupanti poco spazio purchè, per eccellere in queste qualità, gli organi non vengano a trovarsi in posizioni scomode per le verifiche.

\*

Quando l'impianto privato debba comunicare con l'esterno si hanno diverse soluzioni. Per pochi numeri autorizzati e poche linee con l'urbana conviene il sistema dell'inserzione in serie. In tali impianti interessa il dispositivo di « richiamata » mediante il quale durante una conversazione con l'urbana si può comunicare con un numero dell'impianto interno senza disconnettere la conversazione urbana.

Quando l'impianto in serie non sia più possibile si ha un apposito centralino di derivazione. Nel caso di servizio manuale il medesimo tavolo che provvede al traffico interno può avere i dispositivi per il traffico con l'urbana. Nel caso di servizio automatico il tavolo per il traffico con l'urbana può essere di tipo manuale, ma migliori e più adatti sono i tavoli intermediari a solo smistamento manuale per le comunicazioni in arrivo dall'urbana: il traffico verso l'urbana avviene automaticamente. Si ottiene che i non autorizzati non raggiungano la centrale urbana mediante la « parzializzazione » cioè facendoli servire da selettori distinti. Il traffico in entrata può essere eseguito dall'operatrice a mezzo di jacks e spine, oppure molto più sollecitamente da dispositivi a tastiera. Volendo dare la possibilità della richiamata occorre mettere apparecchi speciali a doppio tasto, ed è meglio rendere il traffico con l'esterno indipendente dall'autocommutatore interno. In questi centralini semiautomatici le operazioni, limitate in un sol senso, sono anche semplicissime e quindi la persona addetta può essere adibita ad altri lavori e non essere specializzata in commutazione telefonica. Con questo non intendo dir male del personale specializzato, anzi confermare che l'opera modesta delle operatrici è in molti casi così gravosa che ogni dispositivo mirante ad alleviarla ha anche un alto scopo sociale.

Eliminare completamente la operatrice pure nel senso entrante, non è generalmente conveniente per diverse ragioni. Non si può infatti pretendere che gli abbonati urbani conoscano i numeri interni; una aggiunta sull'elenco urbano complica non poco la compilazione e sopra tutto l'aggiornamento dell'elenco stesso. E poi oltre alla commutazione vi sono speciali servizi di informazioni, avvisi, ecc.; inoltre da alcuni apparecchi di direttori non si vuole comporre direttamente, ma si dà l'incarico all'operatrice.

Di notte è possibile portare una data linea urbana direttamente a un numero autorizzato.

Per il servizio interurbano non ci sono speciali particolarità, a meno che per Ditte importanti non esistano linee dirette con l'ufficio interurbano.

\*

Scelto e stabilito il tipo di impianto occorre decidere a chi rivolgersi per la fornitura, il montaggio e l'eventuale manutenzione. Le Società concessionarie hanno il controllo sugli impianti privati e ne eseguono il collaudo prima dell'allacciamento all'urbana, ma non sempre o solo in parte si occupano direttamente del montaggio degli stessi. Speciali ditte sono autorizzate a eseguire detti impianti, con tipi di materiale approvati. Anche in questo la regolamentazione non è ancora definitiva ed è da augurarsi che in tutta Italia si abbiano norme uguali.

Sono da evitare questi due pericoli: di acquistare del materiale ottimo ma di cadere nelle mani di chi non lo sa mettere in opera; di avere a che fare con un ottimo installatore, che usa però materiale scadente. La rete di un impianto telefonico deve essere eseguita con norme ben diverse da quelle di un impianto di luce o di campanelli. Per risparmiare cavo occorre un giusto criterio e uno studiato piano di distribuzione. Specialmente nel sistema automatico una deficienza di isolamento è dannosissima. Si sacrifichi magari un po' l'estetica.

Bisogna avere diffidenza di acquistare materiale del quale si ignora la marca e la provenienza. Per i centralini automatici ad esempio la fornitura dei pezzi di ricambio (così svariati e minuti) richiede una grande esattezza da parte del committente e del fornitore. Figuriamoci la difficoltà quando si ignora la provenienza del centralino, oppure quando, essendo il fornitore distante, non gli si sanno dare indicazioni esatte del tipo. Si esigano sempre gli schemi fondamentali del materiale acquistato; anche se non verranno mai consultati torneranno utili in caso di contestazioni con le Società concessionarie o con i fornitori stessi. All'acquisto si domandino garanzie circa la fornitura dei pezzi di ricambio. Non si creda che il maggior numero di voci negli impianti automatici comporti una maggiore spesa per ricambi rispetto agli impianti manuali; risulta esattamente il contrario.

Circa la convenienza di acquistare l'impianto o di prenderlo in abbonamento è raccomandabile di fare bene i conti. Capita di sentire dire che l'impianto viene dato « gratis »; questo gratis consiste talvolta in un canone annuo abbastanza elevato, pagabile per diversi anni, al termine dei quali l'impianto rimane di proprietà sborsando ancora una somma.

Per essere gli impianti privati ancora non molto diffusi presso di noi, o per essercene alcuni non corrispondenti allo scopo, si ritiene da molti che rappresentino un lusso superfluo. Si vedono in importanti aziende ancora in uso vecchi impianti i quali, oltre a provvedere al traffico interno con principi opposti a quello del « tempo è moneta » sono di continuo disturbo nella centrale urbana. Ma alcune aziende industriali hanno già da anni provveduto a una razionale sistemazione del loro impianto.

\*

Le norme speciali di manutenzione dipendono dal tipo scelto, però come detto sopra se non si ha personale specializzato, particolarmente per impianti automatici, la migliore manutenzione è di toccare il meno possibile. Una buona norma è di rinchiudere gli autocommutatori di tipo piccolo in un armadio, da aprire solo in caso di bisogno. In tal modo si protegge anche dalla polvere che è un nemico abbastanza noioso; se l'autocommutatore non è rinchiuso il locale dovrà avere un pavimento non produttore polvere (linoleum).

Si alternino nel funzionamento alcuni organi doppi, come interruttori, macchine, commutatori di poli, ma nel periodo di riposo ci si accerti della perfetta efficienza dell'organo messo in riserva.

Si usi il telefono per telefonare, vale a dire per trasmissione di comunicazioni brevi, precise, magari un po' preparate in precedenza. L'espressione « conversazione telefonica » dovrebbe essere abolita e anzi vietato il « conversare » a telefono; comunicazioni telefoniche prolungate eccessivamente danneggiano gli altri abbonati dell'impianto. Come è noto il traffico dipende dalla durata e dal numero delle comunicazioni (si misura infatti in unità speciali di dimensione: tempo x numero collegamenti) oltrepassato quel valore di traffico per il quale l'impianto è stato previsto gli altri non parlano. Ci si persuada che come tutte le macchine hanno un rendimento che non è mai del 100 %, così è anche dei meccanismi distribuenti il traffico telefonico, siano manuali o automatici.

Specie negli impianti automatici, nei quali lo stabilire una comunicazione è almeno 1 1/2 volte più rapido che nel servizio manuale, non si tenga impegnata la centrale interna per attendere una risposta o una persona, ma si dica di richiamare al momento opportuno. Non si dicano tanti « pronto », « chi parla », e simili ma subito il proprio nome o numero.

Negli impianti nei quali la linea urbana può essere presa direttamente non si renda effimero questo vantaggio con un numero eccessivo di apparecchi ricorrenti ancora all'intervento della operatrice. Nel caso di servizio manuale si dovrebbero limitare le segnalazioni speciali al centralino per precedenza nel servizio, con le quali si ottiene una maggiore prontezza dell'operatrice per il numero interessato, ma a grave scapito degli altri.

In genere poi tutti i dispositivi per segnalazione d'apparecchi speciali frustano più o meno il vantaggio della segretezza e dell'indipendenza dal personale di commutazione.

\*

Molto spesso il committente esige delle particolarità di servizio non previste nei tipi messi in commercio, ma le costruzioni speciali sono poco raccomandabili, sia economicamente che tecnicamente. Economicamente è ovvio, tecnica-

mente occorre ricordare che un circuito telefonico sanzionato da una casa seria è il risultato di lunghe esperienze e di migliori a precedenti esperimenti. E' quindi bene attenersi a tipi usuali (i quali cercano di soddisfare ai bisogni normali) adattando un po' i propri bisogni a quelli della maggioranza. Una semplificazione e riduzione di tipi potrebbe portare anzi a una diminuzione dei costi di fabbricazione e a una semplicità di nomenclatura.

Per quanto detto sopra è da raccomandare di diffidare dei circuitisti improvvisati, i quali mettono le mani per variazioni e aggiunte, anche se apparentemente raggiungono qualche risultato. Capita che, non abituati a tal genere di lavori, trascurano alcune cose ignorate o ritenute secondarie, onde da quel giorno cominciano strani fenomeni di miscugli, rumori o simili. Siccome assai di rado lasciano uno schema di quello che hanno fatto, riesce poi difficile ripristinare allo stato iniziale.

Concluderò dicendo che quantunque accurati studi di specialisti abbiano stabilito quando cominci la scontentezza dell'utente al telefono e pur vantando questa Ditta rispetto a quella una minore perdita di traffico, sta il fatto che le grandezze in questione sono di natura molto soggettiva e, entro certi limiti, si può dire anche in questo campo: « chi si contenta gode ».

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

A. V. MERSHON — **Registratore di vibrazioni.** (J. A. I. E. E., settembre 1926, pag. 820).

L'apparecchio in questione fu costruito specialmente allo scopo di studiare le vibrazioni nei dischi o negli alberi delle turbine a vapore.

Esso consiste essenzialmente in un gruppo di circuiti elettrici disposti a ponte, con una bobina di esplorazione e un avvolgimento di trasformatore differenziale in un braccio, e un'altra bobina e l'altro avvolgimento del trasformatore differenziale nell'altro braccio. La bobina di esplorazione ha un nucleo di ferro, con intraferro variabile in conseguenza delle vibrazioni e degli spostamenti da misurare, mentre l'altra bobina ha pure nucleo di ferro ma con intraferro regolabile a volontà. Ogni squilibrio nei flussi prodotti dai due avvolgimenti del trasformatore differenziale produce uno spostamento dell'equipaggio mobile dell'oscillografo collegato al terzo avvolgimento di esso, ed eccitato normalmente con una corrente alternata a 500 periodi.

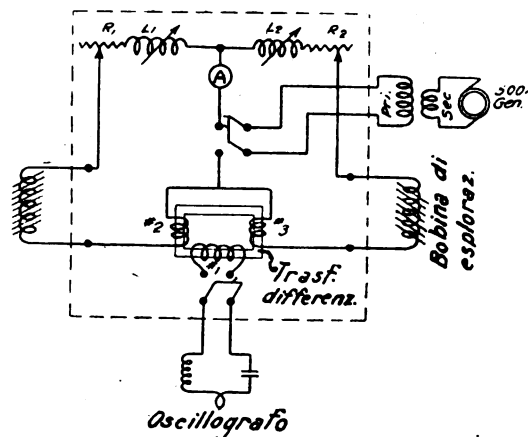


Fig. 1. — Diagramma dei circuiti del registratore di vibrazioni.

I circuiti costituenti l'apparecchio sono rappresentati nello schema di fig. 1.  $L_1$  ed  $L_2$  sono due induttanze variabili,  $R_1$ ,  $R_2$  sono due resistenze variabili a decimi di ohm ed esattamente eguali fra loro; esse hanno la funzione di mantenere eguali nei due bracci le componenti in fase e quelle a 90° della corrente, in modo che essa abbia nei due bracci la stessa intensità e la stessa fase rispetto alla forza elettromotrice impressa.

L'apparecchio si è dimostrato molto utile e pratico per lo studio delle turbine a vapore, permettendo di registrare accuratamente vibrazioni dell'ordine di uno o due decimi di millimetro nei dischi di turbine ruotanti a 1800 giri; tale risultato si è potuto ottenere sebbene la bobina di esplorazione fosse collocata entro la turbina e quindi in cattive condizioni per l'alta temperatura e l'umidità.

In applicazioni di questo genere, la bobina di esplorazione è contenuta in una custodia di tipo aperto, senza diaframma magnetico. Basta porre la testa della bobina di fronte all'organo che vibra; ogni

vibrazione producendo una variazione nella permeabilità magnetica del circuito del flusso della bobina, viene registrata dall'apparecchio. Quando si vogliono studiare variazioni di pressione in liquidi o gas, la bobina deve essere munita di un diaframma magnetico, portato dalla custodia stessa della bobina. Si sono così potuti studiare i fenomeni di pressione nell'olio degli interruttori durante il funzionamento di questi.

Secondo le misure da compiere, variano le dimensioni e la forma più opportuna sia per la bobina che per la custodia. Il numero di spire varia secondo i casi, da 500 a 1500. Le due bobine, quella di esplorazione e l'altra, debbono essere naturalmente identiche fra loro e munite di custodia identica.

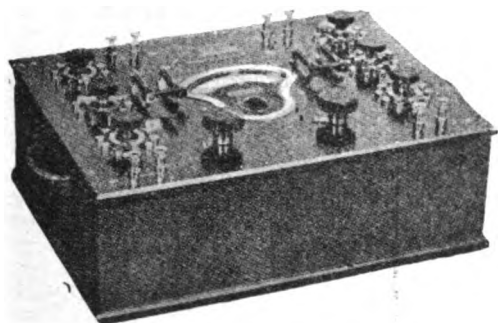


Fig. 2. — Il registratore di vibrazioni.

La sensibilità dell'apparecchio è tale che una variazione dell'intraferro, fra bobina e organo in esame, pari a 0,025 mm produce una deviazione di 2 a 5 millimetri nell'oscillografo. Registrando spostamenti dell'ordine di un decimo di millimetro, l'apparecchio dà una approssimazione del 5 per cento.

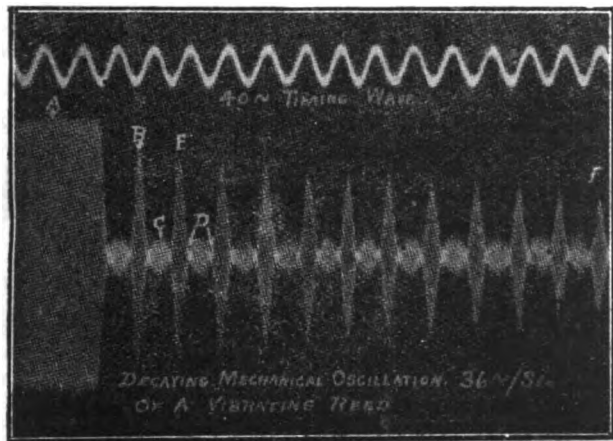


Fig. 3. — Oscillogramma relativo alle vibrazioni di una lamina elastica.

La fig. 2 rappresenta l'apparecchio le cui dimensioni sono di 65 x 35 x 20 cm. A due morsetti di esso viene connesso attraverso un trasformatore un generatore da 1 kW, 110 V, 500 periodi; ad altri due morsetti si collega il circuito vibrante dell'oscillografo, che porta in serie una induttanza e un condensatore in condizioni di risonanza per la frequenza di 500. Il mettere il circuito oscillante in risonanza, dà due vantaggi: riduce l'impedenza a circa 4 ohm di resistenza effettiva, e riduce le armoniche nell'onda di 500 periodi le quali altererebbero grandemente il funzionamento.

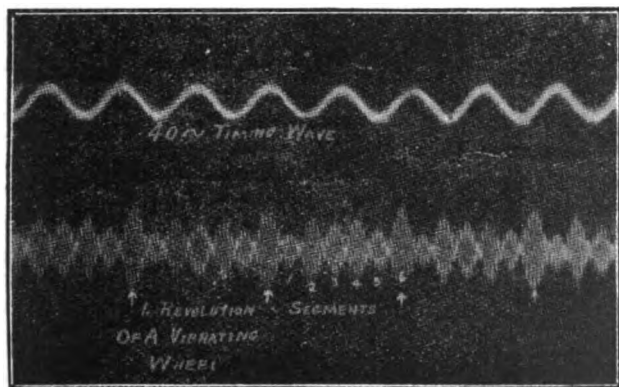


Fig. 4. — Oscillogramma delle oscillazioni di un disco di turbina a 1280 giri, presentante 6 nodi sulla sua periferia.

Prima dell'uso l'apparecchio va tarato con una serie di esperienze tenendo fisso successivamente a valori diversi l'intraferro della seconda bobina e facendo variare gradatamente l'intraferro della bobina d'esplorazione. Una volta eseguita la taratura, l'apparecchio è

poco sensibile alle variazioni limitate di tensione e di frequenza nell'onda a 500 periodi. Anche il diverso riscaldamento delle due bobine durante il funzionamento non induce cause notevoli di errore e può essere ad ogni modo corretto coll'opportuna manovra delle due resistenze  $R_1$  ed  $R_2$ .

La figura 3 rappresenta la registrazione dell'oscillazione a 36 periodi di una lamina vibrante fissata ad un supporto in ferro.

La posizione A indica la lamina tenuta spostata inizialmente di mm 1,1 dalla posizione di riposo; la posizione B rappresenta la lamina nella sua posizione più vicina alla bobina d'esplorazione, dopo la prima vibrazione; C indica la posizione più lontana della lamina nel ciclo cominciato in B; le posizioni D corrispondono al passaggio della lamina per la posizione di riposo.

La figura 4 è la registrazione delle vibrazioni nella ruota di m 2,50 di diametro, di una turbina a 1280 giri; il disco vibrante presenta sulla sua periferia sei nodi. La bobina era fissata ad una ruota molto rigida montata sullo stesso albero e ruotante colla stessa velocità della ruota in esame. Le piccole frecce in figura indicano la fine di un giro completo della turbina: le posizioni 1, 3, 5, indicano allontanamenti del lembo della ruota dalla bobina, mentre 2, 4, 6, indicano avvicinamenti del lembo. L'ampiezza delle vibrazioni registrate era di 0,6 mm.

R. S. N.

## CONDUTTURE.

### T. VARNEY — Note sulle vibrazioni dei conduttori di linea. (J. A. I. E. E., ottobre 1926, pag. 953).

L'A. ricorda la formula fondamentale della velocità di propagazione di un'onda in un filo teso:  $v = \sqrt{\frac{P}{p}}$  dove  $P$  = è lo sforzo di tensione nel filo,  $p$  = il peso del filo in kg per metro e  $g$  è l'accelerazione di gravità.

Come è noto, se la lunghezza del filo è tale da produrre risonanza si producono dei nodi fissi e vige la relazione  $lf = v$ , dove  $l$  è la distanza di due nodi,  $f$  la frequenza e  $v$  la velocità dell'onda.

Il verificarsi delle condizioni di risonanza e la conseguente formazione di onde persistenti nelle campate delle linee di trasmissione dipende da un concorso di circostanze che non è stato possibile ancora definire completamente.

Il fenomeno si presenta più frequentemente al mattino presto o al tramonto, con vento moderato; un vento forte rompe le condizioni di risonanza e fa semplicemente oscillare l'intera campata.

Si tentò un esame sperimentale del fenomeno, facendo uso di campate modello della lunghezza eguale alla distanza di due nodi e sperimentando al tunnel aerodinamico. Non fu possibile realizzare le condizioni di risonanza.

Quando il vento investe il filo, a tergo di esso si forma una zona di depressione; l'attrito e quindi la velocità del fluido che lambe i due bordi del filo non essendo identica in un dato istante, avviene che la lama più veloce crea una leggera differenza di pressione; allora il fluido dalla parte più lenta è richiamato a riempire la zona di depressione, e si forma così un vortice a tergo del filo. Col richiamo prodotto dal vortice, si accelera la velocità da quel lato, fino a crearsi una nuova differenza di pressione di segno contrario all'altra: la formazione del vortice cessa da un lato del filo e si produce sull'altro, e così: via alternativamente.

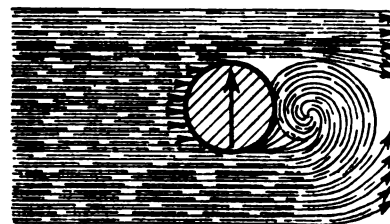


Fig. 1. — Formazione dei vortici a tergo di un filo immerso in corrente di fluido.

La conseguenza di questo fenomeno, illustrato in fig. 1, è la produzione di una forza alternativa agente sul conduttore in un piano normale alla direzione del vento.

Ricerche sperimentali di laboratorio condotte sulla base di questa teoria, hanno dimostrato che esiste la relazione:

$$f = \frac{V}{D} \cdot \text{funz}^{\text{on}} \left( \frac{VD}{e} \right) \quad (1)$$

dove  $f$  è la frequenza,  $V$  la velocità del fluido,  $D$  il diametro del filo ed  $e$  è un coefficiente che è 0,000159 per l'aria e 0,0000122 per l'acqua.

Per le ordinarie linee di trasmissione può ritenersi un valore costante di funzione  $\left( \frac{VD}{e} \right) = 0,185$ . Ne segue che le linee rappresentative delle frequenze in funzione delle velocità del vento, sono una serie di rette, una per ciascun diametro del conduttore.

Come riprova dell'applicabilità di questa teoria, derivata da studi eseguiti per aerotecnica, l'A. ha realizzato un dispositivo semplice per la registrazione delle onde di una linea di trasmissione. Si sperimentò su una linea con conduttore da 25,4 mm di diametro, pesante 1,25 kg per metro, sostenuta da pali in traliccio di ferro.

Una corda era legata a una estremità al conduttore, e all'altra estremità a un blocco di legno, scorrevole entro due guide verticali fisse al terreno, e trattenuto inferiormente da una molla di contrasto. Il blocco di legno portava una pennina scrivente su un foglio di carta fatto scorrere orizzontalmente da un movimento di orologeria.

Il dispositivo, per quanto grossolano, permise di ottenere registrazioni assai chiare, di cui sono esempio le figure riportate; il metodo può essere usato anche con linee sotto tensione.

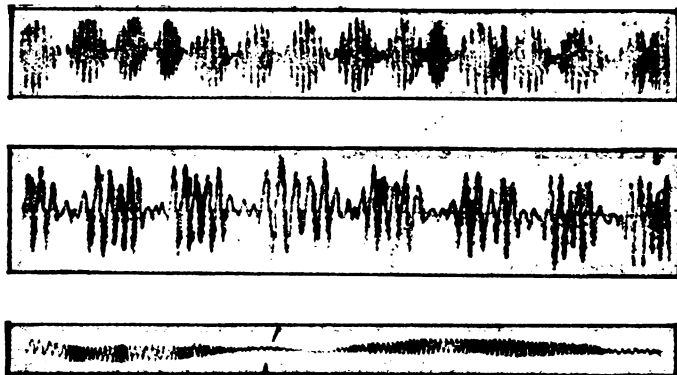


Fig. 2. — Registrazioni delle vibrazioni di un conduttore di linea.

Confrontando la frequenza, e quindi la distanza di due nodi, come risultante dalle esperienze, coi valori ricavati dall'applicazione della formula (1) si è riscontrato una sufficiente concordanza. Altre ricerche sull'argomento sono in corso su linee di trasmissione in servizio in America.

R. S. N.

## IMPIANTI.

### J. W. DODGE — Ausiliari di centrali azionate elettricamente - Parte II. (Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 427).

L'A. analizza i vari ausiliari di una centrale termica e ne studia i comandi elettrici più adatti e più usati.

Le pompe di alimentazione di caldaia sono da collocare tra gli ausiliari essenziali; perciò spesso accanto alle pompe a comando elettrico se ne collocano una o più di riserva a comando a vapore. Le pompe centrifughe richiedono velocità diverse di azionamento a seconda del carico ed è perciò buona regola adottare per il loro comando motori a induzione con rotore avvolto per la regolazione della velocità.

Anche il funzionamento delle pompe di circolazione dei condensatori deve essere assicurato in modo continuo per garantire il funzionamento dell'impianto: perciò di esse solitamente una è in funzione e l'altra è di riserva. La pompa di circolazione deve vincere normalmente solo le perdite di carico nelle tubazioni, perché l'immissione e lo scarico avvengono solitamente allo stesso livello; le pompe di circolazione assorbono però circa l'1 per cento della potenza della turbina, quindi occorre che la loro scelta sia fatta con particolare oculatezza. Per le varie condizioni di carico della turbina e per le varie temperature dell'acqua di raffreddamento esiste una velocità di funzionamento della pompa più favorevole; perciò occorre anche qui che il comando elettrico sia a velocità variabile. La diminuzione di velocità è solitamente del 30 per cento, ma deve poter variare tra il 25 e il 50 per cento. Si possono adottare motori con rotore ad anelli ad inserzione di resistenza nel circuito rotorico e motori a gabbia di scoiattolo con commutazione di poli studiati per due diverse velocità. Il comando dei motori ad anelli per questo uso, normalizzati in America a 2300 volt, consta di un interruttore in olio collocato sulla linea di alimentazione con relais adatti per proteggere il motore da sovraccarichi o corti circuiti, di un controller a tamburo e di una resistenza da inserire nel rotore all'avviamento e in caso di regolazione della velocità.

Se invece si adottano motori con rotore a gabbia di scoiattolo a commutazione di poli, il comando consta unicamente di due interruttori in olio o contattori fra di loro bloccati in modo da impedire che si chiudano entrambi contemporaneamente. In tal caso il motore viene avviato alla piena tensione di linea.

L'A. analizza poi comandi per altri ausiliari di centrali come pompe a vuoto, ventilatori per il raffreddamento degli alternatori, ecc., ed espone i tipi di motori e di comandi più adatti. Un'analisi dettagliata è dedicata allo studio dei ventilatori per tiraggio forzato, sia per focolari normali che per focolari a carbone polverizzato.

L'esposizione sugli ausiliari di centrali viene chiusa coll'analisi dei motori e comandi adatti per trasportatori di carbone, polverizzatori, ecc.; per tutti questi comandi, in cui i motori si trovano in ambienti

pregni di pulviscolo di carbone, bisogna adottare dei tipi di motori chiusi ventilati, che prendono l'aria all'esterno e la scaricano nell'ambiente dove lavorano. Devono poi essere molto robusti e quindi in essi è da preferirsi il tipo normale di supporti con lubrificazione ad anelli che non quello a sfere o a rulli, perchè troppo delicato in relazione agli effetti della polvere di carbone che vi può penetrare.

C. G. E. (\*)

\* \*

### FRANK V. SMITH — Automatismo e comando a distanza di centrali idroelettriche. (J. A. I. E. E., ottobre 1926, pag. 967).

Dopo avere accennato alla diffusione presa dal comando a distanza delle centrali idroelettriche, l'A. descrive specialmente il sistema che chiama « Audible Type » ossia a comunicazione telefonica. Esso richiede l'installazione di soli due fili che possono servire fino a dieci centrali contemporaneamente. Nel posto di comando si trova un apparecchio a quadrante mobile numerizzato come quello dei telefoni automatici; ad ogni numero composto col quadrante corrisponde l'invio lungo i fili di un certo treno d'onde che è ricevuto da un apposito complesso di relais in centrale; sui fili stessi ritorna al posto di comando una segnalazione acustica di comando eseguito.

Nelle centrali interamente automatiche, il relais principale è azionato, come è noto, o da un dispositivo d'orologeria, o da un relais di frequenza, o da un organo a galleggiante, ecc.

Di solito il dispositivo di automatismo permette di realizzare le seguenti operazioni: avviamento qualora esistano le condizioni di normale funzionamento; arresto; protezione contro le sovratensioni e contro le altre accidentalità pericolose; protezione contro la scarica della batteria di accumulatori di comando; arresto temporaneo nel caso di corto circuito, di sovraccarico duraturo, di riscaldamento eccessivo, di aumento pericoloso di velocità, ritorno di potenza o grave squilibrio delle fasi; arresto e blocco della macchina in caso di riscaldamento dei supporti, di interruzione del campo del generatore, perdita di pressione dell'olio, intervento del relais differenziale. Nell'arresto normale, l'interruttore non interviene finché il regolatore della turbina non ha preso la posizione di marcia a vuoto, permettendo così il graduale trasferirsi del carico sulle altre unità. Inoltre il dispositivo automatico impedisce l'avviamento qualora la macchina sia stata precedentemente bloccata per una delle ragioni suddette, finché non siano state eliminate le altre cause che hanno condotto all'arresto temporaneo.

Nel caso del comando a distanza a ciascuna delle eventualità sopra indicate corrisponde l'invio di un certo segnale acustico alla stazione di comando.

Fra gli esempi più interessanti dell'applicazione di questo sistema l'A. cita un gruppo di cinque centrali scaglionate lungo un canale e di proprietà dell'Interstate Public Service Co. nel Middle West (S. U.). Le cinque centrali automatiche portano i numeri 2, 3, 4, 5 e 6; comprendono ciascuna un solo gruppo a 2400 V, ad asse verticale, di potenza di poche centinaia di kW. Quattro di esse sono comandate a distanza dalla centrale 4, la quale è collegata con due linee alle centrali 5 e 6 e con altre due alle centrali 2 e 3.

Per l'avviamento, alla cabina di comando si inserisce una chiave di collegamento, si compone col quadrante mobile il numero della centrale che si vuol comandare; all'arrivo del segnale acustico di tutto in regola, si eseguisce la verifica del livello dell'acqua e se risulta opportuno, si avvia la centrale ricomponendo il numero col quadrante. In centrale, un solenoide aziona il motore di comando del distributore che viene portato in posizione corrispondente circa alla velocità normale a vuoto. Coll'avviarsi della ruota, l'eccitatrice coassiale, che si trova elettricamente staccata dal campo del generatore, e col proprio reostato quasi completamente escluso, aumenta la sua tensione e chiude l'interruttore principale di linea alla velocità prossima al sincronismo. Il generatore, provvisto di avvolgimenti smorzatori, prende rapidamente il sincronismo e l'eccitatrice viene connessa al campo del generatore da un interruttore ausiliario dipendente da quello principale di linea. Il generatore entra in funzione normale, sotto l'azione di un regolatore di tipo vibrante. Data l'importanza relativamente piccola di ogni unità rispetto al sistema complessivo, questo non risente sensibilmente all'atto dell'inserzione di una macchina.

Appartengono allo stesso gruppo di impianti altre due centrali in costruzione, rispettivamente da 300 e da 400 kVA, le quali saranno completamente automatiche, comandate da relais a galleggiante combinati con sistemi d'orologeria in modo che esse funzioneranno secondo un orario prestabilito, purché vi sia nel canale un livello d'acqua non inferiore a un certo minimo prestabilito.

Nel caso che le centrali automatiche o a comando a distanza contengano più di un gruppo, le diverse macchine sono generalmente comandate indipendentemente l'una dall'altra, come fossero centrali staccate.

L'A. cita, come uno dei più interessanti, il gruppo di quattro impianti sul fiume Peshitgo (Wisc. S. U.), connessi fra loro con una

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.



linea a 66.000 V e tre dei quali sono comandati a distanza dalla quarta centrale da 8750 kVA.

La prima, in ordine di tempo, delle tre centrali automatiche contiene due gruppi verticali con eccitatrice coassiale, da 2000 kVA, 2400 V, 150 giri, i quali sono provvisti di un sincronizzatore automatico. I gruppi sono dotati anche di un regolatore di tensione ruotante il quale agisce soltanto sul reostato di campo dell'alternatore, mentre la tensione dell'eccitatrice resta sempre costante; si tratta di un contatto mobile su una serie di tasti del reostato disposti in piano sulla periferia di un circolo; il contatto mobile è comandato da un motorino il cui senso di rotazione dipende dalla chiusura di uno o l'altro di due contatti, a seconda delle variazioni di tensione sulle sbarre.

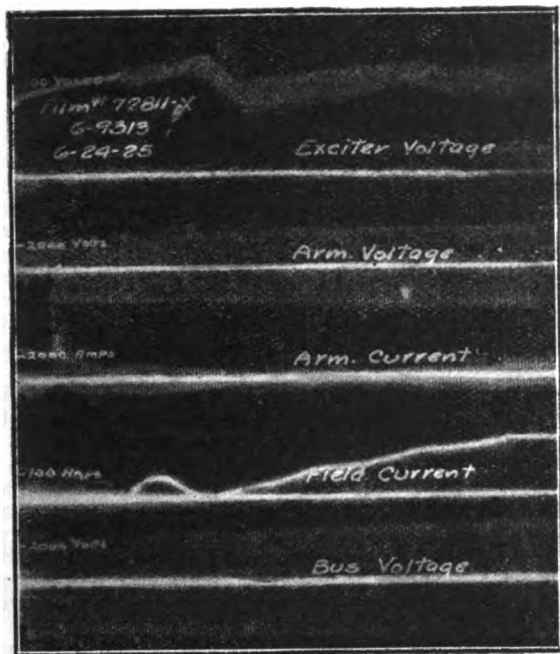


Fig. 1. — Oscillogramma di un alternatore autotransformante.

La seconda centrale del gruppo contiene due alternatori ad asse verticale da 4000 kVA, 2300 V. Essi non sono provvisti di apparecchio di sincronismo automatico, hanno soltanto avvolgimenti smorzatori e un interruttore automatico che li inserisce, senza eccitazione, quando la velocità è prossima (95 %) a quella di sincronismo.

Le figure 1 e 2 mettono a confronto le caratteristiche delle macchine al momento dell'inserzione, col sincronizzatore automatico, e cogli avvolgimenti compensatori.

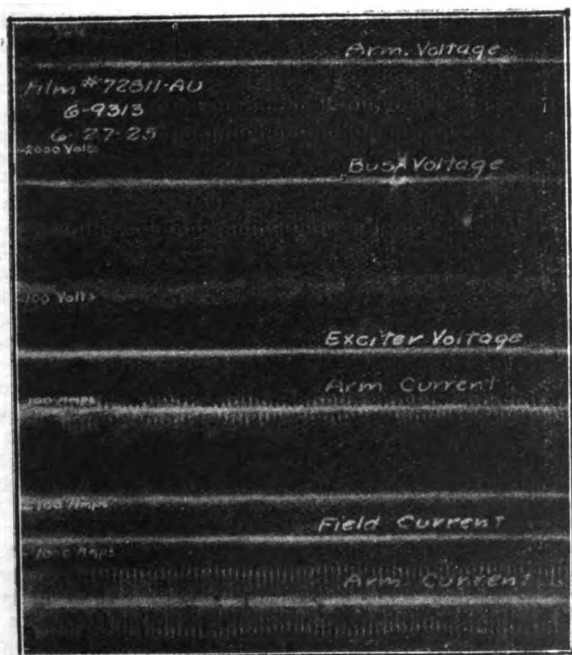


Fig. 2. — Oscillogramma di un alternatore provveduto di apparecchio per sincronismo automatico.

L'ultima centrale, simile in generale alla prima, contiene due gruppi verticali da 2400 kVA, 6600 V, 150 giri.

Oltre ad essere comandabili a distanza, le tre centrali sono anche provviste di avviamento automatico con relais di frequenza; il

passaggio da 60 a 57 periodi provoca, dopo pochi secondi, l'avviamento della prima macchina e successivamente della seconda.

Il dispositivo di comando a distanza si va applicando anche a centrali esistenti. L'A. cita il caso di una centrale con un gruppo da 1000 kW, 2300 V, 100 giri, uno da 500 kW, 2300 V, 120 giri, ed eccitatrice indipendente da 50 kW. Le macchine sono state provviste di sincronizzatore automatico ma non di regolatore di tensione.

Uno degli impianti automatici di maggior potenza è quello della New England P. Co. con un gruppo da 9000 kVA, 2300 V, 60 periodi, 180 giri, completamente automatico, senza apparecchio di sincronismo automatico; il gruppo può anche essere comandato a distanza da un'altra centrale.

Nel caso in cui vi siano molte macchine comandate a distanza, può essere utile ricorrere anziché al sistema acustico di cui fin qui si è trattato, a quello che l'A. chiama dei relais sincroni; ai due estremi della linea vi sono due batterie eguali di relais, e ad ogni operazione di uno di essi nella centrale comandata, corrisponde analoga operazione nella centrale di comando. In tal modo si ha sott'occhio in ogni momento lo stato delle cose.

E' opportuno spesso proteggere le linee di comando, dagli effetti pericolosi causati dalle linee ad alta tensione. L'A. cita degli apparecchi protettori a tubi a vuoto, per la messa a terra. R. S. N.

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

### B. W. ST. CLAIR — Alcuni aspetti del problema della misura delle perdite nei dielettrici. (J. A. I. E. E., agosto 1926, pag. 729).

L'A. riassume da prima le difficoltà ben note per le misure di potenza a fattori di potenza molto bassi. Specialmente imbarazzante è la mancanza di opportune unità campione da adoperare nelle misure.

L'uso di condensatori ad aria, è stato proposto da diversi A. Praticamente è difficile costruire dei condensatori di questo tipo per dimensioni e tensioni quali occorrono ad esempio per le prove sui cavi; inoltre è difficile conoscere le perdite proprie del condensatore nelle condizioni di funzionamento delle prove. L'A. fa rilevare come l'impiego dei condensatori ad aria non sia praticamente consigliabile.

Altri metodi si basano sul concetto di eliminare tutte le possibili cause note di errore e poi verificare la precisione del dispositivo di misura sperimentando prima sul campione in prova e poi sullo stesso ma con disposta in serie una resistenza conosciuta: se le perdite misurate nel secondo caso e riportate al solo campione risultano ancora eguali a quelle osservate nel primo caso, se ne dovrebbe dedurre che il dispositivo di misura dà risultati esatti.

L'A. fa rilevare la fallacia di tale supposizione.

Per angoli molto piccoli, quali sono quelli che entrano in gioco in misure di questo genere, il seno e la tangente sono praticamente identici fra loro e funzioni lineari dell'angolo. Il fattore di potenza è in questi casi misurato dal seno dell'angolo di cui la corrente è spostata dalla perfetta quadratura rispetto alla tensione. L'aggiunta di una resistenza nota produce, in ragione di quanto sopra, una variazione del fattore di potenza proporzionale alla resistenza stessa.

Se il campione non avesse perdite e quindi avesse un fattore di potenza nullo, l'aggiunta della resistenza  $R$  alla sua capacità  $C$ , produrrebbe uno sfasamento  $\alpha = \arctan 2\pi f C R$  e il fattore di potenza sarebbe:

$$\text{fattore di potenza} = \sin \alpha = \tan \alpha = 2\pi f C R$$

e quindi le perdite nella resistenza aggiunta:  $I^2 R = E I \sin \alpha$ .

Si vede che il wattmetro può indicare esattamente l'incremento dovuto alle perdite aggiunte, anche qualora misurasse in modo erroneo il valore iniziale. Il wattmetro si comporta come un apparecchio con scala lineare ma collo zero incognito.

Chiamando ora  $R_1$  la resistenza equivalente del campione di cavo in prova, il suo angolo di sfasamento sarà  $\beta = \arctan 2\pi f C R_1$ , e il suo fattore di potenza è  $\sin \beta = \tan \beta = 2\pi f C R_1$ .

L'aggiunta della resistenza  $R$  produce un cambiamento nello sfasamento identico a quello che avrebbe prodotto se il cavo non avesse avuto affatto perdite. Infatti, in virtù della legge lineare prima ricordata, si ha:

$$\text{angolo di fase} = \arctan 2\pi f C (R + R_1) = \arctan 2\pi f C R_1 + \arctan 2\pi f C R.$$

Inserendo il wattmetro la sua misura rappresenta:

$$W = E I \sin (\beta + \gamma)$$

dove  $\gamma$  è lo sfasamento dovuto al wattmetro. Ricordando che si tratta di angoli piccoli, la precedente si può scrivere:

$$W = E I (\sin \beta + \sin \gamma).$$

Colla resistenza  $R$  inserita, il wattmetro segna invece:

$$W_1 = E I \sin (\alpha + \beta + \gamma) = E I (\sin \alpha + \sin \beta + \sin \gamma)$$

e quindi la differenza delle due letture è:

$$W_1 - W = E I \sin \alpha$$

che è eguale alle perdite  $I^2 R$  nella resistenza  $R$ , come si è visto sopra.



In considerazione delle difficoltà indicate, l'A. si diffonde maggiormente sui metodi calorimetrici, e ne descrive uno in modo particolare.

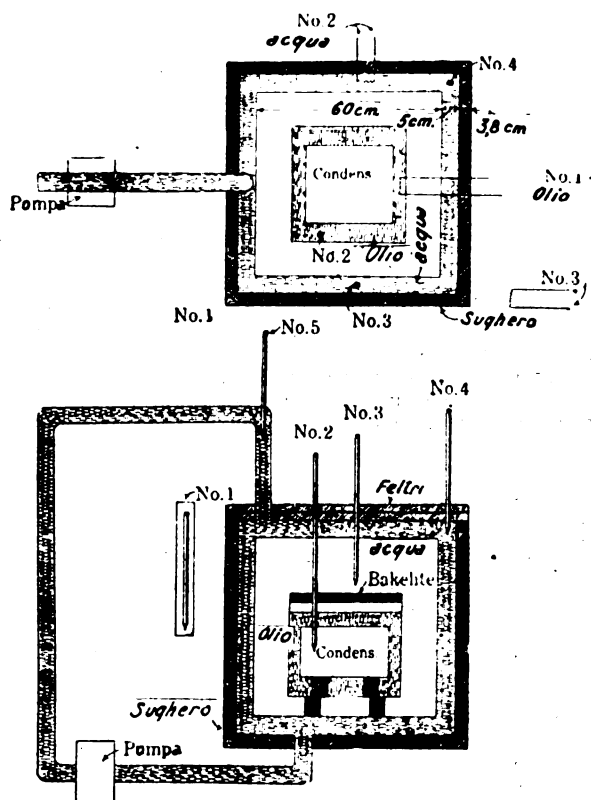


Fig. 1. — Schema del dispositivo calorimetrico.

Il dispositivo è indicato schematicamente in figura 1. Il metodo si basa sul concetto di verificare l'approssimazione delle misure producendo identici gradienti di temperatura prima con le perdite che si vogliono misurare e poi con una resistenza nota percorsa da corrente continua. L'A. assicura che il metodo, sebbene più complicato di altri già noti, riesce a dare risultati molto buoni.

L'apparecchio è installato in un ambiente in cui la temperatura è mantenuta costante nei limiti di  $+0^{\circ},2$ .

Iniziata la prova, coll'elemento da misurare inserito, si attende di raggiungere il regime di temperatura, ciò che richiede in generale parecchie ore. Si esclude poi dal circuito l'elemento e si inseriscono invece su una corrente continua, delle resistenze già preparate nello stesso recipiente del calorimetro; si varia la corrente finché le perdite nelle resistenze producono la stessa distribuzione di temperatura.

Il metodo presume che le perdite a corrente continua e a corrente alternata siano le stesse. Le letture devono essere fatte a distanza con telescopi. Molto accurata deve essere naturalmente la regolazione della pompa.

Una causa d'errore è data dalle armoniche presenti nella corrente a cui si sottomette il campione in prova. Le piccole perdite e la capacità relativamente grande producono una amplificazione delle armoniche, tanto più sentita quanto esse sono di ordine più elevato. E' opportuno perciò mettersi in condizioni di risonanza o almeno disporre una forte reattanza in serie col campione in prova.

Una verifica spesso utile in generale in misure di questo genere eseguite coi metodi wattmetrici si può fare usando quattro campioni di identica capacità e di perdite apparentemente identiche. Dopo provati singolarmente, essi si dispongono a due a due in serie, mettendo le due serie in parallelo fra loro e alimentandole a tensione doppia di quella a cui si sono provati singolarmente i campioni. Il fattore di potenza dovrebbe ancora risultare identico e le perdite complessive dovrebbero essere quadruple di quelle di un campione singolo.

R. S. N.

## MOTORI ELETTRICI.

**H. A. WINNE — Applicazione di motori sincroni al comando di treni laminatoi.** (Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 394).

Il motore a induzione per il comando dei laminatoi è così entrato nell'uso comune e risponde così bene allo scopo che può sembrare strano il sentir parlare di motori sincroni destinati allo stesso uso. Eppure la G. E. Co. ha recentemente compiuto l'installazione di un grosso motore sincrono trifase da 6750 kW, 107 giri, 25 periodi, 6600 volt per il comando di un treno continuo per billette su dieci gabbie della Mc. Kinney Steel Company di Cleveland, Ohio.

Allo scopo di esaminare un po' da vicino il comportamento al-

l'avviamento dei due diversi tipi di motori pel comando di laminatoi. L'A. espone dettagliatamente le condizioni, in cui si svolge l'avviamento dei motori a induzione con rotore avvolto e con rotore a gabbia di scoiattolo, poichè i sincroni vengono normalmente avviati come asincroni con rotore a gabbia di scoiattolo. E' noto che nello statore di un motore a induzione si genera un campo rotante, che gira con velocità di sincronismo proporzionale alla frequenza e inversamente proporzionale al numero di poli: se il rotore ruota a velocità inferiore a quella di sincronismo, come avviene nei motori asincroni, il campo rotante taglia i conduttori del rotore e vi induce una tensione che è proporzionale allo scorrimento. Per effetto di questa tensione si genera allora negli avvolgimenti rotorici una corrente, la cui intensità dipende dalla tensione indotta, e perciò dallo scorrimento. D'altra parte è da tener presente che la coppia di un motore è proporzionale alla corrente rotorica, al flusso ed all'impedenza del circuito rotorico. E' evidente che se nel rotore non vi fosse resistenza, ma solo reattanza la corrente rotorica sarebbe in ritardo di  $90^{\circ}$  rispetto al flusso e non si avrebbe coppia motrice; di qui deriva che la coppia non dipende solo dall'intensità del flusso e della corrente rotorica, ma anche dal fattore di potenza del circuito rotorico. E' evidente perciò che agendo sull'altro lato del triangolo dell'impedenza, cioè sulla resistenza, inserendola convenientemente all'avviamento nel circuito rotorico, si può ottenere che il fattore di potenza di esso sia migliorato all'avviamento e si può giungere, opportunamente regolando la resistenza inserita, ad avere, come è necessario, un motore che sviluppa la massima coppia nella prima fase di avviamento. Quindi il motore a induzione con rotore avvolto si trova in ottime condizioni all'avviamento sotto questo riguardo.

Invece nel motore a induzione con rotore a gabbia di scoiattolo e in quello sincrono, che è avviato come questo, non si può variare la resistenza del circuito rotorico e si può avere una buona fase d'avviamento solo in base ad una sapiente calcolazione del circuito rotorico a gabbia; ma in tal caso si vede come il motore sincrono con avviamento asincrono sia superiore a quello puramente ad induzione, perchè nel primo il circuito rotorico a gabbia di scoiattolo serve solo per la fase di avviamento e perciò può essere esattamente calcolato per rispondere alle condizioni da essa imposte, mentre nel secondo il suo calcolo risulta da un compromesso tra le esigenze imposte dalla fase di avviamento e da quella di lavoro. Inoltre vi sono altri accorgimenti che possono essere adottati per migliorare la fase di avviamento di un motore sincrono; tra questi è quello di annidare nella ruota polare del sincro due gabbie di scoiattolo, l'una ad elevata resistenza alla sommità delle cave nelle espansioni polari e l'altra di debole resistenza in fondo alle cave stesse. All'avviamento la gabbia a debole resistenza poco influisce sulla coppia di avviamento, mentre una buona coppia è data dalla gabbia superiore che presenta forte resistenza e scarsa reattanza; quando poi la velocità aumenta, diminuisce la reattanza della gabbia inferiore e la sua debole resistenza contribuisce a far sviluppare una buona coppia per portare il motore alla velocità di sincronismo.

Il motore sincro da 6750 kW applicato all'impianto di laminatoio di cui si è detto prima, potrebbe sviluppare, se avviato alla tensione normale, una coppia pari a circa il 265 per cento di quella di pieno carico: però assorbirebbe una corrente troppo elevata e perciò viene avviato a tensione ridotta per mezzo di autotrasformatore. Poichè la coppia d'avviamento decresce col quadrato della tensione, con una tensione del 40 per cento si ha una coppia d'avviamento pari al 16 per cento di quella prima indicata, e corrispondente al 42,5 per cento della coppia normale di pieno carico. Il motore suddetto è appunto avviato in tali condizioni e viene poi aumentata la tensione al 50 per cento di quella normale, dopo avviato, per portarlo in sincronismo. E' interessante notare che i risultati su indicati sono stati ottenuti con una macchina funzionante a 25 periodi: a 60 periodi le coppie d'avviamento sarebbero notevolmente minori, come si rileva da una tabellina di confronto tra due motori dello stesso numero di giri e di frequenze diverse. Naturalmente però il motore a 60 periodi ha un numero di poli superiore; per motori a 60 periodi a minor numero di poli le condizioni d'avviamento risulterebbero notevolmente migliorate. Di qui si vede che le condizioni d'avviamento di un sincro sono inferiori a quelle di un motore a induzione, però in certi casi per certi vantaggi che esso presenta, può essere con profitto impiegato.

E' noto infatti che la coppia di sovraccarico massimo in un motore sincro può essere pari a quella di un motore a induzione e si aggira normalmente sul 250 per cento di quello di pieno carico: ma notevole è il fatto che una diminuzione della tensione d'alimentazione, mentre si ripercuote al quadrato sulla coppia motrice per un motore a induzione, per un motore sincro fa sentire il suo effetto solo alla prima potenza. Così con tensione ridotta al 90 per cento un sincro potrà sviluppare il 90 per cento di coppia motrice, mentre un motore a induzione nelle stesse condizioni svilupperebbe solo l'81 per cento.

Ma la più apprezzata caratteristica presentata dal motore sincro è quella di migliorare il fattore di potenza del sistema, cui è collegato. Inoltre il rendimento di un motore sincro è dal 0,5 al 2 per cento migliore di quello di un motore a induzione. Naturalmente il sincro, data la sua caratteristica di velocità costante, non si presta ad essere usato per il comando di quei treni, in cui è necessario applicare un volano, poichè per ritrarre un vantaggio da questo occorre che il motore possa ritardare al crescere del carico per riprendere la velocità normale al diminuire di esso. Però per quei treni, in cui non si fa uso di volano e nei quali alla gabbia finitrice è installata una trancia per il taglio di barre di uguale lunghezza la velocità assolutamente

costante del sincrono riesce vantaggiosa, perchè garantisce della costante lunghezza delle barre tagliate e assicura anche una produzione più elevata dal laminatoio stesso.

Riguardo alle spese di impianto, il sincrono ha a suo vantaggio un costo leggermente inferiore a quello di un motore a induzione. Anche lo spazio occupato da un sincrono è minore di quello di un corrispondente motore a induzione. Per ciò che concerne la robustezza del motore, il sincrono è indubbiamente meno delicato grazie al suo maggiore intraferro.

L'A. chiude il suo esauriente studio comparativo dei sincroni e dei motori a induzione con un accenno al motore supersincrono che è, come noto, un motore sincrono, nel quale l'indotto, normalmente lo statore, può ruotare durante la fase di avviamento e viene poi fermato quando il motore è in marcia a mezzo di apposito freno. All'avviamento il freno viene allentato, allora essendo lo statore libero, mentre il rotore è attaccato al carico, si mette di preferenza in rotazione lo statore, che in breve raggiunge la velocità di sincronismo. Allora per trasmettere il movimento di rotazione dallo statore al rotore si frena gradatamente quello con che inizia il suo moto il rotore: e alla fine dell'operazione di avviamento con freno serrato si ha il rotore ruotante alla velocità normale di regime, mentre l'avviamento si è seguito nelle condizioni in cui il motore può esercitare la sua massima coppia.

Dopo aver rienumerato i vantaggi e gli svantaggi derivanti dall'adozione del motore sincrono ad un comando di treno laminatoio, l'A. passa ad esporre a quali tipi di laminatoi esso si adatta e conclude a favore dei treni continui a velocità costante per billette, piattine e vergella, i quali tutti vengono avviati a vuoto e difficilmente presentano la possibilità che l'operazione di avviamento venga iniziata con barre tra i cilindri. Anche per i laminatoi a tubi e in generale per tutti quelli, in cui non occorre adottare masse volano l'applicazione dei sincroni può riuscire possibile e conveniente.

C. G. E.

\* \*

### C. B. HUSTON — La laminazione a freddo delle piattine d'acciaio. (Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 386).

La laminazione a freddo delle piattine di acciaio viene eseguita sia per ottenere una diminuzione dello spessore maggiore di quella ottenibile colla laminazione a caldo, sia per avere dimensioni più precise del prodotto, superfici lisce e per raggiungere un certo grado di durezza.

Il laminatoio a freddo, solitamente del tipo continuo, è montato su un certo numero di gabbie variabili colla riduzione di spessore, che si desidera ottenere nella piattina: solitamente si possono eseguire quattro passaggi senza ricorrere a ricottura; per ogni passaggio occorre una gabbia comandata da motore a corrente continua a velocità variabile da 400 a 800 giri attraverso una coppia di ingranaggi. I motori per questo uso sono stati studiati in una serie da 18 a 225 kW con dieci gradazioni di potenze comprese entro questi limiti.

Il comando di questi motori è stato studiato per adempiere a parecchie funzioni, che è necessario siano assicurate per garantire il buon funzionamento del laminatoio e precisamente: le gabbie devono poter funzionare sia isolatamente, sia una di seguito all'altra; l'arresto di ciascuna si deve poter eseguire per la semplice pressione di un solo bottone; l'avviamento dei motori deve avvenire nella giusta successione; si deve poter invertire il loro senso di rotazione nel caso, in cui si debba tirare fuori una piattina incastrata nel laminatoio; devono essere assicurate le protezioni di massima e minima, di campo indebolito, ecc.

Essendo la piattina in rotoli, viene avvolta su aspi, che a seconda dei casi hanno comando separato oppure sono azionati dallo stesso motore dell'ultima gabbia finitrice.

E' necessario che il rotolo venga avvolto con velocità tale che la piattina durante l'avvolgimento resti sempre tesa; perciò un dispositivo automatico regola la velocità del motore in modo da mantenere costante la velocità periferica del rotolo pur variando il suo diametro.

C. G. E.

### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

### O. E. SHIRLEY — Caratteristiche di stabilità degli alternatori. (J. A. I. E. E., settembre 1926, pag. 813).

L'A. si occupa particolarmente del problema della stabilità per alternatori connessi a linee di limitata importanza, dimostrando come anche in tale caso si possano in certe condizioni di carico della pratica, sorpassare i limiti della stabilità.

L'A. definisce: « rapporto di corto circuito », il rapporto fra la corrente di campo per tensione normale a circuito aperto e la corrente di campo per il valore normale della corrente nell'indotto in corto circuito. Nelle costruzioni più recenti si tende a rendere molto piccolo il fattore di corto circuito. Al di sotto di certi valori, quando avvengono oscillazioni intorno al pieno carico può verificarsi l'instabilità: l'alternatore perde di tensione, ciò che provoca lo scatto dei relais di bassa tensione i quali staccano parte del carico, dopo di che la tensione risale al valore normale, e la macchina ripiglia a funzionare regolarmente ma a carico ridotto. Il limite di carico per la stabilità dipende principalmente dal grado di saturazione del ferro dell'alterna-

tore, dal fattore di potenza del carico, e dal valore del rapporto di corto circuito.

L'A. esamina, sotto questo riguardo, il funzionamento dei diversi tipi di macchine, secondo le caratteristiche del carico.

*Servizi a potenza costante.* — Rientrano in questo caso gli alternatori che alimentano i motori, sincroni o asincroni, pel comando di pompe, ventilatori, compressori, ecc.

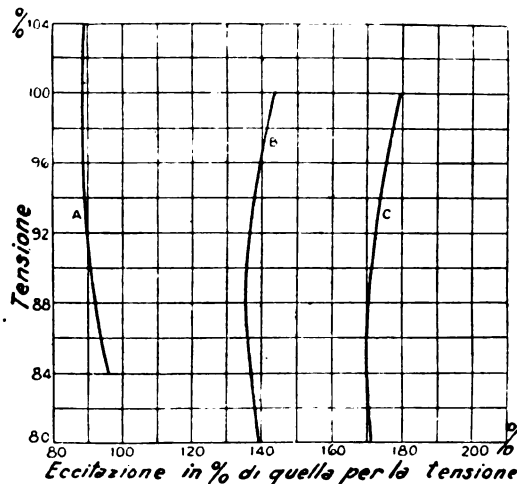


Fig. 1. — Diagramma della tensione di un alternatore in funzione dell'eccitazione, a carico costante.

A = carico rappresentato da un motore sincrono,  $\cos \varphi = 0.80$  in anticipo a tensione normale.

B = id  $\cos \varphi = 1$  a tensione normale.

C = carico rappresentato da un motore asincrono,  $\cos \varphi = 0.90$  in ritardo, a tensione normale.

Nella fig. 1 sono tracciate le curve dell'eccitazione per alternatori in diverse condizioni di carico, e per diversi valori della tensione sopra e sotto il valore normale. Si vede che vi è un certo valore della tensione, per il quale l'eccitazione raggiunge un valore minimo: esso determina la condizione di instabilità. E' chiaro che se l'alternatore sta funzionando per esempio a  $\cos \varphi = 0.88$  (riferendoci alla curva B di fig. 1) si verifica un aumento di carico, la tensione si abbassa e l'eccitazione non è più sufficiente per arrestare tale abbassamento il quale continuerà finché l'alternatore e il motore da esso alimentato perderanno il sincronismo.

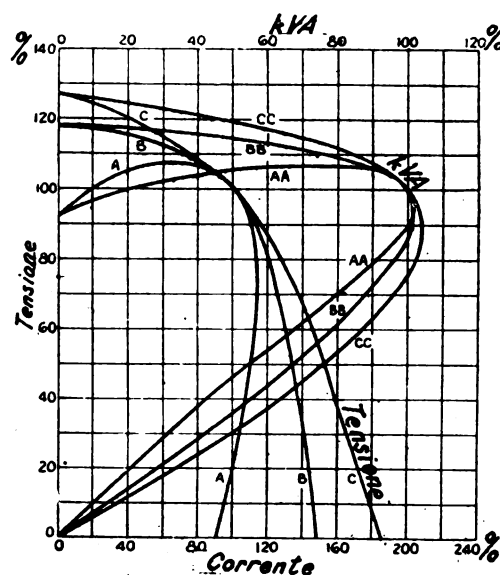


Fig. 2. — Caratteristiche di un alternatore a eccitazione costante.

Fattore di saturazione 1,65; reattanza indotta 18%; rapporto di corto circuito 1,04. A, B, C come in figura 1.

Il massimo carico stabile per l'alternatore può essere meglio rappresentato tracciando le curve della tensione in funzione della corrente, per un dato valore del fattore di potenza e della eccitazione, e deducendo da esse le curve della potenza. Ciò si è fatto in fig. 2 dove le curve A, B, C, si riferiscono agli stessi motori di fig. 1.

Nella figura 3 si sono tracciate le curve della corrente e della potenza in funzione della tensione, per valori delle eccitazioni corrispondenti a valori del carico di 0,80 %, 100 %, 120 % e 140 %, alla tensione normale.

Si vede che il massimo valore dei kVA, corrisponde a valori della tensione che aumentano fino ad un certo punto colla eccitazione, ma poi diminuiscono: nelle condizioni pratiche non si raggiunge quindi mai un carico per il quale l'alternatore sia instabile a tensione normale.

La figura 3 mette in evidenza l'importanza di variare l'eccita-

zione in modo da mantenere la tensione al suo valore normale, quando si abbia a che fare con questo tipo di carichi.

Un regolatore automatico può opportunamente servire per mantenere la stabilità fino al massimo carico per la tensione normale, ma se tale carico viene superato, i regolatori attualmente in uso non potrebbero più garantire la stabilità. Tuttavia nel caso che il massimo carico venga superato di poco, si può provvedere alla stabilità sistemando la regolazione per una tensione un poco più alta del normale, ammesso che la macchina possa sopportarla.

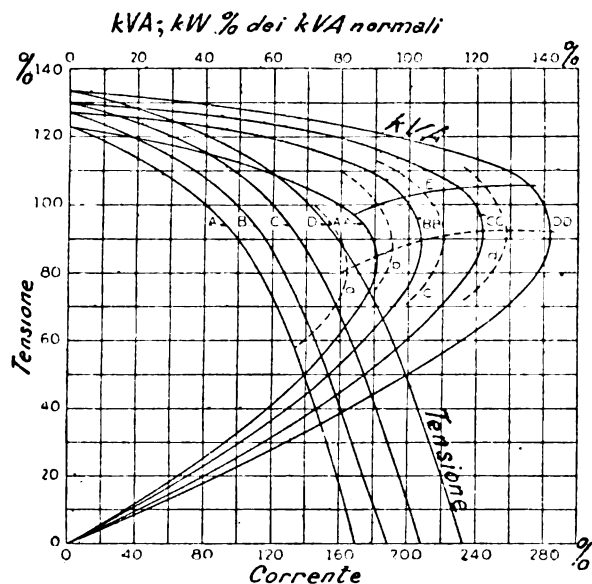


Fig. 3. — Caratteristiche di un alternatore a eccitazione costante.

A, AA, a = 80 % kVA a tensione normale.  
B, BB, b = 100 % kVA  
C, CC, c = 120 % kVA  
D, DD, d = 140 % kVA  
E, curva dei kVA riferiti alla tensione, nell'ipotesi di una tolleranza del 15 % in più del normale nella tensione.

Naturalmente le curve nel rappresentare il massimo valore dei kVA, non tengono conto dell'influenza delle linee e degli apparecchi annessi; a questo riguardo solo la esperienza può indicare il margine di sicurezza necessario.

**Carico a impedenza variabile**, quale può essere un convertitore sincrono alimentante dei motori di trazione in serie.

In questo caso non vi è a temere per l'instabilità dell'alternatore, come è dimostrato dal fatto che la curva della tensione in funzione dell'eccitazione non presenta punto di minimo. E' quindi possibile far uso di alternatori con un rapporto di corto circuito eguale all'unità pur sopportando sovraccarichi anche notevoli, purché l'eccitazione sia fatta crescere col carico mediante un sistema di regolazione automatica.

**Carico a impedenza costante**. — Anche in questo caso l'alternatore è stabile pel funzionamento in qualunque condizione corrispondente a un punto delle curve della potenza in funzione della tensione; il limite di carico è stabilito soltanto dal riscaldamento della macchina.

**Caratteristiche dell'alternatore per carichi ordinari della pratica**. — Generalmente in pratica il carico rappresenta una combinazione dei vari casi sopra indicati. Conviene allora calcolare le curve della

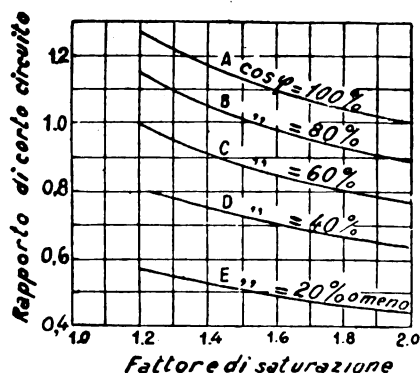


Fig. 4. — Valore minimo del rapporto di corto circuito per la stabilità degli alternatori.

tensione in funzione dell'eccitazione per diversi valori del carico avente quelle date caratteristiche: se ne deduce la condizione di instabilità della quale bisogna tener conto nel progetto o nella scelta dell'alternatore.

Quando il carico appartenga in proporzioni rilevanti, alle categorie 2 e 3, l'alternatore può funzionare in modo stabile anche a tensioni

inferiori a quelle che sarebbero indicate dal massimo valore dei kVA nelle curve come in figura 3.

L'A. propone la seguente formula per determinare il minimo valore del rapporto di corto circuito che dia un sufficiente margine di stabilità a carico normale:

$$\text{minimo rap. c. c.} = 1.4 \sqrt{\frac{\text{fattore di potenza}}{\text{fattore di saturazione}}} \quad (1)$$

ritenendo come fattore di saturazione, secondo le Norme dell'A. I. E. E.: « il rapporto fra un piccolo aumento percentuale nell'eccitazione, e il corrispondente aumento percentuale di tensione. Il fattore di saturazione di una macchina si intenderà riferito all'eccitazione a vuoto, a tensione e velocità normali ».

L'A. assicura che la formula dà risultati abbastanza approssimati per la pratica.

Nella figura 4 sono tracciate le corrispondenti curve calcolate colla (1) per diversi fattori di potenza in ritardo e per valori della pratica del fattore di saturazione. L'A. non ha tracciato le curve per fattori di potenza in anticipo perché macchine in simili condizioni possono essere considerate solo in relazione a grandi linee di trasmissione, delle quali l'A. non si è occupato.

R. S. N.

\* \*

## E. CLARKE — Calcoli semplificati di linee di trasmissione. (Gen. El. Rev., maggio 1926, pag. 321).

Esistono vari metodi per calcolare le linee di trasmissione, ma in tutti compaiono funzioni iperboliche o le progressioni in serie equivalenti. Fortunatamente tutte queste funzioni comprendono il prodotto dell'impedenza per l'ammettenza e poiché il prodotto della induttanza per la capacità è praticamente costante per le linee aeree e si può trascurare la dispersione, è possibile esprimere le parti reali e immaginarie delle funzioni iperboliche o delle progressioni equivalenti sostituendovi il prodotto della frequenza per la lunghezza della linea e il rapporto tra le resistenze e le reattanze.

L'A. riproduce poi le equazioni fondamentali, che danno la tensione e l'intensità di corrente ad un estremo di una linea in funzione della tensione e dell'intensità di corrente all'altro estremo e mostra come in tali equazioni alle tre quantità immaginarie contenenti il prodotto dell'impedenza e dell'ammettenza si possano sostituire il prodotto e il rapporto prima indicati e come si possa, ricorrendo a diagrammi antecedentemente stabiliti e riprodotti nell'articolo, valevoli per qualunque linea di trasmissione, ottenere le parti reali e immaginarie delle quantità iperboliche espresse nelle equazioni della linea. L'A. aggiunge poi diagrammi, e indica il modo di farne uso, per determinare la tensione ad un estremo della linea in funzione di quella all'altro estremo, quando non vi sia carico, e per ricavare la corrente e i kVA di carica all'estremità dove sono installati gli alternatori in funzione della tensione all'altra estremità, sempre nel caso in cui non vi sia carico.

C. G. E.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L' ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annote arretrate	cad.	L. 100,—
	più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno		» 100,—
» per l'Estero		» 200,—
Un numero separato: per il Regno		» 4,—
» per l'Estero		» 8,—
	più per postali	» 1,50

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L.	4,—
	più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	»	4,—
	più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	»	2,—
	più per postali	» 0,80
Norme per gli olii		» 2,—
	più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo		» 2,—
	più per postali	» 0,80

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie ..... L. 15,—  
più per postali » 2,—

### CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES

en Italie	L.	13,—
	più per postali	» 2,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Di un condensatore colloidale è stato discusso nella seduta del 25 maggio 1926 dell'Ac. des Sciences di Parigi. Esso è costituito da due fogli di alluminio o di magnesio separati da un reticolato isolante colle maglie riempite di una pasta di sesquiossido di ferro colloidale e glicerina. Collegando insieme una ventina di coppie si realizza un condensatore capace di sopportare una differenza di tensione alternativa di 110 V. Per piccole superficie di alluminio si ottengono capacità dell'ordine di 5000 microfarad per centimetro quadrato; col l'aumento della superficie diminuisce la capacità tanto che per un  $\text{cm}^2$  la capacità è compresa fra 100 e 1000 microfarad; la carica dura però solo una frazione di secondo.

Un conduttore di questo tipo pesante da 100 a 150 grammi, può avere una capacità di parecchie centinaia di microfarad. Il condensatore colloidale non è danneggiato dal verificarsi di scariche interne. Esso si presta a usi industriali come apparecchio di protezione contro le sovratensioni o le correnti indotte d'alta frequenza sulle linee di trasmissione.

### ELETTROFISICA.

La presenza di ioni negativi molto rapidi nell'argon puro è stata riconosciuta da M. Laport e A. de Silva che fecero una comunicazione all'Académie des Sciences. Quando l'argon è molto purificato in modo da contenere meno del 3 per mille di ossigeno, si può riconoscere la presenza di ioni negativi a velocità superiore a 200 centimetri per secondo; coesistono degli ioni più lenti che però scompaiono ad un grado maggiore di purezza dell'argon. Gli AA. prevedono la utilizzazione, per la misura di correnti di ionizzazione intense, di tubi ad argon purissimo. La grande mobilità degli ioni negativi sarebbe dovuta alla ripulsione dell'anello elettronico esterno completo, e sarebbe in relazione colla mancanza di affinità chimica dei gas rari.

\*

Registrazioni del campo elettrico atmosferico fino a 20.000 metri di altezza sono state compiute in Francia all'Osservatorio di Trappes. Il metodo consisteva nel misurare, su palloni sonda, la differenza di potenziale fra due punti a pochi metri di dislivello fra loro. Si faceva uso di lampade a vuoto a doppia griglia nelle quali la corrente della griglia interna può essere resa funzione della tensione della griglia esterna e che possono perciò servire, con un milliamperometro a misurare le variazioni di tensione di quest'ultima. Alcuni dei palloni sonda superarono i 13.000 metri, e uno arrivò a 20.000 metri. Si è riconosciuto che il campo atmosferico va in generale diminuendo fino a 9000 metri, passando da circa 10 volt per metro a 4000 m, fino a 2,3 V/m a 8000 m. Ad altezze maggiori, superato lo strato isotermico, il campo ripiglia valori elevati superando talora 20 o 30 volt per metro. Secondo le registrazioni dell'unico pallone arrivato a 20.000 metri, il gradiente oltre i 16.000 metri, riprende a decrescere regolarmente passando da 12 V/m a 16.000 m, a 5 V/m a 17.000 m, e a 1,2 V/m a 19.000 metri.

### IMPIANTI.

Una installazione notevole di turbine Francis per bassissima caduta è quella della centrale di Hohenstein sulla Ruhr, dove una portata di oltre 72  $\text{m}^3$  al secondo è sfruttata, su un salto di m. 4,30, da tre turbine Francis ad asse verticale, da 1000 kW ciascuna, a 60 giri al minuto. Gli alternatori a 5000 V, pure ad asse verticale, sono comandati per mezzo di un gioco di ingranaggi con rapporto 1:12,5 e fanno perciò 750 giri al minuto; la ruota maggiore della trasmissione ha un diametro di m. 3,50. La trasmissione ha un rendimento del 99 %.

I regolatori delle turbine possono anche regolare il livello del pelo d'acqua. Le griglie sono provviste di un dispositivo meccanico di pulitura.

\*

La produzione di energia elettrica in Argentina avviene generalmente per via termica. Una delle maggiori centrali termoelettriche in costruzione avrà la potenza di 500.000 kW consumando 4000 tonnellate di carbone al giorno. Si cominciano a sfruttare le risorse idriche, specialmente nella regione delle Ande. Si è studiato un progetto per l'utilizzazione del fiume Atuel nella provincia di Mendoza; con uno sbarramento presso Nihuil (450 km da Mendoza) si potrebbe ricavare un salto di circa 100 metri con una portata disponibile di circa 400 metri cubi al secondo, realizzando anche la possibilità di irrigare una immensa estensione di terre desertiche. Si è studiato anche lo sfruttamento delle cascate di Iguazu per produrre una potenza di circa 225.000 kW per servire Buenos Ayres.

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Esperienze per determinare l'influenza della colorazione della luce sulla facilità della lettura sono state eseguite in Germania. Le prove furono compiute determinando la possibilità di distinguere lettere nere su fondo bianco, di diverse dimensioni; l'illuminazione si otteneva con una lampada Osram da 32 candele e opportuni schermi colorati costituiti da soluzioni colorate in vasi di vetro. Aumentando l'illuminazione si è avuto un rapido aumento di leggibilità fino ai 30 lux;

oltre questo valore il vantaggio è stato molto scarso. I migliori risultati si sono ottenuti colla luce gialla (1,29 rispetto alla luce bianca presa eguale ad 1) e i peggiori colla luce bleu (0,73). Alla illuminazione di 2 lux con luce gialla si ha la stessa visibilità come con 30 lux a luce bleu. Altre esperienze per determinare la facilità di leggere lettere esposte soltanto per frazioni di secondo, dimostrarono che a tale riguardo la luce più favorevole è quella bleu.

### MATERIALI.

Una nuova lega d'alluminio per conduttori elettrici è descritta nella Schweizerische Bauzeitung del 26 giugno. Questo materiale chiamato «lega 3 per conduttori», prodotto dalla fabbrica di alluminio dei Neuhausen (Svizzera) contiene 0,4 per cento di manganina, 0,5 a 0,6 per cento di silicio, circa 0,3 per cento di ferro e dal 98,7 al 98,8 per cento di alluminio. Aumentando la durata di ricottura cresce la resistenza meccanica alla trazione ma diminuisce la conduttività della lega. Le sue proprietà sono complessivamente migliori delle leghe fino ad ora impiegate.

### MOTORI PRIMI.

L'utilizzazione della forza viva dell'acqua corrente dei fiumi è stata realizzata con successo con un tipo di turbina speciale, recentemente provata a Vienna sul Danubio. La turbina Suess descritta nell'Electr. und Maschinenbau del 26 aprile 1926 è contenuta in una cassa di lamiera troncoconica e deve essere completamente immersa nella corrente d'acqua; essa viene sostenuta da un pontone galleggiante sul quale si installa il generatore elettrico. A Vienna sono state fatte delle esperienze con una turbina per la quale la cassa aveva un diametro di 200 mm. all'entrata e di 1550 mm. alla uscita; il rendimento è risultato del 74 per cento. La potenza ricavabile da una simile turbina è data da  $P = 0,51 \eta S V^3$  (in kW) indicando con  $\eta$  il rendimento, con  $S$  la sezione di entrata (in  $\text{m}^2$ ) e con  $V$  la velocità dell'acqua (in m/s).

### STATISTICA.

La diffusione degli apparecchi elettrici per usi domestici è rilevantissima agli Stati Uniti. Secondo una statistica pubblicata dall'Electrical World, vi erano al principio del corrente anno: 87.810 riscaldatori d'acqua; 4.148.800 aspiratori della polvere; 9.894.000 ferri da stiro; 3.108.600 griglie per tostare il pane; 2.642.600 macchine lavatrici; 2.628.300 ventilatori; 1.320.700 stufe da riscaldamento; 304.500 fornelli da cucina; macchine da stirare 167.020; macchine frigorifere 66.960.

\*

L'elettrificazione in Russia si estende rapidamente. — Attualmente sono installati: 56.000 kW di impianti idraulici; 104.000 kW di impianti termici a torba; 38.000 kW di impianti termici a carbone e 35.000 kW di impianti a combustibile liquido; in totale si hanno installati 233.000 kW, dei quali 182.000 kW in impianti costruiti dopo la guerra. Sono in servizio 380 km di linee a 110.000 V e 160 km di linee a 38.000 V. Sono previste per il prossimo anno le seguenti installazioni: due gruppi da 35.000 kW e due da 16.000 kW nelle centrali vicine a Mosca; tre nuove centrali della potenza iniziale rispettiva di 32.000 kW, 20.000 kW, e 10.000 kW. Complessivamente il piano di ampliamento degli impianti esistenti prevede l'installazione di 246.000 kW e di 350 km di linee a 110.000 V. Tutto il materiale viene acquistato all'estero, specialmente in Inghilterra e nella Svezia.

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

Nuovi locomotori per le Ferrovie del Nord della Spagna. — La Compagnia delle Ferrovie del Nord della Spagna ha ordinato recentemente alla Oerlikon 22 locomotori per treni passeggeri e merci, destinati alle linee: Barcellona-Manresa e Barcellona-San Juan de las Abadesas in via di elettrificazione.

La prima di esse ha una lunghezza di 64 km. a doppio binario e la seconda di 106 a binario semplice. La pendenza massima raggiunge in certi tratti il 20 per mille; lo scartamento è di 1674 mm, normale per le ferrovie spagnole. E' stato adottato il sistema a corrente continua con tensione media alla linea di contatto di 1500 volt, variabile da 1100 a 1800 volt.

Per i locomotori è stata richiesta una prestazione di 1200 tonnellate rimorchiate ed una velocità massima di 90 km-ora. Essi sono costituiti di due carrelli a tre assi portanti una cassa: ciascun asse è comandato, attraverso ad una riduzione a ingranaggi, da un proprio motore ed i tre motori di ciascun carrello sono costantemente collegati in serie fra loro così che l'equipaggiamento motore viene ad essere formato da due gruppi di tre motori a 500 volt. I due gruppi possono essere inseriti in serie od in parallelo ed in corrispondenza a ciascuna posizione si possono ottenere altre due velocità per mezzo di due riduzioni del campo così che i locomotori danno una serie di sei velocità economiche. I motori sono montati con sospensione tipo tram; la potenza complessiva dell'equipaggiamento è di 1200 kW continui a 45 km-ora e di 1500 kW orari a 33 km-cra. Il diametro delle ruote è di 1300 mm.

La cassa comprende due cabine di manovra alle estremità, una cabina centrale colle apparecchiature ad alta e bassa tensione e due corridoi laterali di comunicazione. Sul tetto sono montate due prese di corrente a pantografo, una delle quali è di riserva. I locomotori sono equipaggiati con freno a vuoto e freno elettrico a ricupero.

Il peso complessivo di un locomotore è di 90 tonnellate tutto utilizzato come peso aderente ripartito in 15 tonnellate per asse.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani (\*)

- N. 206689 — ALIVERTI L.: Carburatore per motori a scoppio (Cpl.). — 24-1-1922.
- N. 198145 — AGUDIO R. E.: Eccitatore condensatore graduabile per candele d'accensione per motori a scoppio. (Cpl.). — 30-4-1921.
- N. 229227 — BAGNULO A.: Vaporizzatore rapido. — 27-3-1922 (Cpl.).
- N. 203512 — BOTTA F.: Sistema e disposizione per la formazione della miscela esplosiva nei motori a scoppio. — 29-5-1922 (Cpl.).
- N. 195406 — D'AMICO L.: Apparecchio per sviluppare energia. — 24-2-1921 (Cpl.).
- N. 192012 — DURANDO G.: Generatore di vapore termo-elettrico. — 30-10-1920 (Cpl.).
- N. 199738 — FEROLDI E.: Carburatore per motori a scoppio. — 9-6-1921 (Cpl.).
- N. 199827 — Lo stesso: Carburatore per motori a scoppio. — 22-6-1921 (Cpl.).
- N. 205793 — GOTTI P.: Motore rotativo a scoppio. — 14-12-1921 (Cpl.).
- N. 202939 — GUALTIEROTTI G.: Candela d'accensione per motori a combustione. — 29-9-1921. (Cpl.).
- N. 203316 — GUAITA A.: Motore a due tempi con due stantuffi rigidamente uniti all'estremità di un tubo che fa da distributore al gas di lavaggio in modo che il motore funziona come se fosse a doppio effetto con miscela di lavaggio diretta in un sol senso, senza far uso di valvole. — 26-11-1921 (Cpl.).
- N. 204640 — IOHAN AXEL HOLMSTROM: Moteur multicilindrique. — 5-11-1921 (Cpl.).
- N. 202846 — KUEHRT A.: Innovazione nei carburatori per motori a combustione interna. — 23-9-1921 (Cpl.).
- N. 201621 — MARELLI L. & UGHETTI LACORSA L.: Motore a combustione interna a due tempi per l'impiego di combustibili più densi della benzina. — 12-8-1921 (Cpl.).
- N. 200964 — RICCARDI SINDACATO BREVETTI: Perfezionamenti nei carburatori del tipo senza livello fisso e con presa d'aria progressiva e continua. — 22-7-1921 (Cpl.).
- N. 203091 — RUMOLINO S.: Economizzatore di combustibile per motori a combustione interna. — 9-9-1921 (Cpl.).
- N. 199292 — VIOLET M. A.: Moteur polycilindrique à deux temps. — 27-5-1921 (Cpl.).
- N. 198255 — VIOTTI G. B.: Disposizione per il riscaldamento preliminare dell'alimentazione delle caldaie. — 18-4-1921 (Cpl.).
- N. 202624 — Lo stesso: Riscaldatore dell'acqua di alimentazione nelle caldaie. — 28-9-1921 (Cpl.).
- N. 198081 — ZAMPA P.: Processo ed apparecchio d'alimentazione oscillatrice dei motori a combustione interna. — 23-4-1921 (Cpl.).
- N. 193771 — BETHENOD J.: Perfectionnements aux systèmes d'intercommunication entre véhicules pour chemins de fer à traction électrique. — 13-12-1920.
- N. 209953 — BROWN BOVERI (Soc. An.): Perfezionamento nella disposizione degli apparecchi di commutazione per locomotori elettrici muniti di almeno due motori identici ad induzione. — 11-5-1922.
- N. 188996 — ENTZ MOTOR PATENTS CORP.: Perfectionnements dans les contrôleurs électriques. — 22-7-1920.
- N. 230217 — MARTINENGHI G.: Chiusura elettrica dei passaggi a livello. — 6-5-1924.
- N. 209958 — QUARTODIPALO L.: Segnalatore elettrico da applicarsi nei vagoni ferroviari per far conoscere ai viaggiatori la stazione di arrivo, la durata delle fermate, il ritardo ecc. — 12-5-1922.
- N. 230758 — SARDELLI F.: Rotella di presa di corrente ad uso delle tramvie elettriche. — 23-5-1924.
- N. 183644 — SPINELLI F. & PACILLI E.: Perfezionamenti nella regolazione degli avviamenti dei locomotori elettrici a velocità multipla coi quali vengono anche soppressi le correnti di travaso fra motori in parallelo. — 16-3-1920.
- N. 200957 — BIANCHI G.: Sistema di bielle per trasmettere il movimento dai motori alle ruote delle locomotive elettriche. — 8-7-1921 (Cpl.).
- N. 204069 — CERVELLI L.: Predellino interruttore di corrente per vetture tramviarie (Cpl.). — 29-10-1921.
- N. 201291 — SANTUARI E.: Dispositif pour la récupération d'énergie dans les exploitations de traction électrique avec moteurs à série pour courant continu. — 15-7-1921 (Cpl.).
- N. 142646 — ACHENBACH E.: Elettrolite per elementi alcalini a secco. — 20-5-1924.
- N. 175261 — « ACLASTIDE » (Soc. An.): Isolatore da muro. — 16-5-1919.
- N. 209919 — ALIVERTI L.: Freno elettrico. — 8-5-1922.
- N. 148939 — ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Indotto a disco per contatori di Watt-ora a corrente continua. — 12-5-1915.
- N. 173538 — La stessa: Sistema di comando per relais ad azionare differita ed a massima come pure per amperometro e per contatore orario di corrente con motore Ferraris. — 2-4-1919.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.  
(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)

- N. 230847 — « ARCO » Soc. An.: Apparecchio elettrico-ottico di controllo a due e tre posizioni. — 31-5-1924.
- N. 230746 — ARGENTIERI D.: Dispositivo per costruire un apparecchio ricevitore per radiotelegrafia e radiotelegrafia a valvole termoioniche il quale può funzionare senza batteria di placca nel circuito anodico della valvola rivelatrice. — 22-5-1924.
- N. 209959 — ARNONIL P.: Bouchon transformable de prise de courant électrique. — 12-5-1922.
- N. 209886 — ARRIGONI L.: Nuovo sistema di elettrodi per accumulatori elettrici. — 3-5-1922.
- N. 209148 — ASCOLI A., BROGGI S.: Collare a cerniera per isolatori di linee elettriche. — 7-4-1921.
- N. 209149 — Gli stessi: Traversa di collegamento di isolatori per angoli sul tracciato di una conduttura elettrica. — 7-4-1921.
- N. 192267 — AUTOMATIC ELECTRIC Cy: Perfectionnements de téléphonie automatique. — 3-11-1920.
- N. 163848 — BEAUVAIS G. A.: Perfectionnements apportés aux tubes à vide à électrodes multiples, tels, notamment, que les lampes comportant trois électrodes. — 31-12-1917.
- N. 230854 — BERTOCCHI C.: Interruttore per corrente elettrica, senza viti. — 28-5-1924.
- N. 209804 — BOCCHI BIANCHI A.: Sistema e dispositivo per la protezione delle linee telegrafiche e telefoniche o qualunque altra linea a debole corrente contro le perturbazioni elettrostatiche ed elettromagnetiche cagionate da una linea di trazione ferroviaria elettrica funzionante sulle vicinanze delle stesse o da altra ragione equivalente. — 4-4-1922.
- N. 174154 — THE BRITISH WESTINGHOUSE ELECTRIC MANUFACTURING Cy Ltd.: Perfezionamenti al vibratore di Kapp per la migrazione del fattore di potenza nei motori asincroni. — 12-4-1919.
- N. 209930 — BRITISH ELECTRIC TRANSFORMER Co. Ltd., e ROOTHAM, Jean: Perfectionnements aux bobines pour transformateurs électriques. — 9-5-1922.
- N. 209895 — BROWN BOVERI & C. AKTIENGESellschaft: Presa di corrente a telaio snodato (a zampe di ragno) con vari bilancieri. — 4-5-1922.
- N. 209883 — BUREAU D'ORGANISATION ECONOMIQUE: Joins étanches pour les récipients à vide élevé et son procédé de réalisation. — 3-5-22.
- N. 171398 — CAPPABAVA G., MAZZA A.: Antenna a liquido per la trasmissione e la ricezione di onde elettriche. — 30-12-1918.
- N. 176207 — CARSON J.: Perfezionamenti nelle segnalazioni ad alta frequenza. — 15-7-1919.
- N. 176207 — (?) Lo stesso: Metodo di modulazione e apparecchi per segnalazioni ad alta frequenza. — 15-7-1919.
- N. 201181 — CARAZZINI D. F.: Motore elettrico a campo magnetico rotante per corrente continua. — 14-7-1921.
- N. 230706 — CHIAPPELLI A.: Raddrizzatore di correnti alternate in continue. — 19-5-1924.
- N. 189800 — C. L. I. MANUFACTURING COMPANY Ltd.: Perfezionamenti alle dinamo. — 27-3-1920.
- N. 215312 — CLOSSMANN J. & HALBERSTADT H.: Disposition pour éviter le jaillissement ou produire l'extinction des étincelles à l'endroit du contact dans les appareils commutateurs d'électricité. — 25-11-1922.
- N. 209936 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ: Comando di motore elettrico a forza contro elettromotrice compensata. — 10-5-1922.
- N. 187651 — COMPAGNIE FRANCAISE pour l'EXPLOITATION des PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Innovazioni dei dispositivi per scariche elettroniche nel vuoto. — 29-6-1925.
- N. 187653 — La stessa: Innovazione nei relativi ai sistemi di distribuzione elettrica. — 29-6-1920.
- N. 187654 — La stessa: Innovazioni nelle e relative alle macchine dinamo elettriche ad alta frequenza. — 29-6-1920.
- N. 188011 — La stessa: Nouveau redresseur électrique. — 30-6-1920.
- N. 188017 — La stessa: Innovazioni nei sistemi di segnalazione senza fili. — 30-6-1920.
- N. 188018 — COMPAGNIE FRANCAISE pour l'EXPLOITATION des PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Perfezionamenti negli schermi di circuito degli apparecchi a scariche elettroniche. — 30-6-1920.
- N. 188021 — La stessa: Nouveau système de redresseur électrique. — 30-6-20.
- N. 188022 — La stessa: Perfezionamenti nei e relativi ai mezzi per la produzione di correnti alternate. — 30-6-1920.
- N. 188029 — La stessa: Appareil permettant de réaliser de très grands vides. — 30-6-1920.
- N. 188024 — La stessa: Générateur d'oscillation électrique à haute fréquence. — 30-6-1920.
- N. 188033 — La stessa: Perfezionamenti negli e relativi agli apparecchi a scariche di elettroni. — 30-6-1920.
- N. 201179 — DELLA RICCIA A.: Machine à flux total constant subdivisé de manière variable dans une ou plusieurs armatures. — 5-12-1921.
- N. 209701 — DE VAULSERRE F. M. M.: Transformateur de tension pour courants continus. — 24-4-1922.
- N. 208371 — DICTOGRAPH PRODUCTS CORPORATION: Dispositif à câble extensible. — 11-3-1922.
- N. 184632 — EISNER F.: Processo per la fabbricazione dell'involucro intorno agli elettrodi delle pile a sacchetto. — 23-4-1920.
- N. 167296 — ELECTRO MATERIAL G. m. H.: Processo per isolare le installazioni elettriche. — 22-6-1918.
- N. 187370 — ERICH F. HUTH G. m. b. H.: Poste radiotélégraphique. — 21-6-1920.
- N. 210012 — FACCHINI G.: Avvisatore elettrico d'allarme direttamente inservibile su circuiti a qualsivoglia tensione. — 17-5-1922.
- N. 206283 — FALCO V. & C. (Ditta): Perfezionamenti nei contatori elettrici. — 22-12-1921.
- N. 209643 — FELTEN & GUILLEAUME CARLSWERK (Soc. An.): Procedimento per la pupinizzazione delle linee telefoniche ad alta frequenza. — 14-4-1922.
- N. 209644 — La stessa: Metodo per l'equilibramento delle coppie di rocchetti d'autoinduzione per il carico delle linee telefoniche a quattro conduttori. — 14-4-1922.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### I convertitori in cascata.

Nel Congresso di Napoli, del 1925, dedicato in parte ai sistemi di conversione, fu fatto cenno anche dei convertitori in cascata, più che altro per ricordare come essi abbiano avuto pochissima fortuna nel nostro Paese. L'accoppiamento di un motore ad induzione con un ordinario convertitore, che forma appunto il convertitore in cascata, è tuttavia assai interessante dal punto di vista delle caratteristiche di funzionamento ed ha avuto notevole diffusione in altri Paesi dove si era forse in condizione di non dare peso prevalente alla considerazione economica. Abbiamo perciò fatto posto volentieri, se pure, per necessità di cose, con grande ritardo, ad uno scritto dell'Ing. ROSSI DANIELLI, il quale vivendo all'estero, presso una Casa che si è un po' specializzata nella costruzione di tali convertitori in cascata, ha creduto di richiamare su di essi l'attenzione dei colleghi italiani. L'articolo senza poter nulla aggiungere alla teoria del convertitore, da tempo stabilita, riuscirà senza dubbio un utile richiamo per coloro che dell'argomento già ebbero ad occuparsi e gioverà a far conoscere agli altri le caratteristiche di un aggruppamento di macchine per molti aspetti interessantissimo.

### Lettere alla Redazione.

Le lettere su cui richiamammo recentemente l'attenzione dei lettori, ce ne hanno procurate molte altre e vogliamo credere che altre ancora arriveranno sulla vitale questione della continuità dell'esercizio sulla quale interloquisce oggi l'Ing. Silva. Tanto numerose da non poter essere riportate integralmente, sono state le lettere sulla questione del nome da dare alla nuovissima tecnica della illuminazione razionale; evidentemente le questioni linguistiche e di nomenclatura interessano sempre un gran numero di lettori.

Tra le lettere odierne ve n'ha una del Prof. Dornig relativa ad una questione di cui si è fatta eco la stampa politica: quella della priorità dell'idea di sfruttare il calore solare accumulato nelle grandi masse d'acqua dei mari tropicali. La questione è sorta in seguito ad una recente comunicazione dei Signori Claude e Boucherot all'Accademia delle Scienze a Parigi ed ha avuto un lungo seguito sulle riviste tecniche d'oltralpe.

L'Elettrotecnica, che si occupò anni sono dei lavori del Prof. Dornig e del Sig. Boggia, è lieta di pubblicare oggi la lettera del Dornig che pone la questione nella sua vera luce. Più che di priorità dell'idea — dato che anche Dornig e Boggia erano stati preceduti dal Campbell — si tratta infatti del modo più o meno razionale di raggiungere l'intento. Siamo convinti che l'era delle realizzazioni pratiche dei sistemi preconizzati è ancora lontana; ma è simpatico questo antiveggente fervore di studi per preparare alle generazioni venturo le grandi disponibilità di energia di cui esse avranno bisogno, e sarà per tutti ragione di compiacimento il vedere riconosciuta l'importanza dei lavori compiuti da colleghi italiani.

### Il riscaldamento dei cavi.

Diamo oggi la seconda parte dello studio dell'Ing. BOSONE sul riscaldamento dei cavi, che può riuscire assai interessante anche per coloro che di cavi non hanno ragione di occuparsi. L'A. vi tratta infatti il problema del riscaldamento dei cavi in regime intermittente, che è del tutto analogo a quello, tanto più frequente, delle macchine destinate a lavorare con carico periodicamente variabile.

LA REDAZIONE.

## IL RISCALDAMENTO DEI CAVI IN CARTA IMPREGNATA A CARICO CONTINUO ED INTERMITTENTE □ □ □ □ □

### STUDIO TEORICO E SPERIMENTALE

L. BOSONE

(Continuazione e fine, v. N. 4, pag. 73).

### PARTE II.

#### Riscaldamento dei cavi in servizio temporaneo od intermittente.

##### 1. - Generalità e notazioni.

Per determinare i valori delle correnti ammissibili per carichi di durata così breve che il cavo non abbia tempo di raggiungere le condizioni di regime permanente di temperatura, è necessario studiare la legge di variazione della temperatura nel periodo transitorio di riscaldamento, cioè dall'istante dell'applicazione del carico fino al raggiungimento del regime.

Oltre a quelle riportate nella Parte I<sup>a</sup> ci serviremo in questo studio delle seguenti notazioni:

- $t$  = Tempo in ore;
- $\theta$  = Valore istantaneo della sopraelevazione di temperatura del conduttore sull'ambiente in gradi cent.;
- $\theta_o$  = Valore finale di regime della sopraelevazione di temperatura del conduttore sull'ambiente in gradi cent.;
- $\theta_p$  = Valore istantaneo della sopraelevazione di temperatura del piombo sull'ambiente in gradi cent.;
- $\theta_{po}$  = Valore finale della sopraelevazione di temperatura del piombo sull'ambiente in gradi cent.;
- $\gamma_r - \gamma_i - \gamma_p - \gamma_j$  = Capacità termiche specifiche rispettivamente del rame, dell'isolamento, del piombo e della juta in  $\frac{\text{watt-ora}}{\text{cm}^3 \times \text{grado}}$ ;
- $V_r - V_i - V_p - V_j$  = Volumi rispettivamente del rame, dell'isolante, del piombo e della juta per 1 cm di lunghezza del cavo; in  $\text{cm}^3$ ;
- $C_r = \gamma_r V_r$  = Capacità termica del rame per 1 cm di lunghezza del cavo in  $\frac{\text{watt-ora}}{\text{grado}}$ ;
- $C_i = \gamma_i V_i$  = Capacità termica dell'isolante per 1 cm di lunghezza del cavo in  $\frac{\text{watt-ora}}{\text{grado}}$ ;
- $C_p = \gamma_p V_p$  = Capacità termica del piombo per 1 cm di lunghezza del cavo, in  $\frac{\text{watt-ora}}{\text{grado}}$ ;
- $C_j = \gamma_j V_j$  = id. id. per la juta;
- $W_o$  = Potenza prodotta per effetto joule nei conduttori per 1 cm di lunghezza del cavo alla temperatura iniziale, in watt;
- $\Sigma$  = Resistenza termica totale =  $\Sigma_i + \Sigma_r$  per cavi aerei e =  $\Sigma_i + \Sigma_j + \Sigma_r$  per cavi sotterranei;
- $\beta$  = Costante di tempo, che sarà definita in seguito.

Ammetteremo come già si è fatto nello studio del riscaldamento in regime permanente che in uno stesso istante la temperatura sia eguale in tutti i punti del conduttore, data la grande conducibilità termica del rame. La stessa ipotesi possiamo fare per il rivestimento di piombo, dato il piccolo spessore di esso.

## 2. - Riscaldamento in periodo transitorio di un conduttore nudo aereo.

Prima di considerare il caso più complesso di un cavo con rivestimento isolante e protezione di piombo è utile ricercare la legge di riscaldamento in periodo transitorio di un conduttore nudo posto in aria libera.

La resistenza termica si riduce in questo caso a quella esterna  $\Sigma_e = \frac{1}{h \cdot \pi \cdot d}$  dovuta alla dispersione del calore dalla superficie del conduttore all'ambiente.

Durante il periodo di riscaldamento la quantità di calore  $W_0 (1 + \alpha \theta) dt$  generata nel tempo  $dt$  deve essere eguale alla somma di quella dispersa all'esterno e di quella che si accumula nel rame per elevarne la temperatura della quantità  $d\theta$ . Potremo dunque scrivere:

$$W_0 (1 + \alpha \theta) dt = \frac{1}{\Sigma_e} \theta dt + C_r d\theta$$

ossia

$$\frac{d\theta}{dt} + \frac{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0}{C_r} \theta = \frac{W_0}{C_r}$$

ed integrando:

$$\theta = A \cdot e^{-\frac{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0}{C_r} t} + \frac{W_0}{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0}$$

La costante  $A$  si determina colla condizione  $\theta = 0$  per  $t = 0$  della quale risulta:

$$A = - \frac{W_0}{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0}$$

e sostituendo nella precedente:

$$\theta = \frac{W_0}{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0} \left( 1 - e^{-\frac{\frac{1}{\Sigma_e} - \alpha W_0}{C_r} t} \right)$$

Questa espressione si può semplificare con sufficiente approssimazione per gli scopi pratici trascurando la variazione della resistenza del rame colla temperatura, cioè ponendo  $\alpha = 0$ , e sostituendo alla potenza corrispondente alla temperatura iniziale  $W_0$  quella  $W$  calcolata per una temperatura media; se riteniamo quest'ultima di  $30^\circ$  potremo porre:

$$W = n \varrho \frac{I^2}{S} \quad \text{ove } \varrho = 1,8 \times 10^{-6}$$

La precedente espressione diventa allora:

$$\theta = \Sigma_e W \left( 1 - e^{-\frac{1}{\Sigma_e C_r} t} \right)$$

e ricordando che il termine  $\Sigma_e W$  è eguale alla temperatura finale di regime  $\theta_0$ :

$$\theta = \theta_0 \left( 1 - e^{-\frac{1}{\beta} t} \right) \quad \text{ove } \beta = \Sigma_e C_r$$

Teoricamente la temperatura di regime si raggiunge dopo un tempo infinito, ma praticamente in un tempo limitato, al massimo qualche ora, la differenza fra la temperatura del conduttore e quella di regime diventa inapprezzabile.

Quanto maggiore è il termine  $\beta$  tanto più lentamente il conduttore raggiunge lo stato di regime e perciò la costante  $\beta$  si chiama la *costante di tempo* del conduttore. Essa vale il prodotto della resistenza termica per la capacità termica ed è facile verificare che le sue dimensioni sono quelle di un tempo. Colle notazioni che abbiamo adottate la costante di tempo risulta espressa in ore.

## 3. - Riscaldamento in periodo transitorio di un cavo.

Nel caso di un cavo con materiale isolante intorno ai conduttori e protezione di piombo il fenomeno si presenta assai più complesso, perchè, durante il periodo transitorio, la temperatura varia in funzione del tempo e della distanza del punto che si considera dall'asse del cavo. Una teoria rigorosa del fenomeno conduce a formole eccessivamente complicate ed a calcoli troppo laboriosi per la pratica industriale, ed è perciò necessario ricorrere ad espressioni approssimate opportunamente controllate dai dati sperimentali.

L'esperienza mostra che in un cavo la sopraelevazione di temperatura del conduttore nel periodo di riscaldamento segue, con sufficiente approssimazione per gli scopi pratici, una legge esponenziale rappresentabile con una espressione simile a quella trovata per un conduttore nudo, e cioè:

$$\theta = \theta_0 \left( 1 - e^{-\frac{1}{\beta} t} \right) \quad (1)$$

ove  $\theta_0$  è la temperatura finale di regime permanente del rame e  $\beta$  la così detta *costante di tempo del cavo*. Si tratta di determinare i valori da attribuire a  $\beta$  in funzione delle dimensioni del cavo.

Si è talvolta seguita la regola di calcolare la costante di tempo come il prodotto della capacità termica complessiva del cavo per la resistenza termica totale, assimilando il cavo ad un conduttore nudo la cui capacità termica sia aumentata di quelle del dielettrico e del piombo. Il metodo può dare valori abbastanza approssimati per cavi a conduttori di grande sezione e relativamente piccolo spessore isolante, nei quali la capacità termica del dielettrico e del piombo sono piccole rispetto a quella del rame, ma dà valori in eccesso non accettabili per i cavi con conduttori di piccola sezione e forte spessore isolante ove la massa del dielettrico è notevole e la conformazione del cavo si scosta molto da quella del conduttore nudo. Ciò appare evidente se si pensa che la massa dell'isolante e del piombo si trova ad una temperatura inferiore a quella del conduttore.

Il Powell adotta per il calcolo della costante di tempo per i cavi aerei l'espressione:

$$\beta = \Sigma C'$$

ove  $\Sigma$  è la resistenza termica totale e  $C'$  una capacità termica fittizia che si compone della capacità termica del rame e di una frazione di quella dell'isolante e del piombo, cioè:

$$C' = C_r + p (C_i + C_p)$$

Il coefficiente  $p$  deve determinarsi sperimentalmente, ed il Powell in seguito ad alcuni risultati sperimentali, propone  $p = 0,75$  per i cavi unipolari,  $p = 0,60$  per i cavi trifasi<sup>(3)</sup>.

Nelle misure che ho eseguito su cavi costruiti dalla Società Tedeschi ho calcolato la costante di tempo ricavandola dalla curva di riscaldamento tracciata sperimentalmente, ed ho trovato valori abbastanza concordanti con quelli calcolati colla formola e coi coefficienti proposti dal Powell per i cavi trifasi e per gli unipolari di piccolo spessore isolante (3 mm). Differenze notevoli ho invece rilevato nei cavi unipolari con conduttori di piccola sezione (25 e 50 mm<sup>2</sup>) e forte spessore isolante (12 mm).

Il Powell non considera il caso dei cavi sotterranei che per i nostri impianti ha invece molta importanza.

Ricercando una formola che desse maggiore approssimazione in ogni caso, ho riscontrato che valori prossimi a quelli rilevati sperimentalmente si possono ottenere per la costante di tempo dei cavi aerei assimilando il cavo ad un conduttore nudo avente una resistenza termica eguale a quella totale  $\Sigma$  del cavo ed una capacità termica uguale alla media fra la totale del cavo e quella del rame.

Per i cavi sotterranei ho trovato che la stessa regola si può applicare, con sufficiente approssimazione per gli scopi pratici, ove si trascuri la capacità termica del rivestimento di juta, che effettivamente, data la elevata conducibilità del terreno, si trova ad una temperatura assai prossima a quella dell'ambiente.

Propongo dunque per il calcolo della costante di tempo le seguenti espressioni:

$$\beta = \Sigma \frac{2C_r + C_i + C_p + C_j}{2} = \Sigma \left[ C_r + 0,5 (C_i + C_p + C_j) \right] \quad (2)$$

per i cavi aerei:

(3) POWELL - « Il riscaldamento dei cavi sotto piombo » — Proc. of the Am. Inst. of Elec. Engineers, 1916, pag. 1281.

$$\beta = \Sigma \frac{2C_r + C_i + C_p}{2} = \Sigma [C_r + 0,5(C_i + C_p)] \quad (2')$$

per i cavi sotterranei.

Calcolata la costante di tempo colla (2) o colla (2') la curva di riscaldamento del cavo, la curva che dà i valori della temperatura in funzione del tempo si può rapidamente tracciare coll'aiuto della curva base riportata nella fig. 7. Nelle due scale

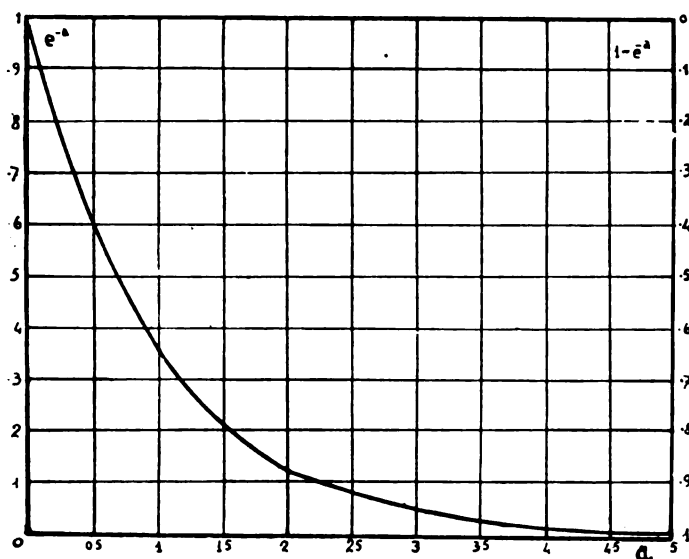


Fig. 7. — Curva esponenziale di base per il calcolo dei valori di  $e^{-a}$  e di  $(1 - e^{-a})$ .

di sinistra e di destra delle ordinate questa curva dà i valori rispettivamente di  $e^{-a}$  e di  $(1 - e^{-a})$  in funzione della variabile  $a$  letta sulla scala delle ascisse.

#### 4. - Valori delle costanti termiche e delle costanti di tempo.

Nella prima parte ho dato le formule per il calcolo delle resistenze termiche  $\Sigma_i - \Sigma_e - \Sigma_j - \Sigma_r$ , ed i valori delle costanti termiche che entrano in queste formule; occorre ora fissare i valori delle capacità termiche specifiche  $\gamma_r - \gamma_i - \gamma_p - \gamma_j$  che secondo le notazioni citate al par. 1, entrano rispettivamente nelle espressioni di  $C_r - C_i - C_p - C_j$ .

Per il rame, il piombo e la juta si può ritenere:

$$\gamma_r = 0,925 \times 10^{-3}$$

$$\gamma_p = 0,390 \times 10^{-3}$$

$$\gamma_j = 0,40 \times 10^{-3}$$

Per l'isolante in carta impregnata il Powell dà il valore (ridotto in  $\frac{\text{watt-ora}}{\text{cm}^3 \times \text{grado}}$ ).

$$\gamma_i = 0,29 \times 10^{-3}$$

Poichè questo dato deve essere riferito all'unità di volume del rivestimento isolante del cavo e dipende quindi, oltre che dalla qualità della carta e della miscela usata per l'impregnazione, anche dal grado di compattezza del rivestimento stesso, ho creduto opportuno fare qualche verifica sui cavi che hanno servito alle mie esperienze. Alcune misure eseguite col calorimetro per cavi diversi hanno dato valori compresi fra  $0,28$  e  $0,31 \times 10^{-3}$  ed ho quindi ritenuto accettabile anche per cavi del nostro tipo il valore indicato dal Powell.

Servendomi di questi dati per le costanti termiche, ho calcolato colle formule (2) e (2') e riportato nei diagrammi delle figure 8, 9, 10, 11 le costanti di tempo (in ore) in funzione della sezione dei conduttori per cavi unipolari e trifasi, aerei e sotterranei e per spessori isolanti di 3, 6, 9, 12 mm.

#### 5. - Determinazioni sperimentali.

Ho determinato le curve di riscaldamento (sopraelevazioni di temperatura del rame in funzione del tempo nel periodo transitorio) durante le stesse esperienze e cogli stessi metodi che mi hanno servito a misurare le temperature di regime.

Due di queste curve sono riportate, a titolo di esempio, nella fig. 12 rispettivamente per un cavo a piccola costante di tempo ed un cavo a grande costante di tempo.

E' importante ricordare che la maggiore incertezza nel

calcolo delle costanti di tempo si ha per i cavi di piccola sezione del rame e forte spessore isolante, perchè sono appunto questi che maggiormente differiscono nella loro struttura dai conduttori nudi. Specialmente per questi tipi è quindi necessario il controllo sperimentale dei valori calcolati.

Per ognuna di queste curve che si scostano poco dalla forma esponenziale rappresentata dalla formola (1) ho determinato per tentativi la costante di tempo, cercando la curva esponenziale più prossima e ne ho confrontato il valore con quello calcolato colle formule (2) e (2'). I dati di confronto sono riportati nella tabella (2), dalla quale si può rilevare che, per tutte le misure eseguite lo scarto del valore determinato sperimentalmente da quello calcolato sta nei limiti d'incertezza dovuti sia alle variazioni delle costanti termiche da un cavo all'altro che all'approssimazione colla quale viene determinata graficamente la costante di tempo.

TABELLA II.

TIPO DI CAVO		Temp. ambiente gradi	Carico amp.	Costante di tempo		Osservazioni	
				calcol. ore	misur. ore		
Cavi aerei							
Unipolare	S = 25 mm <sup>2</sup>	s = 4 mm	15	110	0,21	0,24	Spessore piombo = 1 + 0,03 D mm Spessore juta = 2 mm
»	S = 25	s = 12	16	120	0,54	0,45	
»	S = 50	s = 4	17	175	0,26	0,29	
»	S = 50	s = 12	19	200	0,59	0,55	
»	S = 180	s = 7	22	380	0,56	0,55	
Trifase	S = 3 × 25	s = 4,5	17	75	0,39	0,45	
»	S = 3 × 25	s = 10,5	17	75	0,75	0,75	
»	S = 3 × 50	s = 4,5	19	130	0,50	0,55	
»	S = 3 × 50	s = 10,5	19	130	0,87	0,90	
»	S = 3 × 180	s = 7	22	275	1,03	1,05	
Cavi sotterranei							
Unipolare	S = 25 mm <sup>2</sup>	s = 4 mm	23	165	0,12	0,12	Spessore juta = 4 mm
»	S = 25	s = 12	22	125	0,43	0,35	
»	S = 50	s = 4	23	260	0,15	0,17	
»	S = 50	s = 12	23	190	0,46	0,40	
»	S = 180	s = 7	18	450	0,41	0,42	
Trifase	S = 3 × 25	s = 4,5	25	105	0,28	0,33	
»	S = 3 × 25	s = 10,5	25	90	0,61	0,65	
»	S = 3 × 50	s = 4,5	25	140	0,37	0,45	
»	S = 3 × 50	s = 10,5	25	125	0,75	0,80	
»	S = 3 × 180	s = 7	18	250	0,90	0,85	

Nel campo dei valori delle sezioni e degli spessori isolanti entro i quali ho eseguito le esperienze ritengo dunque che le formule proposte diano sufficiente approssimazione per gli scopi pratici. Per maggiori sezioni del conduttore ove il termine che si riferisce alla massa del rame è prevalente esse danno valori della costante di tempo prossimi a quelli che si ottengono colle formule proposte dal Powell e da altri autori.

#### 6. - Calcolo della corrente ammissibile per carichi di breve durata.

Il caso di carico intermittente che si presenta come il più semplice per il calcolo della corrente ammissibile è quello di un cavo assoggettato a carichi costanti e di eguale durata (inferiore a quella necessaria per raggiungere la temperatura di regime) e succedentesi ad intervalli di tempo abbastanza grandi perchè il conduttore riprenda fra due successivi periodi di lavoro la temperatura dell'ambiente. Il problema si riduce allora a calcolare, mediante la formola (1) la sopraelevazione di temperatura del rame dopo un tempo determinato.

Nella fig. 13 A è rappresentato, nella linea a tratti, il diagramma di carico corrispondente a questo caso, e nella linea piena l'andamento della sopraelevazione di temperatura del conduttore in funzione del tempo.

Sia:

- $I_1$  = La corrente di carico temporaneo;
- $W_1$  = La corrispondente potenza sviluppata per effetto joule nei conduttori (per la lunghezza di 1 cm dal cavo);
- $t_1$  = La durata del carico (in ore);
- $\theta_m$  = La massima sopraelevazione di temperatura del conduttore alla fine del periodo  $t_1$ ;
- $\theta_1$  = La temperatura di regime che si avrebbe sotto il carico continuo  $I_1$ .

Si ha allora:

$$\theta_m = \theta_1 (1 - e^{-\frac{1}{\tau} t_1}) = \Sigma W_1 (1 - e^{-\frac{1}{\tau} t_1})$$

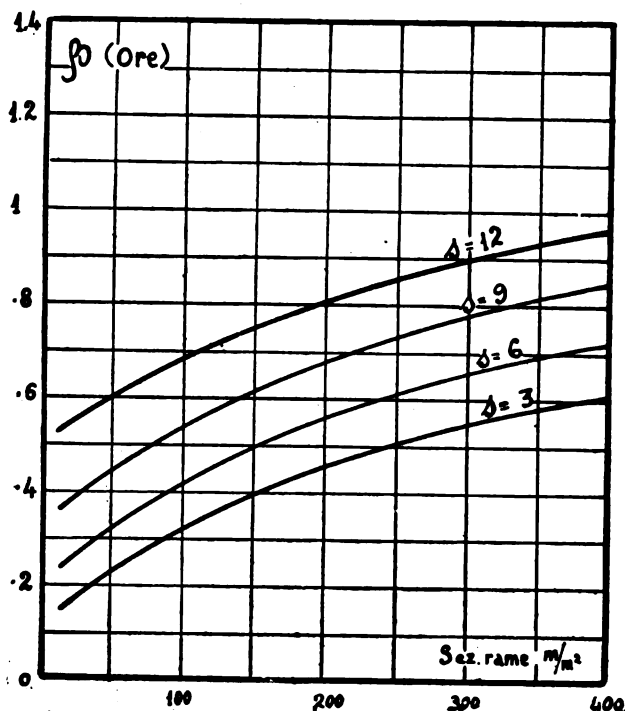
COSTANTI DI TEMPO ( $s$  = spessore isolante).

Fig. 8. — Cavi unipolari aerei.

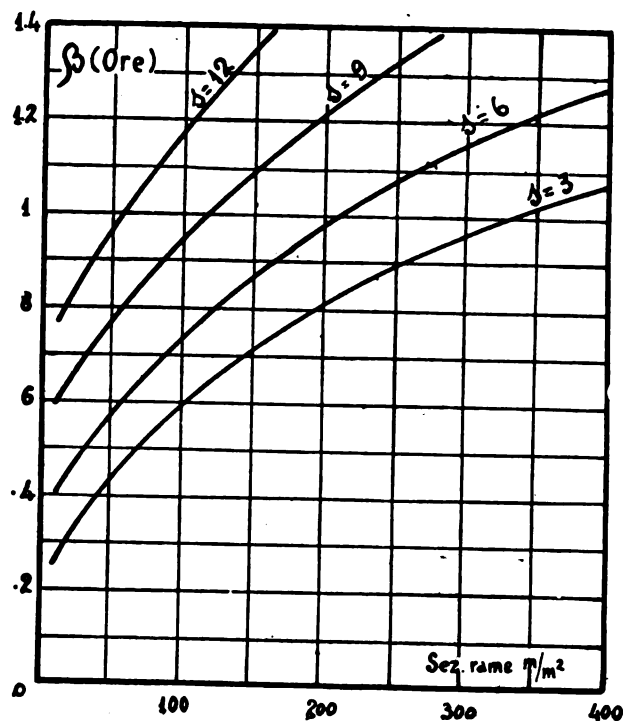


Fig. 9. — Cavi trifasi aerei.

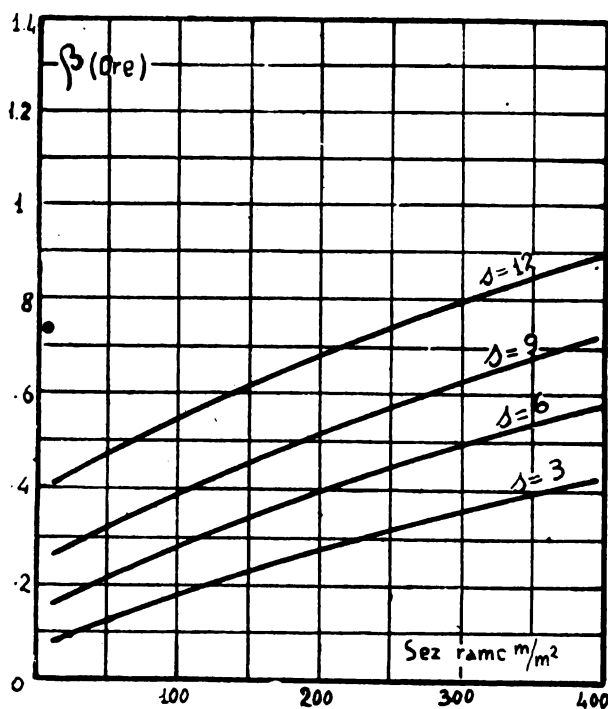


Fig. 10. — Cavi unipolari sotterranei.

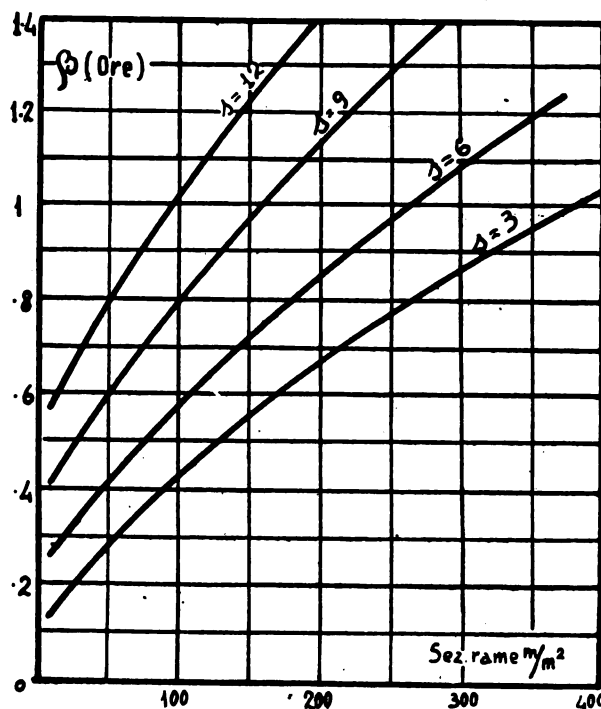


Fig. 11. — Cavi trifasi sotterranei.

Indicando con  $I$  la corrente di regime permanente e con  $W$  la corrispondente potenza dispersa per effetto joule (secondo le notazioni della parte prima) che darebbe luogo alla stessa sopraelevazione di temperatura  $\theta_m$  si ha:

$$\theta_m = \Sigma W \quad \frac{W}{W_1} = \frac{I^2}{I_1^2}$$

Da questa e dalla precedente relazione si ricava:

$$\frac{I_1}{I} = \sqrt{\frac{1}{1 - e^{-\frac{1}{\beta} t}}} \quad (3)$$

Questa formula ci dà dunque il coefficiente di aumento, per cui si deve moltiplicare la corrente di carico normale permanente  $I$  per ottenere la corrente di carico temporaneo  $I_1$  che nel tempo  $t$  dà luogo alla stessa sopraelevazione di temperatura.

Nei diagrammi della fig. 14 ho calcolato i valori di detto

coefficiente  $\frac{I_1}{I}$  in funzione della costante di tempo per diversi valori del periodo di carico ( $t_1 = 5', 15', 30', 1 \text{ ora}$ ). L'esempio seguente ne illustra l'impiego.

*Esempio.* — Sia un cavo trifase sotterraneo con sezione del rame  $= 3 \times 75 \text{ mm}^2$  e spessore isolante  $= 9 \text{ mm}$ , e si voglia determinare la corrente che per un carico temporaneo di  $30'$  dia luogo ad una sopraelevazione massima di temperatura di  $30^\circ$ .

Dal diagramma della fig. 6 (parte prima) si ricava il valore della corrente permanente corrispondente alla sopraelevazione di  $30^\circ$ :

$$I = 175 \text{ amp.}$$

Dalla fig. 11 si ha il valore della costante di tempo:

$$\beta = 0,72 \text{ ore.}$$

Infine dalla fig. 14 riferendosi alla curva  $30'$  si ha per

$$\beta = 0,72: \frac{I_1}{I} = 1,44$$

La corrente ammissibile per carico temporaneo di 30' è dunque :

$$I_1 = 1,44 \times 175 = 252 \text{ amp.}$$

### 7. - Calcolo della corrente ammissibile con condizioni di sovraccarico.

Un altro problema che può frequentemente presentarsi in pratica è quello di determinare il valore della corrente di carico normale quando si voglia che il cavo possa sopportare un dato sovraccarico per un dato tempo senza oltrepassare la sopraelevazione di temperatura fissata. Anche in questo caso supporremo che fra un periodo e l'altro di sovraccarico interceda un tempo sufficiente perchè il conduttore riprenda la temperatura di regime corrispondente alla corrente normale.

mo ora che il cavo sia assoggettato al diagramma di carico rappresentato in fig. 13-B. Se i periodi di sovraccarico sono di eguale durata e sufficientemente distanziati perchè il conduttore possa riprendere fra l'uno e l'altro la temperatura di regime del carico normale, la variazione della temperatura col tempo seguirà l'andamento indicato dalla linea piena della figura. Sia :

$I_1$  = La corrente di carico normale ;

$\gamma I_1$  = La corrente di sovraccarico ( $\gamma$  = coefficiente di sovraccarico) ;

$W_1$  = La potenza sviluppata in calore per effetto della corrente  $I_1$  ;

$\gamma^2 W_1$  = La potenza sviluppata in calore per effetto della corrente  $\gamma I_1$  ;

$t_1$  = La durata del sovraccarico (in ore) ;

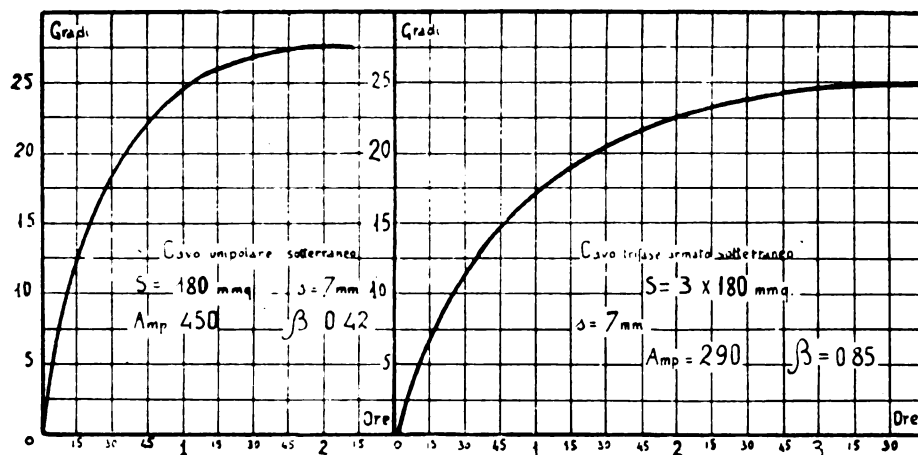


Fig. 12. — Curve sperimentali di riscaldamento.

L'espressione (1) è stata determinata ammettendo di contare il tempo dall'istante in cui la sopraelevazione di temperatura sull'ambiente è nulla. Occorre ora dare una forma più generale a questa espressione supponendo di contare il tempo dall'istante in cui la sopraelevazione di temperatura ha un dato valore  $\theta'$ . Perciò basta ricavare dalla (1) il valore  $t'$  del tempo

$\theta_1$  = La sopraelevazione di temperatura per la corrente normale  $I_1$  ;

$\theta_m$  = La massima sopraelevazione di temperatura alla fine del periodo di sovraccarico.

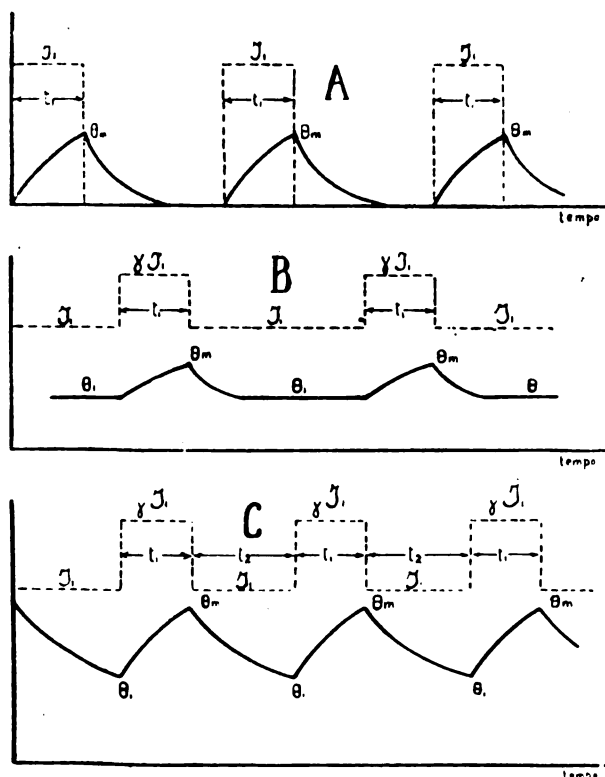


Fig. 13.

corrispondente a  $\theta = \theta'$  e quindi trascrivere la (1) stessa sostituendo a  $t$  il valore  $t + t'$ . Si ottiene in tal modo facilmente :

$$\theta = \theta_0 \left( 1 - e^{-\frac{1}{\beta} t} \right) + \theta' e^{-\frac{1}{\beta} t'} \quad (4)$$

ove il tempo  $t$  si deve intendere contato dall'istante in cui la sopraelevazione di temperatura del conduttore è  $\theta'$ . Supponia-

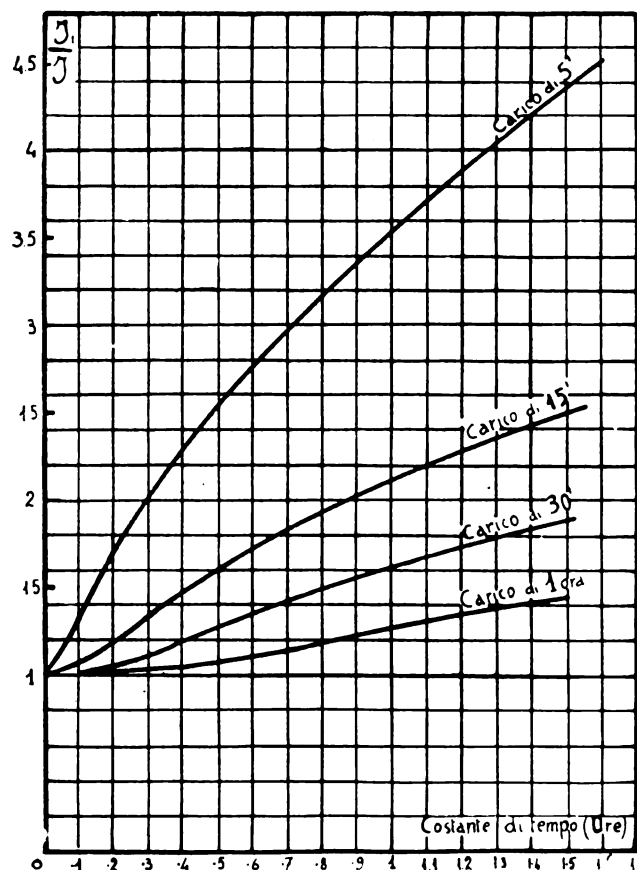


Fig. 14. — Diagrammi per il calcolo delle correnti ammissibili per carichi di breve durata.

Applichiamo la relazione (4) per determinare la sopraelevazione di temperatura alla fine del periodo di sovraccarico. Basta porre in essa :



DIAGRAMMI PER IL CALCOLO DELLE CORRENTI AMMISSIBILI CON CONDIZIONI DI SOVRACCARICO  
( $\gamma$  = coefficiente di sovraccarico).

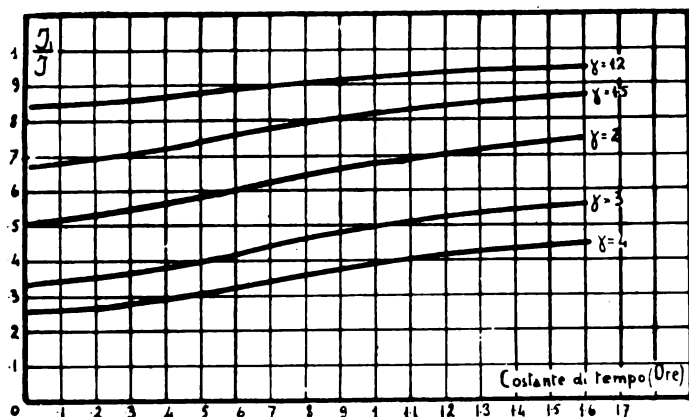


Fig. 15. — Sovraccarichi di 30'.

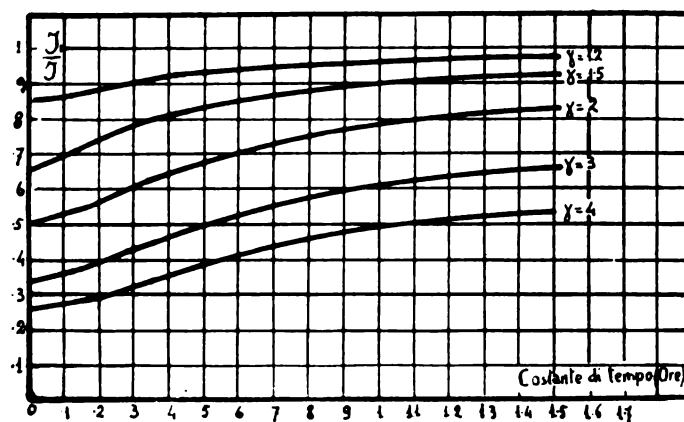


Fig. 16. — Sovraccarichi di 15'.

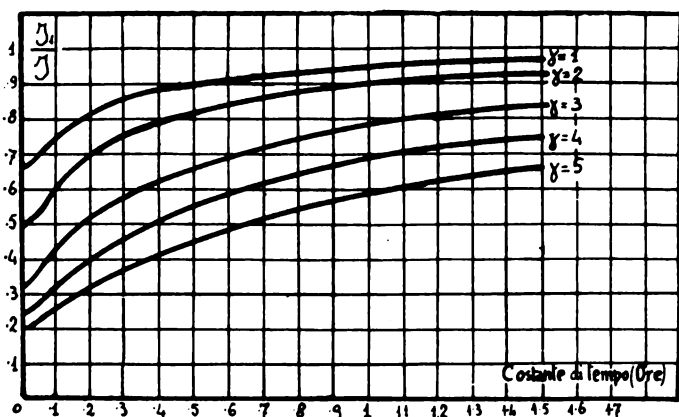


Fig. 17. — Sovraccarichi di 5'.

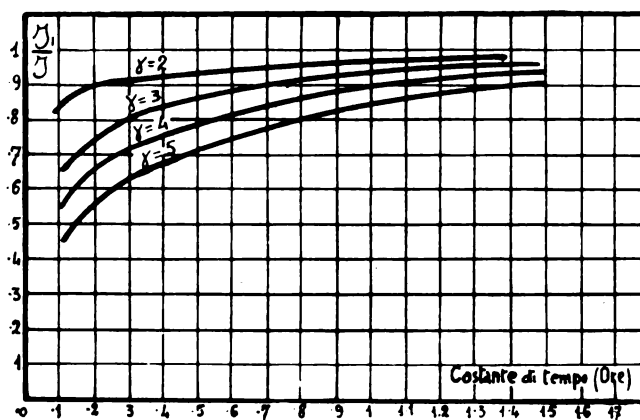


Fig. 18. — Sovraccarichi di 1'.

$$\theta = \theta_m$$

$\theta_o$  = Sopraelevazione di regime per la corrente  $\gamma I_1 = \Sigma \gamma^2 W_1$ ;

$\theta'$  = Temperatura iniziale del periodo di sovraccarico  
 $\theta_1 = \Sigma W_1$ ;

$$t = t_1.$$

Con tali sostituzioni si ottiene:

$$\theta_m = \theta_1 \left[ \gamma^2 - (\gamma^2 - 1) e^{-\frac{1}{\beta} t_1} \right]$$

$$\theta_m = \Sigma W_1 \left[ \gamma^2 - (\gamma^2 - 1) e^{-\frac{1}{\beta} t_1} \right] \quad (5)$$

Questa relazione ci dà modo di calcolare la sopraelevazione di temperatura dovuta al sovraccarico quando sia nota la sopraelevazione di temperatura di regime a carico normale  $\theta_1$ .

Indicando con  $I$  la corrente di regime permanente che darebbe luogo alla stessa sopraelevazione di temperatura  $\theta_m$  e con  $W$  la corrispondente potenza sviluppata per effetto joule si ha:

$$\theta_m = \Sigma W$$

e quindi la (5) diventa:

$$\Sigma W = \Sigma W_1 \left[ \gamma^2 - (\gamma^2 - 1) e^{-\frac{1}{\beta} t_1} \right]$$

e tenendo conto che  $\frac{W}{W_1} = \frac{I^2}{I_1^2}$ :

$$\frac{I_1}{I} = \frac{1}{\sqrt{\gamma^2 - (\gamma^2 - 1) e^{-\frac{1}{\beta} t_1}}} \quad (6)$$

Questa espressione ci dà dunque il valore del coefficiente di riduzione per cui si deve moltiplicare la corrente di regime permanente  $I$  per ottenere il valore della corrente normale  $I_1$  quando si voglia che il cavo possa sopportare le date condizioni di sovraccarico (coefficiente  $\gamma$  e durata  $t_1$ ) senza sorpassare lo stesso limite di temperatura  $\theta_m$ .

Nei diagrammi delle figure 15, 16, 17, 18, ho calcolato i valori del coefficiente di riduzione  $\frac{I_1}{I}$  per diversi valori della

durata e del coefficiente di sovraccarico. L'esempio seguente ne illustra l'impiego.

**Esempio.** — Si voglia determinare la corrente normale ammissibile per un cavo unipolare aereo di sezione — rame = 100 mm<sup>2</sup> e spessore isolante = 12 mm, colla condizione che esso possa sopportare un sovraccarico del 200 % ( $\gamma = 3$ ) per 15' con una sopraelevazione massima di temperatura di 25°.

Dalla fig. 3 (parte prima) si ha la corrente di regime permanente alla sopraelevazione di 25°:

$$I = 250 \text{ amp.}$$

Dalla fig. 8 si ottiene il valore della costante di tempo:

$$\beta = 0,67 \text{ ore.}$$

Dalla fig. 17 (per  $\gamma = 3$ ;  $t_1 = 15'$ ;  $\beta = 0,67$ ):

$$\frac{I_1}{I} = 0,54$$

La corrente normale da attribuire al cavo è dunque:

$$I_1 = 0,54 \times 250 = 135 \text{ amp.}$$

#### 8. - Calcolo della corrente ammissibile per il caso più generale di carico intermittente.

Trattiamo ora il caso più generale di un cavo assoggettato a carico intermittente con un diagramma simile a quello indicato nella linea punteggiata della (fig. 13-C.) L'andamento del carico è simile a quello del caso precedente cioè la corrente oscilla fra i valori  $I_1$  e  $\gamma I_1$  mantenuti rispettivamente per i periodi di tempo  $t_2$  e  $t_1$  ma ora supporremo che entrambi i periodi possano essere così piccoli che il conduttore non abbia tempo di raggiungere la corrispondente temperatura di regime permanente.

Potremo anche considerare questo caso come quello di un cavo assoggettato a sovraccarichi che si succedono a frequenti intervalli di tempo, chiamando  $I_1$  la corrente normale e  $\gamma I_1$  la corrente di sovraccarico.

La sopraelevazione di temperatura del rame oscillerà pure da un valore minimo  $\theta_1$  alla fine del periodo di carico normale, ad un valore massimo  $\theta_m$  alla fine del periodo di sovraccarico, e la condizione di regime può essere posta scrivendo che l'au-



l'albero, esso resterà immobile nello spazio <sup>(2)</sup>, dunque per tale velocità la macchina si comporta come un motore sincrono. Al sincronismo i due campi della macchina asincrona, e cioè, quello della corrente statorica e quello della rotorica girano colla stessa velocità, mentre il campo d'armatura e quello d'eccitazione della macchina c. c. restano fissi nello spazio. Ora la posizione relativa dei campi, trovandosi così l'uno di fronte all'altro, è funzione del carico della macchina e non può essere cambiata che per l'intervento di una coppia esterna. La resistenza che la macchina oppone all'influenza di questa coppia, e la coppia che a sua volta essa sviluppa per non uscire dal passo, è appunto la coppia sincronizzante della macchina. Nella commutatrice La Cour, una perturbazione esterna non ha solamente per effetto uno spostamento reciproco dei campi nella macchina c. c., ma anche tra quelli della macchina asincrona, quindi la coppia sincronizzante è in essa rilevante.

Girando la macchina sincrona con velocità proporzionale alla metà della frequenza primaria, solo una metà della potenza elettrica assorbita dal motore viene trasformata in energia meccanica, che serve a vincere la coppia resistente della macchina a c. c. in quanto funziona da dinamo generatrice, l'altra metà, è trasformata in c. c., attraverso la seconda macchina in quanto essa funziona da convertitrice. Più in generale diremo che, per un numero qualunque di poli delle due macchine, della potenza assorbita dallo statore, la frazione  $\frac{p_a}{p_a + p_c}$

è trasformata in energia meccanica e quella  $\frac{p_c}{p_a + p_c}$  è trasmessa alla seconda macchina sotto forma di potenza elettrica a frequenza ridotta e trasformata a sua volta in c. c. Sia infatti:  $P_1$  tale potenza,  $m_1$  il numero delle fasi,  $V_1$  la tensione e  $\varphi_1$  l'angolo di fase; la corrente al primario sarà:

$$I_1 = \frac{P_1}{m_1 V_1 \cos \varphi_1}$$

e la f. e. m. indotta nello statore ci è data da:

$$E_1 = 4,44 f w_1 N_1 \phi_a 10^{-8} V$$

dove:  $\phi_a$  = Flusso massimo,  $N_1$  numero di conduttori in serie per fase dello statore e  $f w_1$  = fattore d'avvolgimento dello statore.

Abbiamo già visto che la velocità del rotore della commutatrice è

$$n = \frac{60 f}{p_a + p_c}$$

e la frequenza della f. e. m. in esso indotta è:

$$f_c = \frac{p_c n}{60} = \frac{p_c}{p_a + p_c} f$$

il valore di tale f. e. m. sarà:

$$E_2 = 4,44 f w_2 N_2 \frac{p_c f}{p_a + p_c} \phi_a 10^{-8} V$$

dove:  $N_2$  = numero di spire del rotore e  $f w_2$  fattore d'avvolgimento di questo. Facendo il rapporto  $\frac{E_2}{E_1}$  otteniamo:

$$E_2 = \frac{f w_2 N_2}{f w_1 N_1} \frac{p_c}{p_a + p_c} E_1 = \frac{p_c}{(p_a + p_c) u_e} E_1$$

essendo  $u_e$  il rapporto di trasformazione del motore asincrono a fermo. La componente attiva  $I_{1w}$  della corrente primaria genera nello statore una f. m. m. che è in fase colla f. e. m.  $E_1$  ed il cui valore sarà:

$$F_1 = 0,9 f w_1 I_{1w} m_1 N_1$$

Nel rotore dobbiamo avere una f. m. m. dello stesso valore di quella statorica, ma opposta ad essa, ed in più un'altra f. m. m. in quadratura con essa, e che è quella necessaria alla formazione del campo rotante. La prima f. m. m. sarà:

$$F_1 = 0,9 f w_1 I_{2w} m_2 N_2$$

la quale richiede una corrente attiva

$$I_{2w} = \frac{f w_1 m_1 N_1}{f w_2 m_2 N_2} I_{1w} = \frac{1}{u_i} I_{1w}$$

essendo  $u_i$  il rapporto di trasformazione della corrente del motore asincrono. La corrente magnetizzante del rotore è:

$$0,9 f w_2 m_2 I_a N_2 = A$$

A essendo le amperspire necessarie per produrre in un circuito magnetico del rotore un flusso  $\phi_a$ . La corrente risultante nel rotore della macchina a induzione di una commutatrice in cascata polifase è, se noi supponiamo l'uguaglianza di fase tra la corrente statorica e la f. e. m. indotta:

$$I_2 = \sqrt{I_{2w}^2 + I_a^2}$$

la potenza elettrica del rotore ci è data da:

$$P_{a2} \cong m_2 E_2 I_{2w} \cong \frac{m_2}{u_e u_i} E_1 I_{1w} \frac{p_c}{p_a + p_c}$$

sostituendo a  $u_e$  ed a  $u_i$  i loro valori otteniamo:

$$P_{a2} \cong m_1 E_1 I_{1w} \frac{p_c}{p_a + p_c}$$

ma:  $m_1 E_1 I_{1w} = P_{a1}$  potenza totale trasmessa al rotore dunque

$$P_{a2} \cong P_{a1} \frac{p_c}{p_a + p_c}$$

La differenza  $P_{a1} - P_{a2}$  ci dà la potenza meccanica fornita dal motore, cioè:

$$P_m = P_{a1} - P_{a2} = P_{a1} \left( 1 - \frac{p_c}{p_a + p_c} \right) = P_{a1} \frac{p_a}{p_a + p_c}$$

Questa potenza meccanica viene come è stato già detto trasformata in energia elettrica sotto forma di c. c., nell'indotto della dinamo.

Risulta dunque che della parte alternativa della macchina, la frazione  $\frac{p_c}{p_a + p_c}$  lavora come trasformatore, e quella  $\frac{p_a}{p_a + p_c}$  come motore asincrono; la parte c. c. lavora rispettivamente per la frazione  $\frac{p_c}{p_a + p_c}$  come commutatrice ordinaria e per quella  $\frac{p_a}{p_a + p_c}$  come generatrice a c. c.

Esiste però un rapporto ben determinato tra la f. e. m. dal lato alternativa e quella c. c. tra le spazzole per uno stesso avvolgimento e per uno stesso flusso  $\phi_c$ ; infatti il valore della f. e. m. alle spazzole, qualora queste siano situate sul piano neutro, è, indipendentemente dalla forma della curva del flusso,

$$E_c = 4 f_c N_c \phi_c 10^{-8} V$$

dove:  $f_c = \frac{p_c n}{60}$  è la frequenza della variazione del flusso,  $\phi_c$  il flusso massimo uscente da un polo e  $N_c$  il numero delle spire in serie tra le spazzole.

La f. e. m. efficace alle estremità di un avvolgimento c. c. è pure:

$$E_o = 4 K f_c N_u \phi_c 10^{-8} V$$

dove:  $K = f_B \times f_w$  altro non è che il prodotto del fattore di forma della curva del flusso per il fattore d'avvolgimento, ed  $N_u$  il numero delle spire in serie. Facendo il rapporto tra queste f. e. m. otteniamo:

$$\frac{E_o}{E_c} = K \frac{N_u}{N_c}$$

In una macchina bipolare, per una frequenza data, e per un numero pari di fasi o di punti di derivazione, il numero delle spire  $N_u$  tra due punti diametralmente opposti è uguale al numero delle spire  $N_c$  tra le spazzole, e il fattore d'avvolgimento è  $\frac{2}{\pi}$ . Se ora supponiamo il campo sinusoidale il fattore di forma è 1,11; per cui sostituendo otteniamo:

$$E_o = f_B f_w E_c = 1,11 \frac{2}{\pi} E_c = \frac{E_c}{\sqrt{2}}$$

(2) Per ottenere ciò, è necessario che le fasi del rotore c. a. siano connesse nell'ordine inverso delle fasi dell'avvolgimento c. c., quindi, come nella fig. 1, basta numerare le fasi del primo verso destra e quella del secondo verso sinistra e collegare le fasi di numero corrispondente.

Ora la f. e. m. indotta tra due punti di derivazione dell'avvolgimento c. c. separati di un angolo  $\frac{2\pi}{m_2}$  ( $m_2$  numero delle fasi del rotore) è, supponendo il campo sinusoidale, (fig. 2)

$$E_s = E_o \sin \frac{\pi}{m_2} = \frac{E_c}{\sqrt{2}} \sin \frac{\pi}{m_2}$$

Prescindendo momentaneamente dalle cadute di tensione nell'indotto della commutatrice e nel collettore, quanto abbiamo

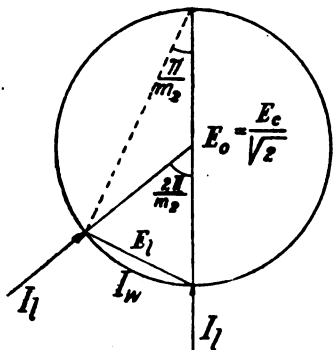


Fig. 2.

detto sopra le f. e. m. vale per le tensioni, avremo cioè:

$$V_o = \frac{V_c}{\sqrt{2}} \quad \text{e} \quad V_l = \frac{V_c}{\sqrt{2}} \sin \frac{\pi}{m_2}$$

Se  $P_w$  è la potenza alternativa fornita all'indotto c. c. la corrente in fase corrispondente sarà:

$$I_l = \frac{P_w}{m_2 V_o} = \frac{2 P_w}{m_2 V_o} = \frac{2 \sqrt{2} P_w}{m_2 V_c} \quad (\alpha)$$

e la corrente attiva prodotta dalla corrente  $I_l$  sarà:

$$I_w = \frac{P_w}{m_2 V_l} = \frac{\sqrt{2} P_w}{m_2 V_c \sin \frac{\pi}{m_2}} = I_l \frac{1}{2 \sin \frac{\pi}{m_2}}$$

secondo che il rotore ha l'avvolgimento  $\lambda$  o  $\Delta$  avremo rispettivamente:

$$V_o = 2 V_s \quad \text{e} \quad I_{2w} = I_s = 2 I_w \sin \frac{\pi}{m_2} \quad (\beta)$$

$$V_l = V_s \quad \text{e} \quad I_w = I_{2w}$$

L'indotto a c. c. della commutatrice La Cour deve fornire in più della corrente attiva  $I_w$  una corrente in quadratura  $I_a$  che serve per la magnetizzazione del motore asincrono. Quando poi la commutatrice è chiamata a fornire alla rete che l'alimenta una corrente swattata  $I'_{1a}$ , l'indotto dovrà in corrispondenza fornire una corrente:

$$I'_{2a} = \frac{I'_{1a}}{u}$$

In generale la corrente swattata totale  $I_a + I'_{2a}$  che la commutatrice deve fornire viene fissata in per cento della corrente attiva. In questo modo la corrente dell'indotto c. c. si calcola in base a quella del rotore. La corrente in quadratura dell'indotto, sarà:

$$\frac{I'_a}{I_w} = \frac{I_a + I'_{2a}}{I_{2w}}$$

da cui:

$$I'_a = \frac{I_a + I'_{2a}}{I_{2w}} I_w$$

La corrente continua totale presa alla macchina per mezzo del collettore è:

$$I_c = \frac{P_c}{V_c}$$

Se ora nella formula ( $\alpha$ ) sostituiamo a  $P_w$  il valore

$$P_w \cong \frac{p_c}{p_o + p_c} P_c$$

otteniamo:

$$I_l = \frac{2 \sqrt{2}}{m_2 V_c} \frac{p_c}{p_a + p_c} P_c$$

ma  $\frac{P_c}{V_c} = I_c$  dunque:

$$I_l = \frac{2 \sqrt{2} I_c}{m_2} \frac{p_c}{p_a + p_c} \quad (\gamma)$$

Eguagliando le due formule ( $\beta$ ) e ( $\gamma$ ) che ci danno il valore di  $I_l$  e risolvendo rispetto a  $I_w$  otteniamo:

$$I_w = \frac{p_c}{p_a + p_c} \frac{\sqrt{2} I_c}{m_2 \sin \frac{\pi}{m_2}} \quad (\delta)$$

che ci dà la relazione tra  $I_w$  e  $I_c$ .

Come nella commutatrice ordinaria, anche in quella in cascata, i conduttori dell'indotto c. c. sono traversati da una corrente che è la differenza tra la c. a. portata e la c. c. prodotta. Per quanto riguarda la c. c., essa conserva in ogni spira la stessa intensità e cambia di segno nell'istante in cui essa passa sotto le spazzole, avremo dunque nell'indotto una corrente rettangolare ondulatoria la cui ampiezza è  $\frac{I_c}{2}$ .

Se noi decomponiamo questa curva rettangolare ondulatoria nelle sue armoniche, la corrente fondamentale ha l'ampiezza:

$$\frac{4}{\pi} \frac{I_c}{2} = \frac{2}{\pi} I_c$$

ed un valore efficace:

$$\frac{\sqrt{2}}{\pi} I_c$$

La sovrapposizione di queste correnti dà un valore efficace:

$$I_o = \sqrt{\left(\frac{I_c}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{2} I_c}{\pi}\right)^2} = \frac{I_c}{2} \sqrt{1 - \left(\frac{2\sqrt{2}}{\pi}\right)^2} = 0,436 \frac{I_c}{2}$$

Qualora il rotore comportasse un gran numero di fasi, la corrente attiva sarebbe in ogni bobina dell'indotto c. c. in fase colla corrente fondamentale ed in tal caso esse si sottraggono, e la corrente fondamentale si compone allora di una corrente attiva  $\frac{\sqrt{2} I_c}{\pi} = -I_w$  e di una quadratura  $I'_a$ .

Se ora però il numero delle fasi è piccolo, per esempio 6 o 9, la corrente  $I_w$  non è più in tutte le bobine in fase colla corrente fondamentale, ma in alcune spire sarà in anticipo ed in altre in ritardo, in tal caso le perdite per effetto Joule saranno più forti che nel caso precedente.

Se ora designiamo:

$$I_w = \frac{I_c}{2} u_o \quad \text{e} \quad I'_a = \frac{I_c}{2} v_o$$

abbiamo che il rapporto tra le perdite per effetto Joule nell'indotto di una commutatrice in cascata polifase e quelle nell'indotto di una macchina a c. c. è:

$$\nu = 1 + u_o^2 + v_o^2 - \frac{4 \sqrt{2} u_o m_2}{\pi^2} \sin \frac{\pi}{m_2}$$

ed essendo per la formula ( $\delta$ )

$$u_o = \frac{2 I_w}{I_l} = \frac{p_c}{p_a + p_c} \frac{2 \sqrt{2}}{m_2 \sin \frac{\pi}{m_2}}$$

otteniamo:

$$\nu = 1 + u_o^2 + v_o^2 - \frac{16}{\pi^2} \frac{p_c}{p_a + p_c}$$

Segue dunque che a parità di perdite per effetto Joule, la commutatrice in cascata potrà fornire una corrente e quindi una potenza  $\frac{1}{\sqrt{\nu}}$  più grande che la dinamo corrispondente.

\*

Visto così il principio generale di funzionamento, passiamo ad esaminare le condizioni di messa in marcia della commutatrice in cascata. Tale avviamento dal lato c. a. si effettua come quello degli ordinari motori asincroni trifasi, inserendo delle resistenze nel circuito del rotore a mezzo di contatti striscianti su tre anelli collegati a tre fasi spostate di  $120^\circ$ .

Avviata la commutatrice, la parte c.c. si eccita, e le f. e. m. indotte dal campo rotante e dall'induttore hanno frequenze diverse che vanno man mano eguagliandosi a misura che la velocità si avvicina a quella di sincronismo della commutatrice, che è la metà di quella di sincronismo della macchina ad induzione. Un voltmetro inserito tra due anelli, avrà il suo indice che oscillerà tra zero ed un massimo al principio, ma poi le sue oscillazioni si fanno sempre più smorzate fino a che, a sincronismo raggiunto esso segnerà zero. La resistenza di avviamento può allora essere esclusa e tutte le fasi riunite, in un unico punto neutro; da questo momento la marcia della macchina diviene sincrona.

Qualche volta però in pratica, se l'eccitazione non ha il valore voluto, la macchina non tende a sincronizzarsi, e malgrado l'azione combinata dal reostato di campo e di quello di avviamento, essa oscilla intorno alla velocità di sincronismo, bisogna allora cogliere il momento in cui il voltmetro segna zero ed escludere la resistenza di avviamento. La sincronizzazione della commutatrice presenta allora le stesse difficoltà che la messa in parallelo delle macchine sincrone.

Per ovviare a tali inconvenienti e rendere la manovra più sicura e spedita, le varie case costruttrici hanno brevettato ingegnosi sistemi di relais, alcuni dei quali impediscono la soppressione della resistenza di avviamento fino a che il sincronismo non sia raggiunto, ed altri effettuano tale manovra automaticamente.

Così gli Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi si basano sul principio che le macchine ad induttore polifase ed indotto monofase posseggono una seconda velocità stabile di sincronismo, uguale alla metà di quella del campo rotante primario. Profittando di tale proprietà, gli A. C. E. C. inseriscono in derivazione su due fasi, durante il periodo di avviamento, una bobina di self la quale le corto circuita progressivamente, generando così nel rotore un circuito monofase che fornisce la coppia necessaria per portare la macchina al sincronismo; infatti per velocità superiori ed inferiori a questa, la macchina funziona rispettivamente come generatrice o come motore.

Con tale dispositivo l'avviamento è reso più sicuro e semplificato effettuandosi colle manovre seguenti (fig. 1). Regolato il reostato di campo della dinamo in modo che essa dia approssimativamente la tensione normale alla velocità normale, si chiude l'interruttore principale  $P$ , e la macchina parte. Quando la velocità si avvicina a quella di sincronismo la dinamo si eccita; le reazioni elettromagnetiche delle correnti alternate adottate all'armatura e le forze sincronizzanti di cui abbiamo parlato sopra, portano automaticamente il rotore al sincronismo, il che può verificarsi dal voltmetro  $V$  che marcherà zero. Si chiude allora l'interruttore  $I_1$  che protegge il dispositivo di messa in corto circuito generale e tutte le fasi vengono poi riunite in un unico punto neutro. Il sincronismo effettuandosi così automaticamente, la commutatrice in cascata conserva sempre la stessa polarità dal lato c. c.

Nella commutatrice in cascata la regolazione della tensione si effettua entro vasti limiti a mezzo di reostati di campo e ciò a causa della forte reattanza del motore, ed a seconda degli impieghi che esamineremo in seguito, essa può essere munita d'eccitazione shunt, compound, ipercompound e ipo-compound, la buona commutazione è in tutti i casi assicurata dalla presenza dei poli ausiliari.

Il pericolo di archi al collettore (flash over) è ridotto al minimo poichè nella commutatrice La Cour le correnti che alimentano la parte c. c. hanno frequenza metà della primaria, ed in corrispondenza il numero dei poli e quindi di porta spazzole è la metà di quello di una commutatrice ordinaria lavorante nelle medesime condizioni; da ciò la possibilità di ricavare delle c. c. a 2000 ed anche 3000 V.

Come risulta dalla teoria sopra esposta, la commutatrice in cascata può essere costruita in modo da fornire, a tensione e carico normale, una corrente in anticipo alla rete che la alimenta, in tutti i casi l'angolo di fase  $\varphi$  è leggermente funzione dell'eccitazione e del carico della macchina. Aumentando convenientemente l'eccitazione, oltre all'aumento della d. d. p. c. c. è possibile ottenere che la c. a. assorbita dalla

linea sia in anticipo sulla tensione, una diminuzione produrrebbe l'effetto contrario. Lasciando invariata l'eccitazione, il fattore di potenza è leggermente funzione del carico; in marcia, regolata l'eccitazione in modo da avere la tensione normale, si avrà  $\cos \varphi = 1$  per una carico determinato, e per carichi superiori ed inferiori a questo la corrente assorbita alla linea rispettivamente in ritardo o in avanzo sulla tensione (fig. 3).

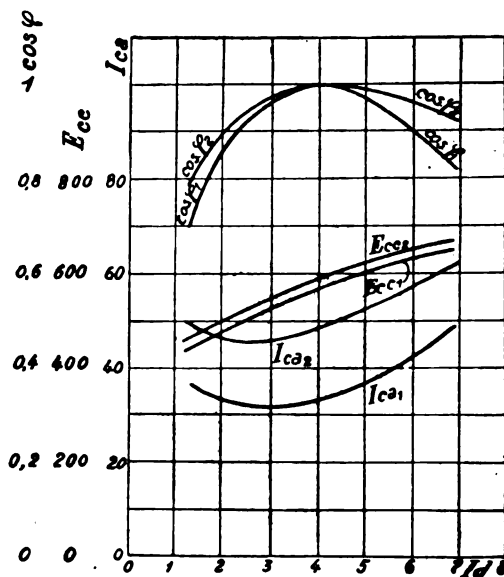


Fig. 3. — Curva  $V$  in carico.

Indice 1 =  $2/3$  della corrente normale  
2 = corrente normale.

Il rendimento di questo tipo di convertitore è molto elevato, per potenze dell'ordine dei 1500 kW esso arriva fino al 92,8 per cento e si mantiene alto anche per i deboli carichi (fig. 4).

La commutatrice in cascata è perfettamente reversibile, può cioè essere alimentata con c. c. fornire c. a. e ciò senza pericolo di sopraelevazioni eccessive della velocità, dovuta all'effetto demagnetizzante dei carichi induttivi. La frequenza della c. a. sarà costante quando la commutatrice marcerà in parallelo con delle macchine sincrone, altrimenti essa può assumere delle oscillazioni al variare del carico. L'avviamento si effettua in tal caso come per le commutatrici ordinarie, e la eguaglianza di fase si riconosce dallo smorzamento della lampada  $L$  sul circuito alta tensione.

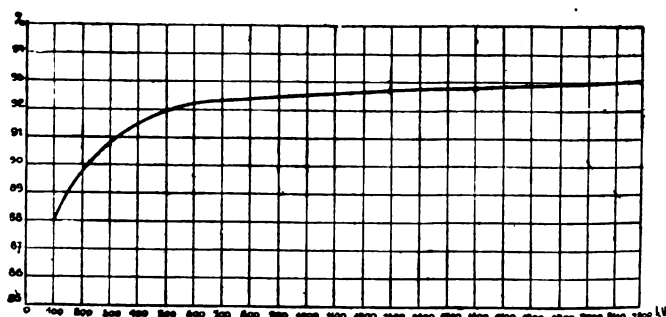


Fig. 4. — Curva dei rendimenti.

La disposizione descritta può essere anche utilizzata per trasformare c. a. monofase in c. c.; lo statore comporterà allora una fase ausiliaria tale da permettere l'avviamento in polifase. La marcia di una tale macchina è migliore di quella di una commutatrice ordinaria monofase, poichè qui la parte lavorante come commutatrice è polifase. La macchina c. c. sarà munita di avvolgimenti smorzatori Leblanc per assorbire le pulsazioni dovute al campo rotante prodotto dalla corrente rotorica.

\*

Dopo quanto abbiamo detto sul funzionamento della commutatrice in cascata, risulta chiaro come essa si presti in tutti i casi dove sia necessaria la trasformazione della c. a. in c. c., salvo quella dell'impiego della c. c. per scopi elettrochimici dove si domandano delle intensità fortissime sotto d. d. p. di poche decine di volt. A parte tale uso, la c. c. viene oggi im-



piegata per l'illuminazione (220, o,  $2 \times 220$  V) per le tramvie urbane (500-600 V) e per le ferrovie elettriche (1000-3000 V).

Per i servizi d'illuminazione, viene impiegata la commutatrice con eccitazione compound o shunt, per quest'ultima, la caduta di tensione tra la marcia a vuoto e pieno carico è del 8 % (fig. 5). Essa si presta particolarmente favorevole per gli impianti di distribuzione a 3 fili, poichè l'avvolgimento c.c. è connesso con l'avvolgimento polifase del rotore che è collegato a stella, e il punto neutro conserva sempre il potenziale medio tra le spazzole + e -. Senza disposizioni speciali, basta quindi derivare il terzo filo dall'interruttore  $I_r$ , che corto circuito la resistenza fissa di avviamento, le correnti di compensazione sono così ripartite tra i tre anelli (fig. 1). Molte misure effettuate in proposito, hanno dato, per una corrente compensatrice uguale al 20 % della normale, una differenza di potenziale tra i due ponti che non depassa il 0,5 % della tensione tra conduttori estremi.

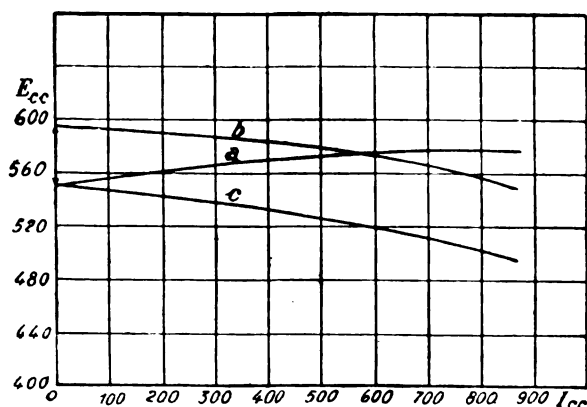


Fig. 5. — Caratteristiche esterne.

a = Ipercompound      b, c = shunt.

La possibilità di mantenere sempre la stessa polarità allo avviamento, concede alle commutatrici in cascata una proprietà importante per i servizi di trazione elettrica a c.c. Per tali scopi esse vengono normalmente impiegate con eccitazione compound o ipercompound. In casi speciali però, quando cioè la commutatrice è destinata a funzionare in parallelo con una batteria d'accumulatori (batteria a repulsione), si richiede ad essa una forte caduta di tensione, la quale può essere ottenuta, o con una eccitazione ipocompound, oppure, quando la macchina è munita di poli di commutazione, spostando le spazzole nel senso di rotazione.

Per le ragioni già dette, scegliendo opportunamente il numero dei poli delle due macchine, è possibile, senza aumentare il pericolo di archi al collettore, ottenere dalla commutatrice in cascata delle c.c. ad alta tensione quali sono richieste per la elettrificazione delle ferrovie.

Durante i sopraccarichi momentanei, a cui sono specialmente soggette le generatrici alimentanti reti di trazione, la coppia sincronizzante di cui è dotata la commutatrice La Cour serve a mantenerla al sincronismo, la buona commutazione è assicurata dai poli ausiliari.

\*

Come si è detto all'inizio della presente nota, la commutatrice in cascata presenta dei caratteri intermedi tra il gruppo motore generatore e la commutatrice ordinaria; quindi per finire, passiamo ad un esame comparativo tra i tre sistemi di convertitori rotanti e vediamo i vantaggi che essa offre sull'uno e sull'altro.

Lavorando in parte come commutatrice ordinaria, quella in cascata ha come essa la possibilità di assorbire correnti anticipate di fase in condizioni speciali di carico o di eccitazione, in ogni caso il suo fattore di potenza è sempre molto prossimo all'unità.

Il suo rendimento è di poco inferiore a quello del convertitore ad una sola armatura e si uguaglia ad esso se si tiene conto di quello del trasformatore abbassatore di tensione, che non è necessario colla commutatrice in cascata, potendo essa essere alimentata direttamente ad alta tensione (13 000 V), essendo i potenziali c. c. e c. a. completamente indipendenti il che non è nella commutatrice ordinaria.

Un altro notevole vantaggio, è la facilità di avviamento della commutatrice La Cour ed in più essa non presenta l'inconveniente della possibile inversione della polarità, che è

qualche volta causa di noie e manovre difficili in quelle ordinarie.

Il suo impiego è specialmente indicato per rimpiazzare la commutatrice ordinaria nel caso di alte frequenze (50-50 p. s.) essendo in quella in cascata, per quanto si è detto sopra, migliorata la commutazione e diminuito il pericolo di archi al collettore. In più essa è autoeccitatrice e la tensione è regolata entro vasti limiti con l'ausilio di semplici reostati di campo; nei convertitori ad una sola armatura, al contrario, è spesso richiesta la presenza di una eccitatrice separata, e per regolare la tensione è necessario l'impiego di dispositivi speciali, quali bobine di reattanza, servoltrici, ecc.

Nelle commutatrici ordinarie, gli anelli collettori della c. a. sono qualche volta causa di noie durante la marcia, specialmente per le forti potenze, le quali, date le basse tensioni, richiedono correnti fortissime. Tali inconvenienti sono eliminati in quelle in cascata poichè le connessioni tra rotori c.a. e c.c. sono effettuate con conduttori rigidi. Gli anelli esistenti, servendo solamente per l'avviamento, hanno piccole dimensioni, e durante la marcia normale essi non sono percorsi da corrente che nel caso di distribuzione a tre fili, corrente che in tutti i casi non assume mai proporzioni rilevanti.

Economicamente, la commutatrice in cascata, ha un vantaggio netto su quella ordinaria quando la tensione della c. a. è inferiore a 13 000 V, essendo soppresso il trasformatore ed i cavi di connessione tra questo e la macchina che quando le potenze depassano i 1000 kW divengono ingombranti, date le loro dimensioni ed il loro numero fino a richiedere qualche volta delle disposizioni speciali dell'edificio delle sotto stazioni, le quali a causa di ciò e del trasformatore domandano un maggior spazio per il loro impianto, condizione non sempre realizzabile e che assume la sua importanza per le installazioni in centri abitati. Per tensioni superiori essendo richiesta la presenza del trasformatore nei due casi la commutatrice ordinaria può essere qualche volta più vantaggiosa.

Nell'ipotesi del gruppo motore generatore per la trasformazione della c.a. in c.c., bisogna distinguere due casi e cioè:

- 1) motore asincrono-dinamo;
- 2) motore sincro-dinamo.

Con le due disposizioni, la commutatrice La Cour ha in comune la possibilità di essere alimentata dall'alta tensione, la indipendenza dei potenziali c. a. e c. c., la facilità di regolazione della tensione c.c.; ma su di essi il vantaggio di un miglior rendimento, poichè col gruppo delle due macchine è raramente possibile raggiungere un rendimento del 90 % per potenze dell'ordine dei 1500 kW; mentre colla commutatrice si arriva a circa 93 %.

Nella commutatrice La Cour si ha una notevole economia di materiale, infatti, in essa la parte alternativa è teoricamente la metà di quando essa dovesse trasformare tutta la potenza elettrica in energia meccanica e la parte c.c. lavorando ad una frequenza metà della primaria, può essere calcolata più piccola della dinamo corrispondente ed in più, i due rotori sono montati su due soli supporti. Nel gruppo motore generatore invece, le due macchine devono essere costruite per la potenza totale, ed in tal caso, è sempre necessaria la presenza di un terzo supporto intermedio. Risulta da ciò che il prezzo della commutatrice è notevolmente inferiore a quello del gruppo delle due macchine, ed inferiore è anche lo spazio richiesto per l'installazione e così le spese per i lubrificanti.

Sul gruppo motore asincrono-dinamo, la commutatrice in cascata, offre il vantaggio di lavorare con un migliore fattore di potenza, ed eventualmente assorbire correnti anticipate di fase alla rete che l'alimenta; e sul gruppo motore sincro-dinamo il vantaggio di non domandare dispositivi speciali per l'avviamento.

Per finire diremo, come data la sicurezza di marcia e la semplicità d'avviamento, le commutatrici in cascata si prestano in modo speciale nelle sottostazioni automatiche o a comando a distanza, la cui installazione ed apparecchiatura sono oggi allo studio presso le grandi case costruttrici in special modo americane.

Charleroi (Belgio), Maggio 1926.

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla continuità dei servizi elettrici.

La lettera dell'Ing. Carlo Clerici pubblicata a pag. 67 ed il relativo commento ci hanno procurato due lettere.

Facciamo qui posto a quella dell'Ing. Silva, Direttore dell'Azienda Elettrica Comunale di Parma.

La interessante relazione degli Ingegneri Palestino e Roncaldier, pubblicata nel primo numero di quest'anno della nostra Rivista, ha rimesso sul tappeto il problema della regolarità degli esercizi elettrici, e l'Ing. Clerici è entrato nel vivo di un tale problema, con la sua acuta lettera pubblicata nell'ultimo numero de « L'Elettrotecnica ».

Oramai che la discussione sull'importante argomento è riaperta, non sarà discaro ai Colleghi conoscere i dati d'esercizio dell'impianto di Parma, dove si è adottato, per la distribuzione dell'energia elettrica, il medesimo, identico sistema descritto nella relazione Palestino-Roncaldier e cioè: una rete di trasporto a corrente alternata a 3600 volt e una rete di distribuzione a corrente continua a  $2 \times 150$  volt.

L'energia elettrica viene in parte ritirata dalla Società Emiliana di Esercizi Elettrici sotto forma trifase, 42 periodi, 3600 volt e in parte viene prodotta da tre centrali idrauliche di proprietà dell'Azienda Comunale. Oltre ad una stazione principale di conversione posta nel centro della città, si hanno tre sottostazioni di conversione nei sobborghi, tutte equipaggiate con convertitori rotanti, i quali, come si è detto, trasformano la corrente alternata a 42 periodi in corrente continua a 300 volt con due ponti a 150 volt.

Nella stazione principale di conversione sono installate due batterie di accumulatori e un motore Diesel di potenza corrispondente per la garanzia della continuità del servizio.

Per tal modo a Parma non si conoscono interruzioni nella fornitura dell'energia elettrica.

Ora si domanderà: Quali furono le spese di impianto; quali sono i risultati dell'esercizio e quali sono le tariffe di vendita dell'energia elettrica?

Il capitale investito nell'impianto risulta, al 31 dicembre 1926, di L. 5.660.229,10.

Il Conto economico dell'esercizio 1926 è il seguente:

RENDITE:		
Proventi: vendita energia, noli e diversi		L. 4.157.100,—
SPESA:		
Interessi corrispondenti al Comune sul capitale d'impianto . . . . .	L.	168.016,05
Ammortamenti id. id. . . . .	»	388.820,70
Spese generali . . . . .	»	1.224.969,65
Acquisto e produzione dell'energia . . . . .	»	1.125.175,35
Diverse . . . . .	»	20.430,—
		<hr/> L. 2.927.411,75
Utile netto . . . . .	L.	1.229.688,25

pari all'interesse del 21,70 % sul capitale d'impianto.

Energia acquistata e prodotta . . . . . kWh 5.888.116  
 Energia venduta . . . . . » 4.004.898  
 Rendimento generale della distribuzione . . . . . 68 %  
 Massima richiesta . . . . . kW 2244  
 Prezzo dell'energia acquistata dalla Società Emiliana di Esercizi Elettrici, alla tensione di 3600 volt, centesimi 20,1 per kWh.  
 Tariffe di vendita dell'energia elettrica: da L. 0,32 a L. 0,60 al kWh per uso industriale, senza impegno di minimo e senza le sorprese del cos  $\phi$ ; da L. 0,80 a L. 1,25 al kWh per illuminazione.  
 Per i servizi comunali il costo dell'energia elettrica è, fin qui, variato da centesimi 26 a centesimi 75 per kWh.

La conclusione è la seguente: La distribuzione a corrente continua adottata per l'impianto di Parma assicura in modo assoluto la continuità del servizio, permette di mantenere le tariffe in limiti equi, ed assicura al bilancio comunale un utile netto di oltre un milione e duecentomila lire, remunerando il capitale d'impianto in ragione del 21,70 per cento.

Risultati certamente non disprezzabili, e degni di essere tenuti in considerazione dai denigratori della distribuzione a corrente continua.

Coi più cordiali saluti.

A. SILVA.

L'altra lettera è del Sig. D. Davoli il quale attribuisce gran parte degli inconvenienti al pessimo modo con cui sono costruiti molti de-

gli impianti interni, i quali sfuggono praticamente al controllo delle Società distributrici.

Pure riconoscendo la fondatezza delle osservazioni del Sig. Davoli, pensiamo che la sua lettera non riguardi direttamente il problema della continuità del servizio, quale fu impostato, perchè in generale non sono i corti circuiti che si verificano negli impianti interni di illuminazione quelli che provocano le interruzioni generali del servizio.

\* \*

### Sulla utilizzazione dell'energia solare.

I giornali politici e la stampa tecnica d'oltr'alpe si sono ampiamente occupati di una comunicazione del Prof. Claude sullo sfruttamento dell'energia termica accumulata nelle acque dei mari e dallo scambio di lettere susseguito fra il Claude stesso, il Prof. Dornig e il Sig. Boggia che precedentemente si erano occupati dello stesso argomento.

Sulla questione abbiamo creduto interessante interpellare direttamente il Prof. Dornig, il quale ci ha inviato la seguente lettera che siamo ben lieti di pubblicare.

Ricevo la Loro gradita lettera del 18 corr. e credo doveroso comunicare Loro integralmente la corrispondenza intercorsa fra me e Claude.

Io scrissi in data 22 novembre u. s.

« Mr. Georges Claude — Paris.

Je viens d'apprendre que avec M. Boucherot vous avez présenté à l'Académie des Sciences une relation sur l'utilisation de l'énergie relative à la différence de température entre la surface et les profondeurs des mers tropicales. Je me permets de rappeler votre attention sur le fait que, il y a plus que quatre années, j'ai publié une mémoire sur le même sujet, aussi bien que des articles sur des journaux italiens. J'ai aussi pris deux brevets (exactement les brevets italiens Milan 313/1902 du 22 juin 1922 et 310/528 du 28 février 1923) et j'ai tenu des conférences en expliquant exactement le même principe.

Depuis ce temps je ne me suis plus occupé de ce sujet puisque j'ai découvert que mon idée n'était pas même originelle, une installation tout à fait identique ayant été décrite par B. J. Campbell sous titre: « A neglected source of energy » dans le numéro 6 du vol. 70, pag. 250 le 6 août 1913 du journal américain « Engineering News ».

Je vous envoie un exemplaire de ma mémoire et je reste bien volontier à votre disposition pour tout renseignement.

Agréez, Monsieur, mes sincères salutations. M. DORNIG.

E il Claude mi rispose in data 29 novembre:

Monsieur,

Je m'empresse de vous accuser réception de votre lettre du 22 novembre et de vous remercier de l'amabilité avec laquelle vous avez bien voulu me parler de votre antériorité à notre communication du 15 décembre.

Avant été mis au courant de cette antériorité par mon Confrère de l'institut M. Lumière, je m'étais empressé de rendre hommage à vos travaux à la séance du 22 octobre. Comme mon exposé ne paraîtra pas par suite de particularité du règlement des Comptes Rendus de l'Académie, je me permets de vous adresser le texte ci-joint.

Je vois maintenant qu'il va me falloir faire une nouvelle rectification au procès-verbal à propos de Campbell!

Décidément, et c'est le cas de le dire, rien de nouveau sous le soleil!

Mais, néanmoins, c'est un sujet bien passionnant et j'espère arriver à quelque chose.

Veuillez agréer, Monsieur, l'assurance de mes sentiments très distingués.

G. CLAUDE.

Ed ecco il testo della nota allegata:

A la suite de la communication que j'ai présentée dans la précédente séance en collaboration avec M. Paul Boucherot sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers, notre confrère M. Lumière a bien voulu me faire connaître un remarquable travail de M. Tito Romagnoli paru en janvier dans « L'Elettrotecnica ».

Dans ce travail très documenté l'auteur étudie différentes modes d'utilisation possibles de la chaleur solaire; mais j'ai la satisfaction en même temps, que le devoir de signaler qu'il attache une toute particulière importance à des idées assez voisines des nôtres, bien qu'appliquées par des moyens différents à un cas plus restreint et plus simple, idées exprimées dès 1922 par MM. Marius Dornig et Boggia, de Milan.

Ces auteurs se sont proposés d'utiliser la production de la force

moltrice la différence de température ( $24^{\circ}\text{--}8^{\circ}$ ) qui en été existe entre l'eau de surface des lacs italiens et l'eau des profondeurs que refroidit, si non le rayonnement polaire, du moins la fonte des neiges des hautes montagnes voisines. Cette utilisation est obtenue par l'intermédiaire d'un gaz liquéfié comme l'ammoniaque.

L'étude, très poussée, de l'application de ce procédé au lac de Bolsena et de Bracciano montre que l'installation d'une puissance brute de 14.000 kW et nette de 10.000 kW nécessiterait une dépense de 18.000.000 de lires (1922). C'est d'un ordre de grandeur comparable à ce que nous avons trouvé nous même pour de petites installations comme celles-la dans le cas plus difficile de la mer mais par notre solution des turbines a vapeur d'eau, qui, à côté de quelques difficultés supplémentaires présentent de très grands avantages ».

*Esaminando le proposte del Claude, io trovo questa sola differenza di fronte ai miei studi: che mentre io senza dar particolare importanza alla natura del fluido adoperato, ho stimato più opportuno usare fluidi a bassa temperatura di evaporazione, onde ottenere macchinari semplici e poco voluminosi, il Claude si serve dell'acqua la quale se presenta qualche vantaggio per il costo e per il comportamento rispetto ai metalli, per grandissime potenze come quelle che si dovrebbero utilizzare, conduce a macchinari assai ingombranti e di basso rendimento.*

*Del resto di tale argomento importantissimo ho già trattato esaurientemente nel « Monitore Tecnico » il 20-30 maggio 1918 e il 30 agosto 1922, e ultimamente sul « Secolo » il 30 novembre 1926.*

Poichè la quantità di calore effettivamente ricevuta annualmente da un metro quadrato di superficie terrestre orizzontale secondo le latitudini comprese fra 45° e l'Equatore, e secondo la trasparenza della atmosfera, varia fra 1.000.000 e 2.000.000 di calorie, in media 1.500.000 calorie, è evidente che basterebbe avere un impianto che funzionasse col rendimento medio complessivo dell'1,73 % per ricavare 30 milioni di kWh annue per un chilometro quadrato di superficie orizzontale.

Pertanto le massime difficoltà pratiche non consistono nel raggiungere un alto rendimento, ma invece:

1° Nell'averne un sistema che richieda il minimo costo di impianto rispetto all'energia annua prodotta, ciò che non è facile a raggiungersi data la grande estensione di superficie riscaldata, e non può davvero realizzarsi con sistemi a specchi e simili.

11° Nel mettere d'accordo con qualche sistema di compensazione od accumulazione, la variazione diurna ed annua dell'irradiazione solare coi diagrammi giornalieri ed annui di richiesta di energia.

*Per tali motivi nei miei succitati articoli io ho sostenuto e sviluppato i sistemi a bassa temperatura ed a basso rendimento come quelli più adatti ad una pratica utilizzazione industriale.*

Un caso particolare, ma assai interessante per l'enorme quantità di energia che se ne estrarrebbe, è costituito dall'utilizzazione della differenza di temperatura che si riscontra nei mari tropicali e subtropicali fra lo strato superficiale, di alcune decine di metri di spessore che può raggiungere i 26°, 28°, 30° cent. per effetto del riscaldamento solare, e gli strati profondi nei quali si distende l'acqua fredda che proviene dal disgelo delle calotte polari e che a trecento metri di profondità ha circa 10° di temperatura, a settecento metri: circa 5° cent.

*Pertanto è ovvio che si hanno immense quantità di acqua calda e di acqua fredda in bacini naturali che non costano nulla. E' poi facile dimostrare che uno strato di soli quattro metri di profondità basta per ridurre a meno di 1 C° la variazione giornaliera della temperatura dell'acqua calda superficiale e che nei mari tropicali e sub-tropicali anche le variazioni stagionali nella temperatura dell'acqua calda si limitano a qualche grado.*

*Su tale argomento non solo esposi chiaramente le mie vedute ed i miei calcoli nel mio ultimo articolo sul « Monitore Tecnico » ma mi trattenni in particolar modo in una mia conferenza tenuta all'Università Popolare in Milano nell'anno 1922.*

Una volta stabilito tale principio, l'esecuzione tecnica ne deriva in maniera quasi obbligata, sotto forma di un impianto a vapore a bassissima tensione, quasi un'immensa macchina frigorifera invertita, ma naturalmente con motrice a turbina e non a stantuffo date le rilevanti potenze da sviluppare. A mio parere la questione intorno al fluido intermediario non ha che un carattere secondario e le macchine motrici, anche per grandissime potenze, non presentano nulla di particolare\* dal punto di vista costruttivo.

Anche le tubazioni per attingere l'acqua fredda, risultando di grande diametro per i grandi impianti danno luogo a perdite di carico lievi.

*Per contro gli evaporatori ed i condensatori dovendo funzionare con grandissime quantità di fluido e minime differenze di temperature, risultano assai ingombranti e costosi; anche il problema della corrosione dei tubi dei condensatori sebbene non nuovo, è di vitale importanza.*

Però la massima difficoltà per tali impianti oceanici sta nel

*fatto che quasi sempre solo a parecchi chilometri dalle coste si può trovare una profondità di alcune centinaia di metri dove si raggiunga uno strato di acqua fredda. Quindi, salvo casi eccezionali, si sarebbe costretti a ricorrere a lunghi tubi o gallerie oppure a servirsi di centrali galleggianti, ancorate al largo e trasmettenti l'energia alla costa mediante cavi elettrici. L'una e l'altra soluzione presentano ostacoli non lievi, ed oneri finanziari notevoli.*

*Ad ogni modo, quando si superassero tali difficoltà si può prevedere un costo dell'energia di pochi centesimi dell'attuale lira per kWh, con delle enormi disponibilità, che un calcolo grossolano farebbe salire ad oltre 20.000 miliardi di kWh annui, certamente più di dieci volte quanto si possa attendere dall'energia di tutti i combustibili e di tutte le cadute d'acqua del mondo. Tale sfruttamento ha però possibilità di riuscita solo su quelle coste di oceani tropicali o sub-tropicali abbastanza profonde a poca distanza dalla riva. Inoltre bisogna assolutamente escludere quei mari chiusi sui cui fondi non può arrivare l'acqua fredda degli oceani polari, come il Mediterraneo, il Mar Rosso, il Golfo Persico, i mari a nord dell'Australia.*

*Con ciò non voglio escludere anche altre più dirette forme di utilizzazione dell'energia solare, forme che però a mio parere nei paesi compresi fra 45° e 25° di latitudine, hanno solo importanza durante la stagione estiva, mentre presentano sufficiente continuità annua soltanto al di sotto dei 25° di latitudine. Anche a tale lato della questione ho dedicato e dedico la mia attenzione ed i miei studi e posso assicurare che anche altri studiosi italiani come gli ingegneri Biacchi e Romagnoli ed altri, già da diversi anni hanno preso in esame varie proposte non prive di interesse.*

Quanto alle ultime pubblicazioni del Guarini, che ho seguite con interesse, devo confessare che la maniera con la quale sono compilate farebbe temere un moto perpetuo del secondo tipo, ma data l'assoluta mancanza di particolari tecnici, la loro oscurità ed indeterminatezza, mi è impossibile esprimere un qualsiasi giudizio.

Sarò quindi lieto se anche codesta Rivista vorrà pubblicamente far constatare come gli italiani prima di molti altri, hanno dato un notevole contributo allo studio di un vasto problema, la cui soluzione, se non urge in questo momento, acquisterà certamente grandissima importanza in un non lontano avvenire.

MARIO DORNIG.

MARIO DORNIG.

✱ ✱

**Per un nome alla nuova tecnica della illuminazione.**

La lettera dell'Ing. Clerici pubblicata a pag. 67 ci ha procurato moltissime lettere che non possiamo riprodurre integralmente.

Alcuni Colleghi, come i Signori Ingg. Grappi di Pesaro, Solari di Torino, Picasso di Genova, propongono « luminotecnica ».

Altri, come l'Ing. Venturi di Genova ed il Prof. Nazari, propongono « fototecnica ».

Altri arrivano a nomi più... originali, come « fainologia » (faino = metto in luce) o « lampilogia ».

Altri propongono « fotonomia » oppure « luminescenza ».

Al nome di « fototecnica », che indubbiamente dà assai bene il concetto, l'Ing. Carlo Clerici obietta giustamente che il nome stesso è già usato per indicare l'industria della stampa a mezzo della fotografia. Analogamente a « luminiscienza » si può obiettare il nome luminiscenza dato ai noti fenomeni luminosi.

In complesso, ci sembra che la questione sia ancora aperta.

**:: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::**

## MONOGRAFIE DELL'A. E. I.

- |    |                                                                                                                                                |    |      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 1. | <b>UGO BORDONI:</b> I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche.....                        | L. | 8,—  |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 2. | <b>E. BOTTANI:</b> La moderna matematica dei circuiti trifasi.....                                                                             | »  | 10,— |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 3. | <b>UGO BORDONI:</b> La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze .....                                                             | »  | 8,—  |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 4. | <b>R. SAN NICOLÒ:</b> Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore.....                                                           | »  | 8,—  |
|    | p ù per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 5. | <b>G. VALLAURI:</b> Convertitori statici di corrente elettrica: Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza ..... | »  | 8,—  |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 6. | <b>A. BARBAGELATA:</b> La protezione contro le sovracorrenti.....                                                                              | »  | 8,—  |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |
| 7. | <b>C. RIMINI:</b> Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative .....                                                            | »  | 12,— |
|    | più per postali .....                                                                                                                          | »  | 1,50 |

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

**L. A. UMANSKY — Analisi del funzionamento dei regolatori di scorrimento.** (Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 405).

L'A. espone nell'articolo i più recenti perfezionamenti introdotti nella costruzione di questi apparecchi per renderli più pronti nel loro funzionamento.

E' noto che i regolatori di scorrimento del tipo a liquido sono usati in impianti comandati da motore a induzione e provvisti di volano che entra in funzione allo scopo di eliminare le punte nella domanda di energia; perchè un volano possa cedere energia all'albero, sul quale è montato, è necessario che nei momenti di maggior carico il motore ritardi e nei momenti di minor carico acceleri, avvicinandosi alla velocità di regime, in modo da immagazzinare nel volano l'eccesso di energia disponibile per l'aumentata velocità. Il regolatore di scorrimento adempie automaticamente a questa funzione; esso trova perciò impiego accanto a motori a induzione di laminatoi e di gruppi di conversione per l'azionamento di impianti di sollevamento di miniere.

Il regolatore di scorrimento a liquido è costituito da una vasca riempita di una soluzione di bicarbonato di soda nella quale pescano sei elettrodi, tre mobili e tre fissi: questi sono collegati alle spazzole del rotore del motore a induzione, mentre quelli mobili sono attaccati a una traversa, che forma il punto neutro del secondario del circuito rotorico. Variando la distanza tra gli elettrodi viene a variare la resistenza nel circuito rotorico a cagione della maggiore o minore quantità di soluzione interposta tra gli elettrodi stessi; e quindi in relazione varia la velocità del motore. Questa distanza è regolata automaticamente da un piccolo motore a induzione alimentato dalla linea del motore principale attraverso trasformatorini di corrente: in tal modo la tensione applicata a questo motorino è proporzionale all'intensità della corrente assorbita dal motore principale e perciò la sua coppia motrice è all'incirca proporzionale al quadrato dell'intensità della corrente assorbita dal motore. La coppia motrice del motorino tende a sollevare gli elettrodi mobili e in questo è aiutata da un contrappeso attaccato all'altra estremità del braccio, cui sono collegati gli elettrodi, e sul quale è pure impennato il motorino: però quando la corrente del motore principale è al disotto del valore normale, la coppia non è sufficiente a sollevare i contrappesi.

E' evidente che per avere i migliori risultati occorre che il regolatore sia pronto e sensibile: la sensibilità è l'attitudine del regolatore a sollevare gli elettrodi tosto che il carico superi anche di poco il valore prestabilito; la prontezza invece dipende dalla rapidità, con cui il regolatore risponde alla variazione di carico. E' evidente che la prontezza dipende essenzialmente dall'inerzia delle parti che devono muoversi, e cioè primieramente dal loro peso; ma essa può dipendere anche dal modo come questi pesi sono applicati al dispositivo; e nel ridurre la distanza del punto d'applicazione dei pesi agenti sul meccanismo consiste l'innovazione più recente apportata nella costruzione dei regolatori di scorrimento.

L'A. espone dettagliatamente con l'aiuto del calcolo analitico la teoria del funzionamento dei regolatori di scorrimento e dopo aver analizzato di che cosa è composta l'inerzia delle parti in moto del regolatore e dopo aver stabilito che essa dipende dalla massa degli elettrodi, da quella dei contrappesi e dal quadrato delle loro distanze dall'asse, attorno al quale esse ruotano, e dall'effetto volano esercitato dall'indotto del motorino di scorrimento, l'A. viene a stabilire che l'accelerazione lineare di un punto, situato alle distanze cui si trovano gli elettrodi dell'albero, è quella che caratterizza la lentezza o la rapidità di spostamento del regolatore. E poichè l'accelerazione angolare, da cui quella lineare dipende in proporzione diretta, è inversamente proporzionale alle quantità su esposte, che determinano l'inerzia delle parti, si vede che diminuendo queste aumenta l'accelerazione e quindi la prontezza del regolatore. Ammesso che nelle costruzioni precedenti il peso degli elettrodi e quindi dei contrappesi sia già stato ridotto al minimo non restava che agire sulla distanza di questi dall'asse di rotazione cercando di renderla minima.

L'A., trovata la formula generale che dà l'accelerazione degli elettrodi in funzione del loro peso, della distanza di essi e dei contrappesi dall'asse di rotazione e dell'effetto volano del motorino e tenendo come variabile la distanza degli elettrodi dall'asse, passa ad applicarlo ad un caso particolare, ricavandone una curva dell'accelerazione in funzione di questa distanza, dalla quale si vede che diminuendo tale distanza da circa m 0,8 a m 0,1 l'accelerazione aumenta nel rapporto di 3,63 volte! Analogamente diminuendo contemporaneamente anche la distanza dei contrappesi si può giungere ad un ulteriore aumento di accelerazione. La minima distanza è ottenuta praticamente sostituendo ai segmenti oscillanti normali calettati sull'indotto del motorino due pulegge di minore diametro diverso per gli elettrodi e i contrappesi e pure calettate sull'indotto del motorino e nell'aggiungervi una puleggia folle di rinvio.

L'A. dà poi i risultati di prove eseguite su due regolatori, uno di

vecchio tipo e uno di nuovo tipo, e riproduce grafici e curve, che hanno confermato la maggiore prontezza raggiunta dal regolatore in questo modo. Si può trarre la conclusione che è conveniente adottare la nuova disposizione, anche per i regolatori già costruiti e l'A. ne consiglia la trasformazione, che è relativamente facile e poco costosa.  
C. G. E. (\*)

### IMPIANTI.

**A. POUILLARD — Recenti perfezionamenti negli impianti a torre per raffreddamento d'acqua.** (Génie Civil, 8 maggio 1926, pag. 417).

L'avvento delle grandi centrali termoelettriche ha reso di primaria importanza il problema dei rifornimenti d'acqua. Quando si pensi ad esempio che la centrale di Genevilliers produce circa 1000 tonnellate di vapore-ora, si comprende che la questione della condensazione possa essere assai preoccupante, ogni qual volta la centrale non possa essere installata in vicinanza immediata di un corso d'acqua.

Come è noto il consumo unitario di vapore varia col grado di vuoto nel condensatore e quindi colla temperatura dell'acqua di circolazione; si può ritenere che una caduta dell'1 per cento nel grado di vuoto corrisponda ad un aumento del due o tre per cento nel consumo di vapore.

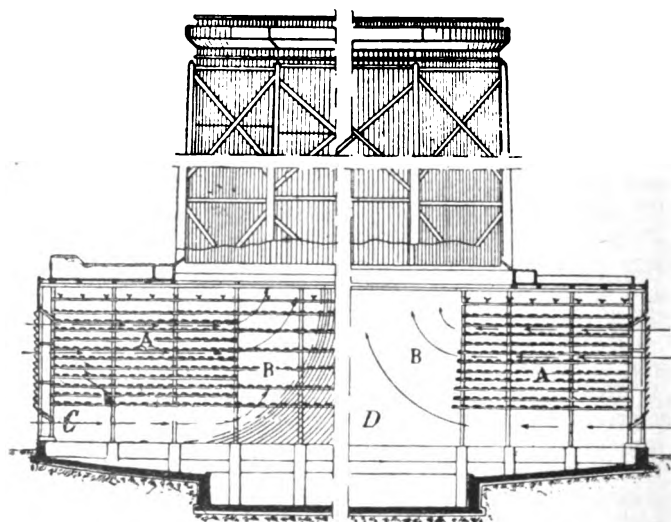


Fig. 1. — Sezione della metà di un refrigeratore a zona centrale munita di dispositivi di dispersione

Fig. 2. — Sezione della metà di un refrigeratore a zona centrale libera.

A = tralicci esterni; B = zona centrale; C = entrata dell'aria; D = zona di effetto nullo.

Per gli impianti di refrigerazione d'acqua, del tipo a torre, le condizioni essenziali per il massimo effetto utile sono le seguenti: introduzione nella unità di tempo della maggior quantità possibile d'aria alla più bassa temperatura; sviluppo massimo della superficie di spandimento e scorrimento dell'acqua; durata massima del contatto fra l'aria e l'acqua dentro l'apparecchio.

Nei refrigeranti a corrente trasversale, nei quali la parte inferiore della torre è completamente libera, l'aria esce senza aver potuto produrre tutto l'effetto utile di cui sarebbe capace.

Nei refrigeranti a corrente trasversale nei quali la parte inferiore della torre è guarnita di superficie di dispersione il percorso dell'aria verso la parte centrale, come pure l'eliminazione delle fumane verso la torre, sono fortemente ostacolati, cosicchè l'effetto utile nella regione interna funzionante a contro corrente, viene ad essere inferiore a quello che si verifica nella zona esterna a corrente trasversale.

Il refrigeratore Hamon è stato studiato in modo da accelerare la velocità dell'aria nella zona centrale creando una circolazione più attiva, in modo che l'aria stessa attraversi con facilità i veli d'acqua che piovono dall'alto.

Il complesso di superficie di spandimento, è diviso in otto settori, ciascuno dei quali costituisce quasi un refrigerante indipendente; ogni comparto possiede un sistema a sè, di ripartizione e distribuzione di acqua. Ciò permette di isolare, a mezzo di registri mobili, uno o più compartimenti quando occorra procedere a operazioni di manutenzione, pulitura, ecc.

L'acqua calda viene introdotta nell'apparecchio all'altezza di cinque o sei metri sul suolo, immettendola in un canale di distribuzione collocato intorno alla torre, e dal quale l'acqua si diffonde sulla piattaforma di distribuzione per mezzo di appositi registri. Dalla piatta-

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

forma, l'acqua cade attraverso apposite aperture sui dispositivi di spersori e si divide in piccole gocce prima di entrare nel dispositivo di spandimento a corrente trasversale.

Una parte dell'acqua calda, anzichè sulla piattaforma di distribuzione, è diretta in condutture di distribuzione interna dalle quali cade pure su dei dispositivi di polverizzazione, per poi essere immessa nel così detto reticolato compensatore di saturazione che occupa la parte inferiore della torre.

L'aria esterna entra da aperture a persiana praticate per tutta l'altezza interno all'apparecchio; fra le bocche e il dispositivo di spandimento, è praticato un condotto di distribuzione d'aria che facilita la ripartizione di questa e contemporaneamente evita le proiezioni d'acqua all'esterno.

\* \*

W. W. LEWIS — **Sistemi di messa a terra per centrali e sottostazioni.** (Gen. El. Rev., maggio 1926, pag. 314).

Dopo aver ricordato quale è lo scopo della messa a terra di tutte le parti dei macchinari, che non sono sotto tensione, l'A. dà alcune prescrizioni d'ordine generale intese a raggiungere questo scopo: una sbarra omnibus comune di messa a terra deve circondare il fabbricato o l'intelaiatura della centrale o della sottostazione: la resistenza di questa sbarra, se possibile, non deve superare un ohm. A questa

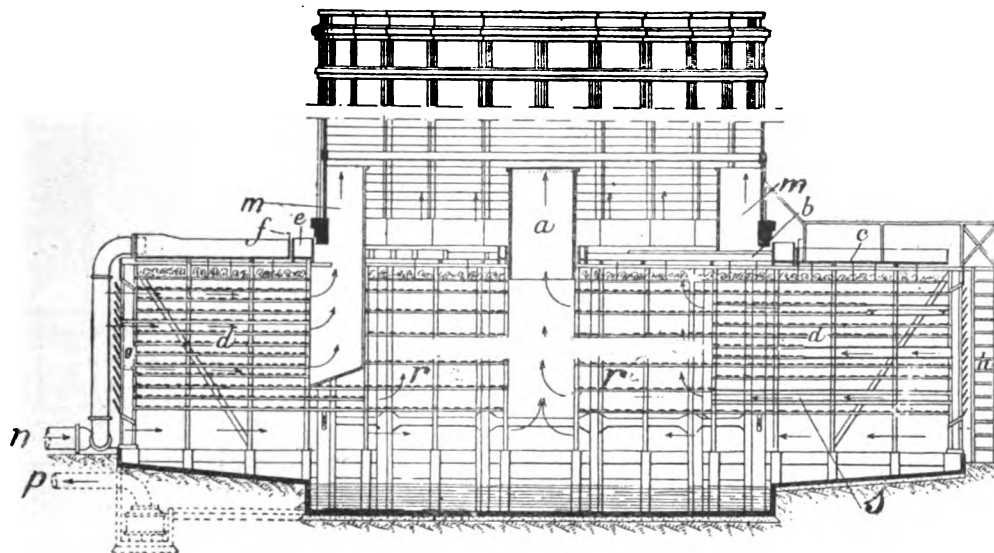


Fig. 3. — Sezione di un refrigeratore Hamon per grandi portate.

*a* = camino centrale di tiraggio; *b* = condotti di distribuzione per tralicci interni; *c* = piattaforma di distribuzione; *d* = zona a corrente trasversale; *e* = canale di distribuzione; *f* = registri di alimentazione dei settori; *g* = camera di alimentazione d'aria; *h* = scala a passerella; *m* = camino secondario di tiraggio; *n* = entrata acqua calda; *p* = uscita aria raffreddata; *r* = graticcio compensatore di saturazione; *s* = canali d'aria.

Nella zona anulare periferica, l'aria circola orizzontalmente ossia con direzione perpendicolare alla falda d'acqua, mentre nel reticolato compensatore centrale, il percorso è a controcorrente.

Il reticolato compensatore ha lo scopo di evitare la presenza di eccesso d'aria non sufficientemente riscaldata, ciò che nuocerebbe al tiraggio; nello stesso tempo esso accresce la superficie utile dell'apparecchio. Nella parte centrale del reticolato, è praticato un camino di chiamata destinato ad attivare la circolazione dell'aria.

sbarra sono collegate elettricamente le colonne metalliche di sostegno della costruzione e le casse dei trasformatori, degli interruttori in olio, le carcasse delle macchine rotanti, ecc., e così pure i neutri delle macchine, se messi a terra.

L'A. si occupa poi delle dimensioni e del metodo di costruire sbarre di messa a terra e dà prescrizioni sul modo come devono essere collegate le varie apparecchiature e i macchinari nelle parti non sotto tensione alle sbarre di messa a terra.

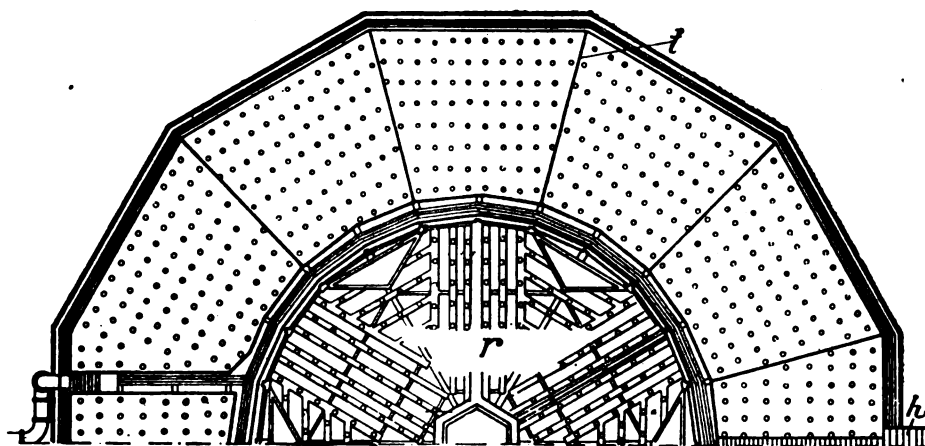


Fig. 4. — Pianta di un refrigeratore Hamon per grandi portate.

*r* = graticcio compensatore di saturazione; *l* = pareti divisorie dei comparti.

Negli ultimi tipi di refrigeranti Hamon destinati alle grandi portate di 4000 a 5000 metri cubi all'ora, si sono disposti anche dei camini di chiamata periferici destinati ad evacuare l'aria già saturatasi nei comparti a circolazione orizzontale. Inoltre sono praticati dei canali di aereazione destinati a favorire l'accesso dell'aria in molti punti delle superficie di spandimento; questi canali sono disposti a diverse altezze e penetrano più o meno nell'interno dell'apparecchio.

Con questi nuovi dispositivi si è ottenuto un funzionamento molto regolare ed uniforme, mantenendo l'effetto utile eguale in tutti i punti dell'apparecchio.

R. S. N.

L'A. viene a trattare poi delle terre propriamente dette e conclude che è preferibile ottenere queste con tubi infissi nel suolo, anzichè con piastre, bobine di filo, ecc., sepolte nella terra. In certi casi è necessario aumentare la conduttività del terreno in cui si deve fare la terra e allora si ricorre alla soluzione di sali, solitamente cloruro di sodio o di calcio, carbonato di sodio e solfato di rame.

L'A. chiude il suo studio riferendo sui risultati ottenuti dalle misure di resistenza a terra eseguite nella sottostazione Rotterdam della Adirondack Power and Light Corporation.



## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

H. BECKMANN — **La macchina elettrica come dinamo-freno e come motore di misura.** (A. E. G. Mitteilungen, novembre 1926, pag. 421). (\*)

Pel collaudo e l'esame di macchine motrici e operatrici si fa volentieri uso, come è noto, di macchine elettriche, utilizzate nel caso di macchine motrici come dinamofreno, nel caso di macchine operatrici come motori di misura.

Come dinamo-freno si adotta quasi sempre la dinamo a corrente continua con campo regolabile entro ampi limiti. Pel calcolo della potenza resa dalla macchina in prova si determinano prima accuratamente le singole perdite ed i rendimenti della dinamo per tutti i numeri di giri e le tensioni cui dovrà funzionare. Per facilitare le cose i costruttori forniscono per ogni macchina un diagramma che dà direttamente, per una determinata tensione e un dato numero di giri, il numero di kW assorbiti in funzione dell'intensità di corrente misurata. Tale sistema basta nella maggior parte dei casi; per ricerche

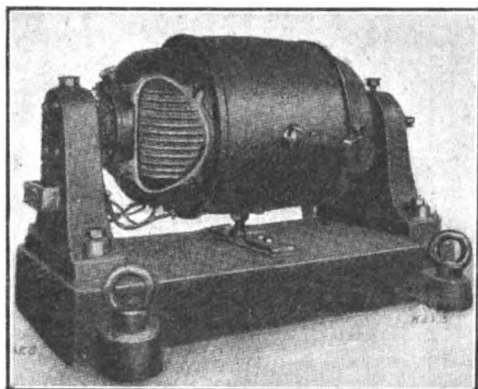


Fig. 1. — Dinamo di prova con statore mobile.

accurate e speciali si adotta la dinamo con statore oscillante (fig. 1) in cui cioè l'albero, prolungato oltre gli scudi che portano i cuscinetti, viene appoggiato su due altri supporti a cavalletto in modo che anche lo statore possa ruotare intorno al suo asse. Durante il funzionamento della macchina, lo statore viene mantenuto nella posizione di equilibrio per mezzo di una forza, molla o pesi, agente all'estremità di un braccio fissato allo statore.

La potenza assorbita dalla dinamo è data dalla nota formula  $N = \frac{I P n}{716,2}$  in cui  $P$  ed  $I$  sono l'intensità e il braccio della forza applicata,  $n$ , è il numero giri, e  $N$ , la potenza in HP.

Per semplificare la formula conviene fare  $l = 716,2$  mm di modo che si ha  $N = \frac{P n}{1000}$  formula più che sufficiente per misure pratiche anche precise.

In alcuni casi si può utilizzare anche un motore asincrono trifase facendolo funzionare come generatore asincrono regolato a mezzo di resistenze inserite nel circuito del rotore.

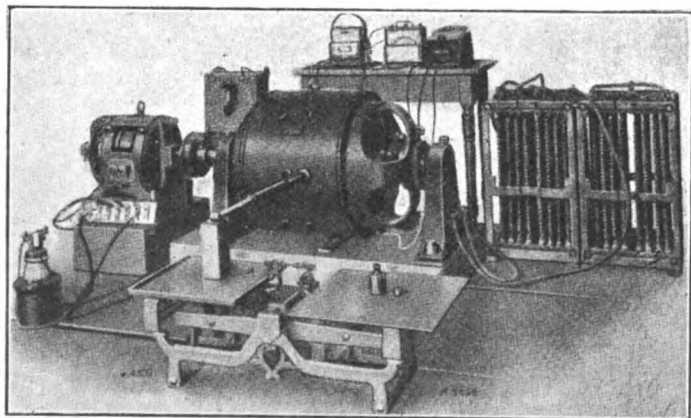


Fig. 2. — Installazione di prova con dinamo a statore mobile.

Il campo di regolazione è quindi limitato (dal 3% al 20% circa sopra sincronismo) e ciò può dare subito un'idea delle possibilità di applicazione. A tal fine bisogna anche tener presente come sia necessario poter usufruire di una rete trifase già esistente per l'eccitazione.

Uno dei vantaggi delle dinamo-freno è quello di poterle utilizzare per l'avviamento dei motori a scoppio munendole di reostati di avviamento (fig. 3).

(\*) Questa recensione ci è stata favorita dalla Soc. An. Varini e Ampt.

Come accoppiamento il più indicato è quello diretto e in pratica i giunti elastici si sono dimostrati come i più vantaggiosi. Però in molti casi si usa vantaggiosamente il sistema di trasmissione a cinghia con cui si ha anche il vantaggio di aumentare il campo di applicazione della dinamo usando parecchie puleggie di diverso diametro.

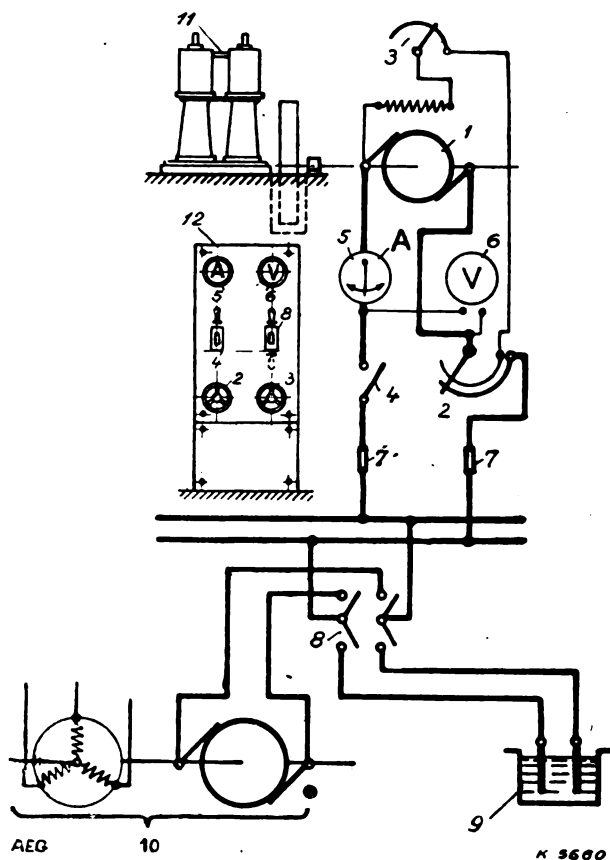


Fig. 3. — Schema di una installazione di prova con dinamo freno utilizzata per l'avviamento di un motore a testa calda.

L'energia elettrica prodotta può essere dispersa in resistenze oppure recuperata. Il primo sistema è il più semplice ma anche il meno economico; si usano resistenze metalliche o a liquido (fig. 4).

Il ricupero dell'energia rappresenta uno dei vantaggi principali offerto dall'impiego di dinamo-freno, dato che in tal modo si abbassano in modo notevole le spese per le prove.

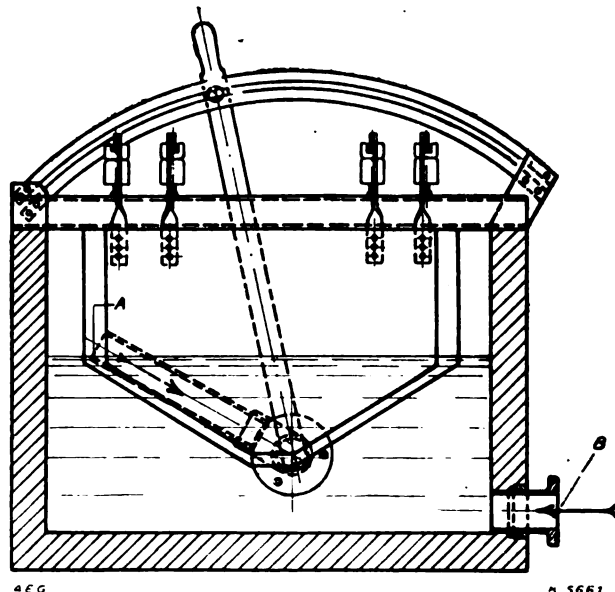


Fig. 4. — Resistenza a liquido.

Se si usa una dinamo a corrente continua ed esiste già una rete a corrente continua si può inserire su di essa anche la dinamo-freno, regolando il carico col regolatore del campo. Conviene accontentarsi di tipi di dinamo con cui si abbia la tensione necessaria fino ad un terzo del numero dei giri normali; volendo diminuire ancor più la velocità bisogna quindi ricorrere alle resistenze. Se la dinamo è a corrente continua e la rete trifase bisogna installare appositi convertitori.

Se la potenza fornita dalle dinamo della sala prova supera quella richiesta dalla fabbrica, il gruppo motore-generatore funziona inviando l'energia superflua alla rete trifase ad alta tensione.

Con dinamo-freno a corrente trifase bisogna sempre poter usufruire, come si già detto, di una rete già esistente; con esse non si usano resistenze per dissipare l'energia prodotta.

Per le macchine operatrici la macchina elettrica viene usata come motore di misura per la determinazione del consumo di energia. Anche qui si adotta per prove normali il tipo con statore fisso, e per prove più precise quello con statore oscillante determinando il consumo di energia in base ai dati elettrici misurati o in base al valore della coppia risultante.

Se la regolazione del numero di giri supera il rapporto 1:3 si usa un gruppo convertitore Leonard che consente una regolazione dallo zero al massimo senza perdite.

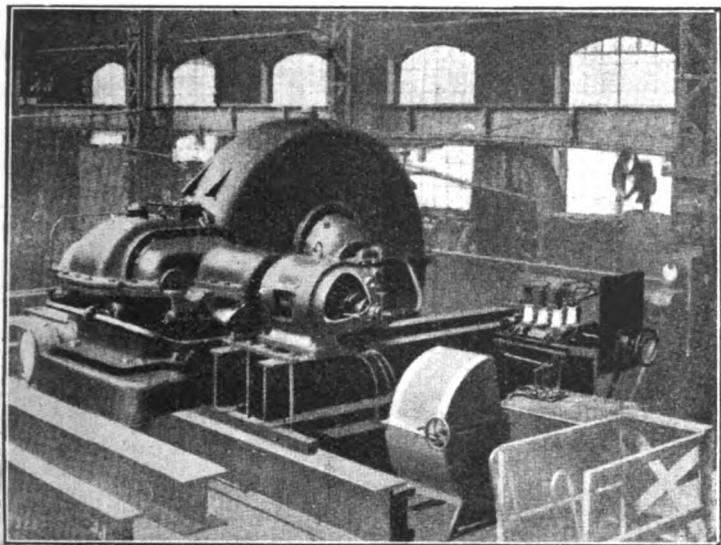


Fig. 5. — Installazione di prova per misura del rendimento di ingranaggi.

La fig. 5 mostra un motore utilizzato per la determinazione delle perdite di un ingranaggio.

Le esperienze hanno dimostrato che le prove eseguite col sussidio di macchine elettriche si possono effettuare nel modo più comodo e preciso.

La possibilità di recuperare l'energia quando la macchina elettrica venga usata come dinamo-freno rappresenta poi, come ben si comprende, un vantaggio economico di primissimo ordine. In questo caso le ore di servizio, il costo della corrente, l'ampiezza del campo di regolazione (che si ripercuote in modo notevole sul prezzo di costo) influiscono in modo particolare sul periodo di tempo necessario per l'ammortizzamento dell'impianto.

Come esempio riportiamo i risultati del calcolo fatto per una dinamo da 72 kW a 220 volt, 1400 giri (la potenza si riduce a soli 34 kW al massimo numero di giri, con un rapporto di regolazione di 1:4).

	Ore di servizio giornaliero	Periodi di ammortizzamento	Costo della corrente (presupposto)
Senza regolazione	4	18 mesi	32 cent. kWh
Con regolazione	4	50 mesi	" " "
Senza regolazione	4	10 mesi	53 cent. kWh
Con regolazione	4	24 mesi	" " "
Senza regolazione	8	9 mesi	32 cent. kWh
Con regolazione	8	25 mesi	" " "
Senza regolazione	8	5 mesi	53 cent. kWh
Con regolazione	8	12 mesi	" " "

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. A. NICKLE e L. F. LAWTON — **Ricerche sui limiti di potenza delle reti di trasmissione.** (I. A. I. E. E., settembre 1926, pag. 865).

Gli AA. riferiscono intorno ad una serie di ricerche svolte sull'argomento dalla General Electric Co. Essi si sono giovati specialmente di un circuito modello provvisto di apparecchi sincroni, di linee a costanti variabili, regolatori, ecc., tale che in esso una tensione di 2200 volt e una potenza di 180 kW, corrispondevano rispettivamente a 220.000 V e 150.000 kW nella rete reale.

**Funzionamento in condizioni di regime.** — Le esperienze degli AA. hanno riconfermato quanto era almeno in parte già noto. In particolare è stato riconosciuto che le caratteristiche delle macchine sincrone connesse alla rete sono non meno importanti che le carat-

teristiche delle linee stesse, nei riguardi della stabilità del sistema. Un sistema che comprenda molte macchine operanti in parallelo ha un limite di potenza maggiore di un semplice sistema di trasmissione fra due macchine all'estremità della linea.

Il funzionamento a tensione costante permette di raggiungere limiti di potenza alquanto più elevati che non il funzionamento ad eccitazione costante; il rapporto può essere da 1,6:1 fino a 2,5:1. Ciò mette in evidenza l'importanza dell'impiego di regolatori di tensione, come si può desumere anche dal diagramma di fig. 1 in cui si vede come portando l'eccitazione per esempio da  $i_1$  ad  $i_0$ , si possa elevare il limite di potenza da  $P_1$  a  $P_0$ .

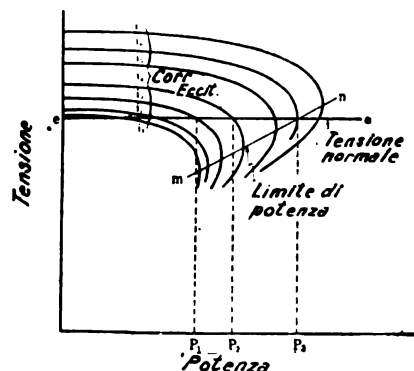


Fig. 1. — Variazioni della potenza colla tensione in diverse condizioni di eccitazione.

Tutti i mezzi che possono servire ad aumentare la corrente di campo dell'alternatore per una data tensione ai morsetti, contribuiscono alla stabilità: entrano in questa categoria di provvedimenti l'aumento dell'intraferro, la maggior saturazione dei poli, l'uso di reattanze, ecc.

Quanto all'impiego di condensatori sincroni in punti intermedi delle linee, nei riguardi della stabilità della trasmissione gli AA. ritengono che si sia esagerata la loro utilità; quanto meno, per averne un vantaggio sensibile essi dovrebbero essere proporzionati assai più abbondantemente di quanto si ritiene generalmente.

La presenza di carichi puramente ohmici, (come illuminazione, riscaldamento, ecc.) ha un'influenza particolare sul limite di potenza di trasmissione. E' chiaro che nel caso di carichi rappresentati da sole macchine sincrone, l'instabilità è raggiunta quando si arriva al punto della curva rappresentativa per il quale  $\frac{dP}{dE} = 0$ .

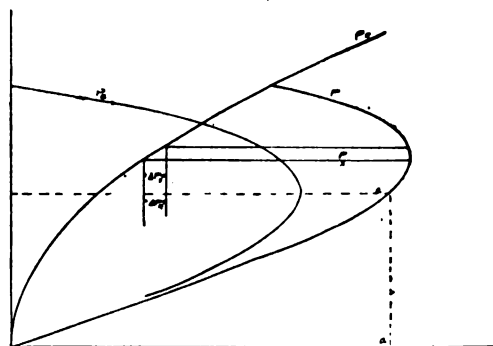


Fig. 2. — Caratteristiche di funzionamento nel caso di un carico misto, sincrono e ohmico.

La figura 2 si riferisce al caso di un carico misto dei due tipi. La curva  $P_a$  rappresenta la variazione del carico ohmico colla tensione,  $P_s$  la variazione del carico sincrono e  $P$  la variazione della potenza totale. La instabilità non è raggiunta nel punto corrispondente a  $\frac{dP}{dE} = 0$  perchè in corrispondenza ad esso non si è raggiunto ancora il punto di tangente verticale nella curva del carico sincrono. La instabilità è data dalle condizioni  $\frac{dP_s}{dE} = 0$  e ad essa corrisponde un

valore della potenza totale rappresentato dall'ascissa  $a$ . Come si vede si può in tali casi avere la stabilità anche funzionando in corrispondenza a un tratto del ramo inferiore della curva della potenza totale.

Come mezzo di aumentare il limite di potenza trasmissibile sulle linee potrebbero servire anche i condensatori statici. L'uso di questi apparecchi sarebbe ormai limitato, secondo gli AA., soltanto da considerazioni di ordine economico.

Come mezzo per regolare la tensione, agli effetti della stabilità della trasmissione, gli AA. consigliano più d'ogni altro l'impiego dei raddrizzatori a mercurio.

**Fenomeni istantanei.** — Gli studi analitici e le esperienze col circuito modello, hanno dimostrato che l'importanza di tali fenomeni (carichi improvvisi, perdite di carico alla centrale o sulle linee, corti circuiti) agli effetti della stabilità non è così grande come si riteneva.

Si è riconosciuto in linea di massima che il limite di potenza di un sistema nel caso dell'aggiunta improvvisa di carichi, non è diverso da quello che si ha nel caso della applicazione graduale di essi, dato che le condizioni di eccitazione e di tensione siano le stesse nei due casi; il criterio fondamentale pel limite di stabilità dipende dal funzionamento a regime.

Le oscillazioni di potenza durante i fenomeni istantanei derivanti dall'improvvisa applicazione di carichi non sono eccessivi, qualora la potenza delle diverse unità connesse al sistema non siano molto diverse fra loro. Nel caso di un generatore di grandissima potenza, o di una rete estesissima connessa a una assai più piccola, tali variazioni possono arrivare al 100 per cento dell'aumento di carico.

Il mantenimento della stabilità durante i corti circuiti dipende dall'opportuno impiego di relais, in quanto che la durata del corto circuito è l'elemento più importante nei riguardi della stabilità. La condizione di corto circuito sulla rete è la più pericolosa per la stabilità della trasmissione; essa può essere mantenuta in tali casi soltanto mediante l'impiego di relais rapidissimi.

R. S. N.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### MATERIALI.

Si sono fatte delle vernici che cambiano di colore quando vengono riscaldate leggermente e che ritornano al colore primitivo, quando si raffreddano se il surriscaldamento non è stato spinto troppo avanti.

I due composti più noti adoperati a tale scopo sono il doppio ioduro di rame e mercurio che, rosso alla temperatura ordinaria, diventa bruno scuro se riscaldato a 80° e nero a 100° e il doppio ioduro di argento e mercurio che è giallo a freddo, ma diventa arancio scuro o rosso mattone se riscaldato a 70°. Nella Gen. Elec. Rev. del luglio 1926 è descritto il metodo per utilizzare questi composti nella produzione di vernici che mutano di colore al variare della temperatura e che possono essere utilmente impiegate per sostituire, ad esempio, i termometri nei supporti e in altre parti delle macchine, che possono riscaldarsi eccessivamente.

### MOTORI ELETTRICI.

*Comando per impianti di sollevamento a benna a corrente alternata* con ricupero di energia durante la discesa della benna, sono stati costruiti dalla Gen. Elec. Co. Il motore usato in questo caso è del tipo ad induzione ad anelli; la frenatura col sistema del ricupero e della reinserzione del motore cagiona un sovrariscaldamento di cui bisogna tener conto nel dimensionare il motore stesso.

Nella Gen. Elec. Rev. del settembre 1926 è riportato uno schema di questo genere di comando ed è descritto particolareggiatamente il modo di funzionamento. Il più grande impianto di questo genere equipaggiato dalla G. E. Co. è quello della centrale di Hell Gate della United Electric Light and Power Co. di New York: vi sono due torri munite ciascuna di un motore da 600 kW. La capacità della benna è di 2,5 tonn. e viene sollevata ad una velocità di circa 10 m al secondo per un dislivello di circa 50 m.

### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Il premio Brambilla del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere è stato recentemente conferito alla Tubi Togni di Brescia. La Società Italiana Tubi Togni nel 1903 iniziò la produzione dei tubi per condotte forzate e nel 1905 aggiunse alla costruzione dei tubi chiodati, prima in Italia, quella dei tubi saldati, ottenendo già nel 1906 per tale fatto la medaglia d'oro e il premio Brambilla. Dal 1915 al 1922 la Società compì gli studi e le esperienze necessarie e si preparò industrialmente alla costruzione dei tubi blindati per le altissime cadute, creando un nuovo grandioso reparto allo scopo, comprendente anche la fabbricazione degli anelli di acciaio speciale occorrenti per la blindatura. Il passaggio dai tubi di acciaio saldati a quelli blindati, fatto attraverso a numerosi tentativi e a molteplici prove, è stato lento e graduale, ma sicuro e lo attestano i numerosi impianti eseguiti parzialmente o totalmente con questo sistema. E cioè dal 1921 al 1926 tra gli impianti fatti e quelli in costruzione della Tubi Togni, parzialmente o totalmente blindati, e prettamente nazionali, l'Italia può disporre di una potenza di circa 525.000 kW di energia idraulica, senza contare le installazioni fatte dalla stessa Società con tubi chiodati e saldati. Anche all'estero la Tubi Togni ha cominciato a lanciarsi e oggi può contare impianti nella Spagna, nel Portogallo, nella Dalmazia, nel Perù, nel Brasile, nella Bolivia, nell'Africa Equatoriale, complessivamente per una potenza installata di circa 60.000 kW.

La medaglia e il Premio Brambilla per il 1926 vennero conferiti nuovamente alla Tubi Togni per avere intrapresa, prima in Lombardia, la costruzione dei tubi blindati. Non si può fare a meno di vedere con giusto orgoglio nazionale questa industria che, sorta con intendimenti modesti, per volere di uomini in pochi anni ha saputo svincolare l'Italia dalla importazione dei tubi per condotte forzate, capovolgendo la situazione e cioè iniziando l'esportazione, che ha al

suo attivo circa 600 impianti per più di 2.000.000 kW installati, e che coi potenti mezzi di produzione, con laboratori di prove ed analisi modernissimi e grandiosi e con una schiera di valorosi ed assidui tecnici sa tenersi ogni giorno all'altezza delle ultime conquiste della tecnica.

\*

*Concorsi del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.* — Nell'adunanza solenne dell'Istituto tenuta il 6 gennaio 1927 vennero banditi i nuovi Concorsi a Premi, secondo i lasciti e le fondazioni amministrate dall'Istituto. Riportiamo il testo dei Concorsi che possono maggiormente interessare i nostri soci, avvertendo che il Regolamento completo dei Concorsi si può avere dalla Segreteria dell'Istituto stesso (Milano - Palazzo di Brera).

FONDAZIONE CAGNOLA per il 1927. — Tema: L'atomo del Rutherford; ipotesi del Bohr su la emissione e sull'assorbimento dell'energia per quanta.

Portare qualche contributo allo studio della questione dal lato teorico e sperimentale.

Scadenza 31 dicembre 1927, ore 15. - Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

Tema per il 1928 pubblicato il 6 gennaio 1927.

Richiamata la grande importanza che nella vita moderna hanno i combustibili liquidi (benzina carburante, ecc.), ed esposti i tentativi recenti per riuscire ad una preparazione artificiale, contribuire con esperienze proprie alla soluzione dell'importante problema.

Scadenza 31 dicembre 1928, ore 15. - Premio L. 2500 e una medaglia d'oro del valore di L. 500.

FONDAZIONE BRAMBILLA per il 1927. — A chi avrà inventato o introdotto in Lombardia qualche nuova macchina o qualsiasi processo industriale o altro miglioramento, da cui la popolazione ottenga un vantaggio reale e provato.

Il premio sarà proporzionato all'importanza dei lavori che si presenteranno al concorso, e potrà raggiungere, in caso di merito eccezionale la somma di L. 4000.

Scadenza 31 marzo 1927, ore 15.

FONDAZIONE KRAMER per il 1927. — Tema: Con la scorta di dati di fatto risultanti da pubblicazioni ufficiali (Ministero dei Lavori Pubblici, Ufficio Idrografico del Po di Parma, Commissione per la navigazione del Po, ecc.), determinare se e come le opere di correzione per l'alveo di magra intraprese sul Po, negli ultimi dieci anni, a miglioramento delle sue condizioni di navigabilità, possono produrre variazioni nelle condizioni di deflusso del fiume in acque fonde e in acque di piena. Nella ricerca consultare prima l'esperienza, indagando per esempio le diverse correlazioni fra le varie serie di altezze idrometriche registrate per determinati idrometri, prima, durante e dopo l'esecuzione dei lavori; e poi la ragione, analizzando per esempio col sussidio delle teorie d'idraulica, l'effetto delle singole opere e del loro insieme nei diversi stadi d'acqua del fiume.

Scadenza 31 dicembre 1927, ore 15. - Premio L. 4000.

FONDAZIONE AMALIA VISCONTI TENCONI per il 1927. — Una borsa di studio da conferirsi a un giovane di nazionalità italiana, di scarsa fortuna e che, avendo già dato prova d'ingegno non comune, di rettitudine e buona volontà, si avvii agli studi in materia di elettricità industriale, prevalentemente per perfezionamento all'estero.

Scadenza 31 marzo 1927, ore 15 - La borsa sarà di L. 1500.

FONDAZIONE ERNESTO DE ANGELI per il 1929. — Invenzioni, studi e disposizioni aventi per iscopo la sicurezza e l'igiene degli operai nelle industrie.

### STATISTICA.

*Una statistica dei posti di ricezione delle audizioni radiotelefoniche* esistenti nelle diverse Nazioni del mondo, fornisce i dati per undici Paesi. Secondo tale statistica, la quale non fa menzione dell'Italia, e che non sappiamo quanto sia attendibile, esistevano nel primo semestre del 1926: in America (S. U.) 5 milioni di stazioni riceventi; in Inghilterra 1.850.000; in Germania 1.150.000; in Francia 500.000; nell'Austria 220.000; nella Svezia 120.000; in Norvegia 36.000; nella Svizzera 74.000; in Danimarca 27.000; in Cecoslovacchia 20.000; in Australia 77.000. Riferendosi al numero di abitanti, si avevano: negli Stati Uniti 1 apparecchio ogni 21 abitanti; in Inghilterra 1 ogni 24 abitanti; in Austria 1 ogni 28; in Svezia 1 ogni 49; in Germania, 1 ogni 54; in Australia 1 ogni 71; in Norvegia 1 ogni 72; in Francia 1 apparecchio ogni 80 abitanti, ecc.

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

*Una locomotiva Diesel-elettrica* è stata adottata per le ferrovie russe. Fu scelto il motore Diesel specialmente in ragione della grande disponibilità di combustibile liquido. Le caratteristiche della locomotiva sono le seguenti: sforzo di trazione 15.000 kg a velocità di 16 km all'ora; sforzo di 9100 kg alla velocità di 25,5 km all'ora. Motore da 900 kW a 540 giri al minuto; pressione d'accensione 32 kg/cm<sup>2</sup>. Il motore è accoppiato a una dinamo di 800 A a 1000 V. Il consumo di combustibile è di 0,18 kg per kWh. La locomotiva è usata sulle linee delle steppe del Caucaso e deve essere provvista di apposito tender per il refrigeratore dell'acqua di raffreddamento del motore Diesel.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA soltanto alla fascetta vecchia.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

### Movimento delle Società Elettriche.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Società Generale Elettrica dell'Adamello* — Milano.

Anche questa Società come ormai la maggior parte delle nostre più importanti Società elettriche ha deciso di ricorrere al capitale estero.

Nell'Assemblea straordinaria del 10 gennaio venne approvata la proposta del Consiglio di contrarre un mutuo di 6 milioni di dollari colla Banca Harris Forbes di New York. Il mutuo ammortizzabile in 25 anni frutterà il 7 % ed è garantito con ipoteca di primo grado sulle attività immobiliari della Soc. Gen. Elett. dell'Adamello e della Soc. Idroelettrica dell'Ozola.

*Soc. Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica.* — Milano.

Ha pure deliberato di autorizzare il Consiglio ad emettere obbligazioni ipotecarie sino a dollari 10.000.000, estensibili fino a dollari 15 milioni, fruttanti il 7 %. Per ora la Società emetterà obbligazioni per 6 milioni di dollari garantiti con ipoteca sugli impianti della Lombarda e della Società Alto Brembo. Le pratiche per il capitale furono condotte colla Banca Blair e C. Inc. in accordo colla Chase Securities Corporation di New York.

*Soc. An. Idroelettrica Stura.* — Gernagnano (Torino).

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 100.000 a L. 400.000.

*Soc. Bolognese di Elettricità.* — Bologna.

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 7.000.000 a L. 64.000.000.

*Soc. An. Esercizio Forni Elettrici.* — Milano.

Ha deliberato di aumentare il capitale da L. 100.000 a L. 350.000.

*Soc. Elettrica Folgore.* — S. Maria Capua Vetere.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale a L. 250.000.

*Industrie Vicentine Elettromeccaniche IVEM.* — Vicenza

Riduce il capitale a L. 900.000 e successivamente lo reintegra in L. 1.000.000.

*Soc. Idroelettrica Gallicanese An.* - Galliciano.

Venne deliberato di aumentare il capitale fino a L. 1.500.000.

*Standard Elettrica Italiana* — Milano.

Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 5.000.000 a L. 1.800.000.

*Società An. per Elettro Agricoltura* — Bologna.

Venne deliberato di ridurre il valore nominale delle azioni da L. 1000 a L. 600.

#### SCIoglimenti di Società.

*I.A.T.E.S. - Industria Apparecchi Elettrici Sanitari* — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 30.000 in 60 azioni da L. 500.

*Idroelettrica Valmaremola - Soc. An.* — Milano.

Venne costituita come trasformazione della collettiva Soc. Idroelettrica Valmaremola Giuseppe Alimonda e C., con capitale di L. 385.000.

*Ferrovia Elettrica Val di Fiemme* — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100.

*Soc. An. Apparecchi Scientifici S. A. A. S.* — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 55.000.

*Soc. An. Industrie Meccaniche ed Elettrotecniche* — Milano.

E' stata costituita con un capitale di L. 20.000 in 200 azioni da L. 100.

*Società Produzione Elettricità* — Introbio.

Venne costituita col capitale di L. 15.000.

*Società Idroelettrica Simeri* — Catanzaro.

Venne costituita col capitale di L. 200.000 aumentabile a L. 800 mila diviso in azioni da L. 500.

\* \*

Le trattative che ormai si trascinavano da tempo fra la Germania e gli Alleati circa le ultime questioni controverse e specialmente intorno alle fortificazioni al confine orientale, sono arrivate a conclusione. Anche la questione dell'esportazione di materiale bellico dalla Germania è stata risolta nel senso che verrà fatta approvare dal Reichstag una legge nella quale sono minutamente elencati i materiali dei quali sarà permessa o vietata la esportazione.

La lunghissima crisi ministeriale della Germania che si è trascinata per oltre un mese e mezzo si è risolta con un nuovo Ministero Marx secondo l'espresso desiderio del Presidente Hindenburg. L'intervento del Presidente della Repubblica è stato molto criticato come anticostituzionale, tuttavia è certo che la situazione esigeva un atto di energia. Il guaio si è che il Gabinetto Marx, nato male, sembra destinato ad avere vita breve e difficile.

A proposito della Germania merita di essere rilevato lo stato della bilancia commerciale la quale è stata alquanto pesante nell'anno 1926. Il bilancio degli scambi commerciali segna infatti in tale anno uno squilibrio passivo di 227 milioni di marchi, che salgono a 711 quando si tenga conto delle importazioni di oro e d'argento.

Sono stati pubblicati i documenti dei trattati stipulati fra la Francia e la Rumenia. Si tratta in realtà di tre trattati diversi. Uno di alleanza e di amicizia, una convenzione di arbitrato e un protocollo addizionale. Quest'ultimo riconferma le dichiarazioni dei precedenti Governi rumeni circa un impegno permanente di non aggressione verso la Russia basato sullo stato quo.

Un'altra questione che si agita nuovamente e che continuerà a turbare i rapporti fra le Nazioni mediterranee, fino a quando non si trovi una soluzione soddisfacente e definitiva è quella di Tangeri.

La Spagna ha nuovamente avanzato proposte per una riforma del governatorato internazionale il quale ha servito soltanto a scontentare tutti senza riuscire utile a nessuno. Della convenienza di un diverso assetto della città tutti sono convinti, ma ognuno è timoroso di lasciarsi andare a concessioni.

La Conferenza economica internazionale che si va preparando a Ginevra non sembra destinata a un grande successo.

Gli Stati Uniti sono troppo impegnati in America per interessarsi direttamente alle cose d'Europa. La vertenza col Messico che, sotto apparenze di calma si va inasprendo; la situazione al Nicaragua colle preoccupazioni derivanti dalla necessità di salvaguardare il territorio del futuro secondo canale interoceanico, sono sufficienti ad assorbire l'attenzione di Washington.

All'Europa non resta che contemplare le sublimi teorie antimperialiste dei pontefici d'oltre Oceano!

La situazione cinese è sempre più grave. Tutto l'interesse si concentra ora intorno a Shanghai dove l'Inghilterra continua ad inviare truppe.

\*

La conclusione del Trattato di conciliazione e di arbitrato fra l'Italia e la Germania ha fatto per parecchio tempo le spese di tutte le considerazioni politiche della stampa europea. La soddisfazione è stata grande in Germania dove il Trattato è stato considerato come una riprova della riconquistata dignità di grande potenza dopo le umiliazioni di Versailles.

Il Trattato può essere effettivamente di pratico vantaggio per i due contraenti ed elimina una possibilità di più, di turbamenti della pace d'Europa. Evidentemente i chiarimenti seguiti al noto dibattito oratorio fra Mussolini e il Ministro tedesco ha giovato a mettere in vera luce i rapporti fra i due popoli e a presentare le ragioni di convenienza per una maggiore intesa.

In Francia anche il patto italo-tedesco, come ogni altra mossa politica italiana era stato da prima rilevato con diffidenza e con un certo allarme. Ma a poco a poco si è fatta strada una più pacata valutazione dei fatti e si è finito col riconoscere che il Patto, lungi dal minacciare nessuno, costituiva realmente una nuova ragione di garanzia per la pace europea.

Si ritorna a Parigi sull'eterna questione della convenienza di chiarificare definitivamente i rapporti franco-italiani eliminando tutte le ragioni di dissenso e di diffidenza che tutti deplorano e che non trovano il loro fondamento in un reale stato di fatto. Ma disgraziatamente non si va un passo oltre alle esercitazioni oratorie e agli appelli platonici.

Col 25 gennaio sono entrati in vigore i nuovi accordi commerciali fra Germania e Italia. E' sperabile che nella nuova atmosfera creata nei rapporti fra i due Paesi si trovi modo di arrivare a sistemare anche la questione della concorrenza fra i due porti di Amburgo e di Trieste. Attualmente, come è noto, è in vigore un accordo provvisorio che può definirsi come una sorta di armistizio. Sta di fatto però che intanto fervono trattative per la concessione di una zona franca alla Cecoslovacchia nel porto di Amburgo, ciò che danneggerebbe evidentemente in misura rilevantissima il traffico del porto di Trieste.

Molta attenzione ha suscitato nelle sfere politiche europee il soggiorno del Cancelliere dello Scacchiere, Winston Churchill a Roma. Il Ministro inglese ha avuto frequenti colloqui con l'On. Mussolini e col Ministro Volpi. Nulla è trasparito intorno alle discussioni svoltesi in tali colloqui, ai quali ufficialmente non si è voluto dare gran peso.

Va tuttavia diffondendosi l'impressione che si delinei una fase di più attiva collaborazione fra Italia e Inghilterra le quali hanno tanti interessi comuni, o quanto meno, contigui. Il Mediterraneo, la costa orientale del Mar Rosso, l'Abissinia, anche i recenti avvenimenti cinesi possono costituire una larghissima base di discussioni e di accordi e offrire molte possibilità di proficue collaborazioni.

Il malumore scoppato a Belgrado per l'accordo italo-albanese, accenna a calmarsi. La perdurante incertezza della situazione politica interna del regno jugoslavo non ha ancora permesso di raggiungere un definitivo chiarimento. Si è data molta importanza ai colloqui che il nostro ambasciatore a Belgrado ha avuto coi membri del Ministero Uzanovic. D'altra parte il ministro dimissionario Nincic ha pubblicamente auspicato di nuovo alla amicizia italo-jugoslava e al chiarimento di ogni dissenso. Si può dunque sperare che presto ogni difficoltà sia appianata.

Intanto si è proceduto a Roma, allo scambio delle ratifiche dei due Governi per il Patto di Tirana, già firmato come è noto il 27 novembre 1926.

Procedono alacremente con grande cordialità le trattative per il nuovo Trattato di commercio colla Rumania. Si è riconosciuta la possibilità di avviare sollecitamente larghe correnti di scambi fra i due Paesi. I loro prodotti possono in gran parte integrarsi: la Rumania, come è noto, produce grandi quantità di cereali e di olii minerali di cui noi abbiamo bisogno, mentre potremmo fornire in gran copia manufatti industriali di cui la Rumania scarseggia.

Si sono anche iniziati scambi di vedute, per ora soltanto in via preliminare, fra l'Italia e la Cecoslovacchia per una revisione del Trattato di Commercio e per sistemare parecchie questioni pendenti di politica commerciale.

Si riparla attivamente della questione dello sbocco commerciale ungherese sull'Adriatico. Come è noto, l'Ungheria è indecisa fra le offerte avanzate dalla Jugoslavia e i vantaggi evidenti presentati dal porto di Fiume. Si annuncia che il conte Bethlen si recherebbe presto a Roma per trattare direttamente la questione la quale è complicata pel fatto che l'Ungheria è in ogni modo costretta a passare su territorio di altri Stati frapposti fra essa e il mare. In Ungheria sarebbe vista con preferenza a quanto pare, l'idea di una zona franca a Fiume.

Si hanno notizie sul piano di ripartizione delle entrate provenienti dai pagamenti tedeschi sul piano Dawes, nella terza annualità di sua applicazione. In tale periodo che corre dal settembre 1926 all'agosto 1927 dovrebbero essere consegnati all'Italia complessivamente 94.700.000 marchi-oro, pari a poco più di mezzo miliardo di lire.

\*

Il successo del Prestito del Littorio, che già andava delineandosi quando scrivevamo le precedenti Note, è stato anche superiore alle previsioni. La cifra di tre miliardi è stata largamente superata dalle sottoscrizioni in Italia, mentre come è noto, è ancora aperta la sottoscrizione nelle colonie degli italiani all'estero.

Il maggior pericolo inerente all'operazione del prestito, consisteva nell'imbarazzo finanziario nel quale potevano essere messe alcune industrie in seguito alla conversione obbligatoria dei buoni del Tesoro, e in particolar modo di quelli annuali. Si poteva temere che la mancata disponibilità di denaro liquido alle scadenze previste potesse rendere anche più difficile la situazione di non poche imprese che già in qualche modo risentono della contrazione del mezzo circolante.

La forte somma che i sottoscrittori al Prestito hanno messo a disposizione dello Stato, permette di fronteggiare utilmente anche tale evenualità. E' noto infatti che il ricavato del prestito in denaro liquido sarà messo a disposizione della Banca d'Italia la quale se ne servirà esclusivamente per concedere anticipi sui buoni del Tesoro convertiti.

Si potrà così raggiungere lo scopo di fornire alle industrie che ne necessitano il denaro liquido indispensabile, senza dover ricorrere ad una operazione di inflazione che avrebbe in gran parte, se non totalmente, neutralizzato i buoni effetti della conversione.

Una caratteristica interessante del prestito attuale è costituita dalla larghissima base che esso ha incontrato fra la popolazione. Si afferma infatti che i sottoscrittori sono stati più di tre milioni. Prescindendo da ogni considerazione politica alla quale un tale fatto potrebbe prestarsi, resta da rilevarsi come ciò contribuisca a rendere più efficiente e più feconda di soddisfacenti risultati per il prossimo avvenire l'operazione finanziaria che si è ora compiuta. Infatti né le grandi Banche né le industrie maggiori furono onerate oltre i limiti della loro convenienza. Il prestito non ha costituito un succhiamento di denaro in grande scala da quegli enti che maggiormente ne necessitano per la vita finanziaria propria e della Nazione. Sono stati i risparmiatori individuali che hanno portato il massimo contributo al prestito, o quanto meno, è stato l'accumularsi delle sottoscrizioni modeste e i contributi proporzionati alle disponibilità effettive di ciascuno che hanno permesso di raggiungere l'alta somma di circa 3200 milioni.

Il prestito ha così disturbato il meno possibile, compatibilmente alla grandiosità della operazione, la impalcatura finanziaria del Paese. Tanto più utile quindi esso riuscirà per il risanamento della nostra vita economica e per la difesa della nostra moneta. Essa può a buon diritto essere considerato come un grande successo finanziario.

Nelle colonie italiane all'estero, il prestito è stato accolto con fervore di patriottismo. Non sono ancora note le cifre raggiunte dalle sottoscrizioni fuori del Regno, ma da molte parti sono giunte notizie di iniziative felici e di risultati cospicui. Specialmente nelle colonie di italiani nell'America meridionale le sottoscrizioni hanno raggiunto cifre notevolissime, per quanto non ancora definite.

Negli altri Paesi, il successo del prestito è stato rilevato da tutti gli ambienti finanziari come una operazione degna della maggior attenzione e come un successo di primo ordine.

I commenti dei giornali tecnici di finanza e di economia sono tutti intonati ad approvazione per il piano studiato per il prestito e a favorevoli commenti per quanto riguarda lo stato attuale della compagine industriale ed economica del nostro Paese.

La opportunità di ricorrere al prestito è bene illustrata da alcune notizie ufficiali che vengono fatte conoscere circa la situazione di Tesoreria nei mesi immediatamente precedenti alla grande operazione finanziaria ora compiuta.

Nei primi cinque mesi dell'esercizio finanziario ora in corso, vale a dire dal luglio a tutto novembre 1926 il conto del bilancio presentava bensì nella categoria entrate e spese effettive un maggior valore di 327 milioni negli incassi in confronto dei pagamenti; viceversa, però nella categoria movimento di capitali si registravano minori incassi, rispetto ai pagamenti, per ben 734 milioni di lire.

Si avevano cioè avuti maggiori uscite complessivamente per 407 milioni di lire e ciò si ripercuoteva naturalmente nella situazione di Tesoreria.

Infatti alla fine del novembre scorso il fondo di cassa era diminuito di 2731 milioni, e i crediti si erano a loro volta ridotti di 515 milioni specialmente per pagamenti all'estero per conto dei Ministeri e per diverse operazioni finanziarie. Contemporaneamente i debiti scemavano di 2839 milioni in seguito alla riduzione di circa 5500 milioni nel debito fluttuante compensata parzialmente per circa 2500 milioni dall'aumento verificatosi nei vaglia del Tesoro e nei diversi conti correnti. Il risultato complessivo di cassa è stato quindi appunto di 407 milioni di lire.

Le cifre esposte danno bene l'idea dello sforzo sopportato nei primi mesi dell'esercizio in corso e mettono in chiaro la opportunità del prestito aperto con tanto successo.

\*

Al 31 dicembre 1926 la situazione del Tesoro, quale risulta dal conto riassuntivo pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale, era la seguente:

Dal primo luglio al 31 dicembre gli incassi effettivi hanno superato le spese effettive per 625 milioni. Nel mese di dicembre le entrate principali fruttarono incassi per circa 1849 milioni, segnalando un aumento di 39 milioni sul dicembre dell'anno 1925. All'aumento contribuirono per 24 milioni le imposte dirette e per 29 milioni le privative; si notò invece una leggera contrazione nel gettito delle tasse sugli scambi e delle imposte dirette sui consumi.

Si osservi però che la contrazione (di soli 8 milioni) nella tassa sugli scambi, è in dipendenza della nuova disposizione circa la riscossione della tassa sugli automobili, il cui provento, riscosso dallo Automobile Club, viene versato a mese scaduto. Nello scorso anno tale provento è stato, per solo mese di dicembre, di 26 milioni.

Al 31 dicembre 1926, ossia dopo trascorso metà dello esercizio in corso, il bilancio segnava un avanzo effettivo di 166 milioni contro l'avanzo di 228 milioni che si registrava alla fine del dicembre del precedente anno. Il confronto non è però attendibile in quanto che, come più volte abbiamo fatto rilevare, l'avanzo registrato nei vari mesi di quest'anno tiene già conto delle spese per costruzioni ferroviarie e della quota per la riduzione della circolazione. Fatte le opportune correzioni l'effettivo avanzo di quest'anno, va valutato in ben 541 milioni di lire al 31 dicembre 1926.

Si è dunque conseguito nei primi sei mesi dell'esercizio finanziario, un miglioramento di 313 milioni sull'esercizio 1925-26, di 724 milioni su quello 1924-25 e di 748 milioni su quello 1923-24.

E' interessante rilevare la caratteristica di continuità che presenta la formazione dell'avanzo: si sono avuti infatti 104 milioni nel luglio, 73 milioni nell'agosto, 66 milioni nel settembre, 26 milioni nell'ottobre, 164 milioni in novembre e 108 milioni nel dicembre.

Alla stessa data del 31 dicembre i debiti pubblici interni, segnavano una diminuzione di 6824 milioni rispetto all'inizio dell'esercizio. Naturalmente in tale cifra non entra ancora in valutazione il nuovo prestito non ancora contabilizzato a quella data. Nel solo mese di dicembre la diminuzione fu di 294 milioni.

A costituire la somma citata di 6824 milioni entrarono i Buoni del Tesoro quinquennali per 529 milioni, le obbligazioni redimibili al 4,75 % per 848 milioni, i Buoni ordinari per 2623 milioni, la circolazione per conto dello Stato per 2500 milioni, altri titoli di Stato per 307 milioni, il conto corrente colla Cassa Depositi e Prestiti per 475 milioni, ecc. Aumentarono invece, durante il semestre, i Buoni novennali per 447 milioni, le obbligazioni per le Venezie per 92 milioni e altri titoli per 11 milioni.

La circolazione complessiva, al 31 dicembre, era diminuita da 20039 milioni alla fine novembre, fino a 19.954 milioni. Il fondo di cassa, ridotto a 110 milioni alla fine novembre, era alquanto risalito toccando i 769 milioni alla fine dicembre. I debiti pubblici ammontavano, alla stessa data a 84.489 milioni di lire, colla riduzione più sopra indicata.

La costituzione della somma complessiva di 19.954 milioni di lire della circolazione, era così costituita.

Circolazione per conto dello Stato: 1793 milioni; circolazione per conto del commercio 18.161 milioni. A sua volta questa cifra risultava dalle seguenti voci. Anticipazioni in biglietti di banca al Tesoro dello Stato 4229 milioni; credito verso la sezione ordinaria del Consorzio sovvenzioni su valori industriali, 599 milioni; credito sulla Sezione Autonoma del Consorzio stesso, ora trasformata nell'Istituto delle Liquidazioni, 2566 milioni; circolazione inerente alle riserve già dei due Banchi meridionali, 2293 milioni; anticipazioni in biglietti di banca al Tesoro dello Stato e rimborsate da questo colla cessione del prestito Morgan, 2500 milioni; circolazione per conto del com-



mercio, propriamente detta e soggetta al noto limite dei 7 miliardi, 5974 milioni.

Come si fa osservare da tutti i competenti, la riduzione effettiva della circolazione è stata relativamente piccola. La difficoltà nella quale molte industrie si trovano attualmente per la pretesa scarsità del mezzo circolante è in realtà dovuta alla lentezza colla quale la circolazione stessa avviene; un altro coefficiente è dovuto anche indubbiamente alla diminuzione di acquisti che sempre si accompagna ai processi di rivalutazione della moneta. E' necessario sveltire la circolazione, come si è fatto in molti Paesi all'estero dove la circolazione per mezzo di chèques arriva fino al 90 %. Il Ministro delle Finanze parlando al Senato ha insistito su tale fatto e sulla necessità che anche fra noi si arrivi ad una maggiore snellezza della circolazione.

\*

Sono stati distribuiti alla Camera gli stati di previsione per i bilanci dei Ministeri per il prossimo esercizio finanziario 1927-28. Rileviamo da essi alcune cifre.

Il bilancio preventivo dell'Economia Nazionale prevede spese per complessivi 390 milioni di lire circa, con un aumento di circa 14 milioni sullo stanziamento effettuato per il bilancio 1926-27. Le spese effettive ordinarie e straordinarie ammontano a 306 milioni dei quali 233 circa per i servizi inerenti al Dicastero e sue dipendenze, e 73 milioni per il personale addetto. Il movimento dei capitali importa circa 84 milioni di cui 82 per il credito agrario. Le aziende del Demanio forestale prevedono 32 milioni di spese e circa 30 milioni di entrate.

A proposito del Ministero della Economia Nazionale vanno segnalati gli sforzi che esso compie per intensificare la produzione di materie prime sul suolo nazionale. Il Ministro ha più volte rivelato apertamente il suo ottimismo a questo riguardo, ottimismo che, veramente, non è da tutti condiviso.

In ogni modo non si possono che approvare le ricerche e le esperienze che si vanno compiendo circa le risorse del nostro sottosuolo ancora inesplorato in gran parte. Come è noto tale incarico è stato specialmente deferito ad un ente speciale l'A. G. I. P. il quale ha iniziato attivamente il suo compito.

Vennero eseguite serie di studi geofisici nell'Italia Superiore e in rispondenza ai risultati ottenuti saranno determinati i punti per parecchi sondaggi profondi di esplorazione. Altri sondaggi di qualche importanza sono in corso nell'Abruzzo e nella Campania.

Una perforazione compiuta in una località siciliana è apparsa, dai primi risultati, molto promettente nel riguardo di giacimenti petroliferi. Molta attenzione viene rivolta anche ai giacimenti siciliani di rocce asfaltiche e bituminose che sembrano presentare la possibilità di utili sfruttamenti industriali.

L'Ispettorato delle Miniere ha pubblicato dei dati approssimati circa la produzione mineraria italiana nell'anno 1926. Crediamo interessante riprodurre tali dati, avvertendo che le cifre indicano tonnellate per anno: minerali di ferro e manganese 465.000; minerali di manganese 13.600; minerali di rame 15.900; piombo 53.980; zinco 173.250; minerali d'oro 1500; pirite di ferro 593.500; mercurio metallico 1830; antracite 14.250; carbone fossile 200.000; lignite 1.163.130; scisti bituminosi 3120; torba 72.300; sal gemma 56.600; sale di sorgente 260.120; petrolio 5030; roccia asfaltica e bituminosa 298.200; bitume grezzo 700; allumiti 1590; bauxite 85.500; acido borico 3600; grafite 8800.

Queste cifre servono assai bene a mettere in evidenza lo stato reale della nostra situazione mineraria, e illuminano la necessità imprescindibile di importare dall'estero quantità formidabili di materie prime indispensabili.

Il bilancio preventivo delle Colonie contempla un onere complessivo di 391 milioni, con un aumento di 39 milioni riguardo al precedente stato di previsione. Gli stanziamenti per le diverse Colonie sono i seguenti: Tripolitania 148 milioni; Cirenaica 156 milioni; Somalia 59 milioni; Eritrea 20 milioni. Però anche le entrate sono, per il prossimo esercizio, previste in aumento per un totale di 24 milioni; e precisamente le entrate previste sono: 64 milioni per la Tripolitania, 46 milioni per la Cirenaica, 21 milioni per la Somalia, 22 milioni per l'Eritrea.

Il Ministero delle Comunicazioni, nello stato di previsione del nuovo esercizio, preventiva un avanzo netto di 250 milioni. Per i servizi della marina mercantile il bilancio prevede una spesa di 288 milioni circa, spesa superiore di ben 110 milioni a quella dello stato di previsione per il 1926-27; tale aumento si riferisce per 50 milioni a maggiori spese effettive e per 60 milioni a maggiori spese straordinarie per sovvenzioni e per compensi per costruzioni.

Per le costruzioni navali, l'Italia si è ormai portata in testa a tutti i Paesi del mondo, dopo l'Inghilterra. E' questo un successo della nostra industria che può riempirci di legittimo orgoglio. Dalle statistiche ufficiali pubblicate dal Lloyd Register inglese, deduciamo alcune cifre interessanti.

Al 31 dicembre 1926 erano complessivamente impostate sui cantieri mondiali 1.933.027 tonnellate di navi in costruzione. Di esse ne spettavano 760.000 ai cantieri inglesi. Subito dopo, distanziando tutti gli altri Paesi costruttori, veniva l'Italia con 239.776 tonnellate in costruzione. Venivano poi la Germania con 211.062 tonnellate, gli Stati Uniti con 151.635 tonnellate, l'Olanda con 145.000 e la Francia con 109.000 tonnellate.

Gli inglesi hanno rilevato con una certa preoccupazione questa

marcia progressiva dei nostri cantieri e ne sono sintomo gli studi intrapresi per confrontare i metodi di lavoro inglesi con quelli seguiti dagli altri costruttori sul continente; l'industria navale inglese teme la progressiva concorrenza della industria estera. Per quanto riguarda l'Italia si è fino ad ora riusciti a costruire in patria tutto il tonnellaggio necessario alla nostra marina, ma non è troppo ardito considerare vicino il momento in cui ci sarà possibile iniziare la produzione per altri Paesi meno attrezzati e in particolare per quelli mediterranei.

Particolarmente attivi sono stati i cantieri triestini che contavano 74.875 tonnellate di navi impostate e che, per la potenza propulsiva corrispondente che era di 272.250 HP, superavano tutti gli altri cantieri del mondo.

Il Ministero dei Lavori Pubblici ha esso pure presentato il suo bilancio di previsione; esso prevede un onere complessivo di 1213 milioni di lire da spendersi quasi esclusivamente in opere pubbliche. Si nota una diminuzione di 281 milioni in confronto alle previsioni per l'esercizio 1926-27. Le spese ordinarie ammontano a 376 milioni, mentre quelle registrate come straordinarie contano per 846 milioni.

Alcune notizie pubblicate recentemente sull'andamento dei lavori pubblici nell'anno 1926 meritano di essere ricordate.

Alla fine dello scorso ottobre erano in corso 3304 appalti per costruzioni di opere pubbliche rappresentanti un importo complessivo di 2167 milioni di lire. Dal gennaio all'ottobre i nuovi appalti iniziati furono 3186 per un valore complessivo di 1211 milioni, mentre nello stesso periodo giunsero a compimento 2752 appalti per una cifra totale di 768 milioni circa.

Quanto alla distribuzione territoriale delle opere in corso, tengono sempre il primo posto le regioni del Meridionale e delle Isole. Alla data su indicata si avevano infatti in corso lavori per 479 milioni nella Italia settentrionale, per 474 milioni nell'Italia centrale e per 1214 milioni nel Mezzogiorno e nelle Isole. Le percentuali relative sono quindi del 22,1 % del 21,9 % e del 66 %. Continua dunque lo sforzo per mettere in valore i paesi del mezzogiorno, troppo trascurati fino ad ora e che costituiscono, per così dire, le riserve latenti per la futura prosperità della patria.

Anche la categoria delle opere in concessione rappresenta un insieme imponente di energie e di iniziative. Al 31 ottobre 1926 si avevano in corso 115 opere in concessione che rappresentavano un insieme di lavori per 2500 milioni.

Le più importanti in tale categoria di lavori sono le opere di bonifica che rappresentano un valore complessivo di circa un miliardo di lire; seguono le costruzioni ferroviarie con 804 milioni e quelle marittime per circa 500 milioni. A questo riguardo, l'Italia centrale tiene il primo posto con oltre 1 miliardo, specialmente in conseguenza delle grandi bonifiche in corso nell'Emilia; segue l'Italia Meridionale colle Isole, per complessivi 855 milioni; ultima viene l'Italia settentrionale con 471 milioni rappresentati specialmente dalle grandi bonifiche consorziali.

Una terza categoria è quella delle opere sussidiate dallo Stato. Al 31 ottobre 1926 erano in corso complessivamente 660 di tali opere con un valore complessivo di 508 milioni. Le principali categorie di questi lavori sono quelle degli acquedotti, fognature, edifici scolastici, ecc., ecc.

Complessivamente, fra le tre categorie sopra indicate, si avevano in corso, al 31 ottobre 1926, tanti lavori per circa 5100 milioni di lire; al 31 dicembre 1925 tale cifra era notevolmente inferiore: 4650 milioni. Tale importo riguarda sole le opere in esecuzione o in appalto; ma il valore complessivo delle opere in corso a completa esecuzione dei piani tecnici elaborati, sale a cifra ben superiore. Una valutazione preventiva prudente valuta tale cifra fra i 10 e i 12 miliardi di lire.

I progetti allo studio, al 31 ottobre 1926, ammontavano a 1850 e rappresentavano un complesso di lavori per circa tre miliardi; i progetti in esame o in istruttoria erano 2200 per un importo complessivo di 2430 milioni. La maggior parte di tali progetti riguardavano l'Italia meridionale o le Isole.

Nelle costruzioni di opere pubbliche erano occupati, alla data del 31 ottobre u. s., 93.000 operai; si noti che trattasi di un mese non specialmente favorevole alla esecuzione di lavori che si svolgono per la maggior parte all'aperto.

Queste cifre valgono più di ogni altra considerazione a dare la misura dello sforzo nel quale il nostro Paese tende le proprie energie per la costruzione della prosperità del suo immediato avvenire.

\*

Possiamo finalmente disporre dei dati completi sul movimento commerciale nello scorso anno 1926. Come avevamo avvertito nelle passate Note, lo sbilancio commerciale che aveva minacciato di aggravarsi fortemente nei primi mesi dell'anno, ha poi preso un andamento molto più confortante cosicché i risultati dell'intera annata presentano un miglioramento notevole sui dati del 1925.

Infatti mentre lo sbilancio fra importazioni ed esportazioni era stato in tale anno di 7927 milioni, nel 1926 esso è disceso a 7159 milioni presentando quindi un miglioramento di circa 800 milioni di lire.

Si osservi ancora che la media dei cambi durante il 1926 è stata, per quanto di poco, inferiore a quella dell'anno precedente ciò che avrebbe dovuto ripercuotersi in un maggior aggravio della bilancia commerciale valutata in denaro, a parità di quantità di merce. Il ri-

sultato ottenuto è dunque anche più cospicuo di quanto non diano le cifre che abbiamo sopra citato.

Le attenzioni rivolte dal Governo alla regolazione del movimento commerciale hanno dunque ottenuto il loro effetto. Infatti dal gennaio al maggio compreso si aveva avuto un peggioramento di 231 milioni rispetto all'anno precedente. Dal giugno, ossia da quando entrarono in vigore successivamente i diversi provvedimenti governativi, si riuscì ad ottenere complessivamente un miglioramento di 770 milioni.

Va notato che il miglioramento è dovuto in parte a restrizione di importazioni ma in parte anche allo sviluppo delle esportazioni. Infatti mentre esse nei primi cinque mesi dell'anno erano state inferiori per 284 milioni a quelle del 1925, risultano a fine d'anno superiori di ben 350 milioni. Mentre nel 1925 si erano mandate all'estero tante merci per 18.276 milioni di lire, si è arrivati, nel 1926, a 18.607 milioni. Così le importazioni che erano state di 26.200 milioni nel 1925, discesero a 25.775 milioni nel 1926 con una diminuzione di 435 milioni.

Limitando per un momento le considerazioni al mese di dicembre, si ebbero 2071 milioni di importazioni e 1857 milioni di esportazioni con una diminuzione di 419 milioni nelle prime e un aumento di 81 milioni nelle seconde, rispetto al dicembre 1925. Si ebbe cioè durante il mese un miglioramento complessivo di 500 milioni.

I prodotti che, fra le importazioni presentarono durante l'anno le maggiori contrazioni furono i seguenti: prodotti animali e agrari 420 milioni, metalli 107 milioni, materie tessili 109 milioni, pelli 14 milioni, ecc. Aumentarono invece le importazioni di carbon fossile per 179 milioni, olii minerali per 126 milioni, legno per 102 milioni, macchine per 78 milioni, cellulosa per 34 milioni, ecc.

Fra le esportazioni diminuirono di 126 milioni i prodotti tessili (fra essi 297 milioni in meno di cotone, e 11 milioni di lana, mentre aumentò di 156 milioni la seta e di 26 milioni la canapa). I prodotti animali e agrari diminuirono di 84 milioni, ecc. Aumentarono invece le esportazioni di automobili per 28 milioni, di pelli per 27 milioni, di marmo per 26 milioni, di prodotti chimici per 25 milioni, di capelli per 23 milioni, di mercurio per 21 milioni, ecc.

Le cifre riportate stanno a dimostrare che le nostre industrie per quanto risentano parzialmente di un periodo di crisi sono tuttavia ben sane e robuste. Anche il movimento della disoccupazione lo conferma. A fine novembre si contavano in Italia 148.821 operai disoccupati e 6618 a disoccupazione parziale, mentre ve ne erano un mezzo milione totalmente disoccupato e 300.000 parzialmente, in Germania; oltre 1.700.000 in Inghilterra, ad esclusione dei minatori.

Il movimento della navigazione si è pure mantenuto intenso, segnando nel novembre un movimento complessivo di 22.811 navi nei nostri porti, delle quali 21.519 battevano bandiera italiana. I viaggiatori sbarcati nei porti durante il 1926 furono 17.000, dei quali più di 86.000 stranieri.

Nel nostro massimo porto, a Genova, si sbarcarono durante l'anno complessivamente 6.164.788 tonnellate di merci e se ne imbarcarono circa 900.000. Nelle merci in arrivo predomina come sempre il carbone per 2.692.654 tonnellate. Si risentirono gli effetti dello sciopero inglese perchè gli arrivi di carbone dall'Inghilterra diminuirono di ben 1.291.890 tonnellate. Il movimento complessivo del porto riuscì perciò inferiore a quello dell'anno 1925: tuttavia la diminuzione fu di sole 600.000 tonnellate, ossia di meno della metà della contrazione dovuta agli avvenimenti minerari inglesi.

\*

Il mercato borsistico sembra finalmente scuotersi dal torpore che da lunghi mesi lo aveva invaso in modo che pareva invincibile. La ripresa degli affari si è delineata nettamente durante il mese di gennaio e si è andata gradatamente sviluppando tanto che quasi tutta la quota segna progressi, in qualche caso notevoli. Il volume degli affari è andato aumentando e l'intonazione ottimistica, pur tra le immancabili incertezze, sembra destinata a mantenersi. Il nuovo anno si è aperto sotto auspici felici che contrastano singolarmente col grigiore della chiusura precedente.

I titoli di Stato furono in particolar modo oggetto dell'ottimismo imperante nelle Borse. A tale fatto non furono certamente estranee le buone notizie sull'esito del nuovo prestito. Abbiamo visto così la Rendita, che era caduta sotto il 60, risollevarsi di quasi cinque punti, ed il Consolidato analogamente dalla quotazione di 74 risalire a quella di 82,50.

Animatissimi furono i titoli bancari, alcuni dei quali segnano delle rilevanti plusvalenze. Le Banca d'Italia che erano scese fino a 1700, alla fine di dicembre, arrivano a superare il 2700; le Commerciali da 910 passano a 1190; le Credito, da 600 a 830 e così via.

Generale e sensibilissimo il progredire dei titoli tessili. Le Cantoni generalmente così favorite, beneficiano relativamente meno degli altri titoli. In particolare le Sete artificiali progrediscono notevolmente: le Snia da 120 in fine dicembre volano a 250, le Varedo da circa 70 si rialzano a sfiorare il 100.

Molto movimentati anche i titoli meccanici e metallurgici fra i quali in prima linea le Fiat. I titoli dei trasporti seguono pure l'andamento generale del mercato progredendo di parecchi punti. In aumento gli alimentari e, in misura ancora più sensibile, gli immobiliari. Ben tenuti anche i titoli di esportazione.

Anche gli elettrici beneficiano largamente delle buone disposizioni del mercato.

RENATO SAN NICOLÒ.

\*

### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di gennaio 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	511	524	598
Conti . . . . .	250	—	—	—
Vizzola . . . . .	500	699	782	940
Bresciana . . . . .	100	195	202	224
Adamello . . . . .	200	203	209	235
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	85	87	100
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	240	260	260
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	—	277	297
Adriatica . . . . .	100	173	187	201
Negri . . . . .	100	200	203	220
Ligure Toscana . . . . .	200	247	250	280
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	110	103	124
Elettrica Brioschi . . . . .	250	355	410	405
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	38	38	43
Idroelettrica Trezzo . . . . .	250	355	375	383
Elettrica Valdarno . . . . .	100	121	120	131
Tirso . . . . .	250	175	180	188
Terni . . . . .	400	368	393	444
Elettriche Meridionali . . . . .	250	248	252	270
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	123	132	165
Dinamo . . . . .	100	111	108	116

\*

### Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di gennaio 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

#### COMBUSTIBILI

<i>Carboni da vapore</i>			
Cardiff primario . . . . .	L. 260,—	a L. 265,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—
Americano . . . . .	240,—	250,—	—
Slesia . . . . .	240,—	245,—	—
Sarre . . . . .	235,—	240,—	—
<i>Antraciti</i>			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	400,—	410,—	—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	400,—	410,—	—
<i>Coke</i>			
Coke da gas nazionale . . . . .	400,—	—,—	—
Coke da gas inglese . . . . .	—,—	—,—	—
Coke metallurgico inglese o italiano di Savona . . . . .	330,—	335,—	—
Petrolio . . . . .	265,—	315,—	al quint.
<i>Nafta</i>			
Per Diesel . . . . .	535,—	565,—	alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,—	530,—	—
Benzina in fusti . . . . .	380,—	440,—	al quint.

#### METALLI

<i>Ghisa</i>			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 870,—	a L. 880,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3 . . . . .	730,—	740,—	—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	660,—	670,—	—
<i>Ferro</i>			
Laminato omogeneo . . . . .	127,50	—,—	al quint.
Poutrelles . . . . .	122,50	—,—	—
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	135,—	—,—	—
Tubi per gas . . . . .	270,—	280,—	—
<i>Acciaio</i>			
Rapido per utensili . . . . .	2000,—	5300,—	—
Martin resist. 50-70 . . . . .	210,—	270,—	—
<i>Rame</i>			
Elettrolitico . . . . .	785,—	805,—	—
In fogli comune . . . . .	1150,—	1160,—	—
In barre tonde e quadre . . . . .	1090,—	1110,—	—
Stagno in pani . . . . .	3550,—	3600,—	—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	440,—	460,—	—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	360,—	370,—	—
Antimonio in pani . . . . .	860,—	880,—	—
Ottone in barre . . . . .	775,—	790,—	—

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

CORRADO RUGGIERO. — *Utilizzazione delle acque per irrigazione.* — Casa Editrice Dott. A. Milani. — Padova, 1926, pag. 494 - prezzo Lire 50.

L'importanza veramente nazionale, del problema della irrigazione è sempre più sentita in Italia ed investe anche l'industria idroelettrica colla nuova concezione degli impianti studiati al doppio scopo della produzione di forza motrice e dell'utilizzazione dell'acqua per scopi agricoli.

Il volume che presentiamo troverà quindi larga accoglienza fra i tecnici, tanto più che i suoi meriti intrinseci lo rendono veramente di ciò meritevole.

L'A. ha trattato completamente l'argomento sia sotto l'aspetto tecnico che sotto quello economico e legislativo.

Nel volume è raccolta una quantità ingente di dati e di risultati di esperienze e di esercizio di impianti di irrigazione sia in Italia che all'estero, così da riuscire una fonte preziosa di notizie e di valori numerici che difficilmente potrebbero essere altrove rintracciati.

La veste tipografica molto dignitosa, l'abbondanza delle illustrazioni e una ricca bibliografia accrescono pregio al volume.

\*

*Relais - Funzionamento ed applicazioni.*

La Compagnia Generale di Eletticità di Milano ha pubblicato in occasione del recente Congresso di Brescia dell'A.E.I., una elegante monografia sulle applicazioni dei relais negli impianti elettrici. La pubblicazione rispecchia essenzialmente lo stato attuale della tecnica americana in questo campo; è noto infatti che il problema dell'impiego dei relais è stato particolarmente studiato in America dove si sono sviluppati tipi e complessi di apparecchi adatti alle più diverse condizioni di funzionamento e di installazione. La monografia della Compagnia Generale presenta e descrive in modo chiaro e succinto coll'ausilio di molti nitidi schemi, oltre un centinaio di tipi di installazione, mettendo in luce per ciascuno di essi le caratteristiche e le condizioni che ne rendono opportuna l'applicazione.

\*

*Die Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung der Schweiz.* - (Zurigo, M. Fenner - Prezzo 10 franchi sviz.).

Questa monografia pubblicata in occasione della Esposizione di Basilea, raccoglie in un quadro sintetico quanto è stato fatto nella Svizzera per la navigazione interna e per lo sfruttamento delle energie idrauliche. L'importanza assunta nel vicino Stato, dall'industria idroelettrica è ben nota, come è noto l'alto grado raggiunto in questo campo dalla tecnica Svizzera. Il volume in parola costituisce di tutto ciò una valida documentazione. Dopo una compendiosa esposizione statistica generale, vengono descritti nelle loro linee più caratteristiche ed importanti i principali impianti svizzeri, le fabbriche di macchinario idraulico, i lavori di elettrificazione ferroviaria, le sistemazioni fluviali compiute, ecc. Il volume racchiude una grande quantità di notizie, e sarà certamente letto con alto interesse dai tecnici.

\*

A. SCHOENBERG - E. GLUNK. — *Landeselektrizitätswerke.* — Monaco, R. Oldenbourg, 1926, pag. 400. — Prezzo marchi 26.

Gli AA. hanno raccolto in questo volume il risultato della loro lunga pratica di ingegneri progettisti e costruttori di impianti elettrici. Ciò dona al libro un singolare valore di esperienza vissuta mentre d'altra parte imprime ad esso una particolare impronta che rispecchia le direttive dominanti nella tecnica tedesca in fatto di impianti elettrici.

I numerosi esempi di installazioni, di impianti, di reti, ecc., che sono riportati, vengono infatti sempre presi dagli AA. fra le costruzioni eseguite in Germania. Uno dei pregi del libro è anzi proprio quello di fornire una ricca messe di notizie di ogni genere sugli impianti elettrici tedeschi.

Senza addentrarsi nei dettagli costruttivi degli impianti, gli AA. trattano specialmente i problemi generali e fondamentali dell'industria elettrica, soffermandosi sulle considerazioni di convenienza economica, sui concetti direttivi nella scelta e nella organizzazione degli impianti, sulla migliore distribuzione delle centrali produttrici rispetto alle reti servite, ecc.

Il libro tratta sia degli impianti termici che di quelli idraulici, sempre però attenendosi alle caratteristiche principali e fondamentali di esse; senza entrare in particolari, riesce tuttavia a dare con chiarezza e precisione le notizie più importanti che presiedono alla collocazione degli uni e degli altri.

Nel complesso il libro si può dire che si scosti alquanto dai molti altri trattati analoghi sullo stesso argomento, ed esso potrà certamente riuscire interessante ai tecnici che abbiano la responsabilità della direzione di grandi impianti elettrici.

\*

I. FISCHER HINNEN. — *L'Electrotechnique des praticiens.* — Parigi, Dunod, 1926, pag. 620.

Il libro del compianto tecnico svizzero, ora presentato nella traduzione francese, si distingue dai molti altri trattati analoghi per peculiari sue caratteristiche. Non si tratta infatti nè di un libro puramente empirico o descrittivo destinato a degli operai o a dei tecnici di grado inferiore, e neppure di un trattato puramente teorico riservato allo studio scientifico delle leggi dell'elettrotecnica.

L'A. con abilità tutta personale, frutto dell'attività per molti anni divisa fra la scuola e l'officina, molto felicemente contempera l'esposizione teorica dei principi e delle leggi, colla loro traduzione nella pratica applicazione delle calcolazioni di officina o di laboratorio.

Il libro riesce quindi singolarmente completo ed utile alla formazione di una soda cultura elettrotecnica e di una agile capacità di realizzazione pratica. I numerosi esempi numerici svolti nel volume facilitano la comprensione dei principi teorici mentre ne chiariscono la reale portata e le conseguenze nella tecnica.

L'opera del Fischer può certamente riuscire utile a tutti coloro che debbono formarsi una cultura elettrotecnica per le proprie applicazioni professionali.

\*

RZIHA et SEIDENER. — *Manuel de l'Ingénieur Electricien.* — Parigi - Ch. Béranger, 1926, vol. 2°. — Prezzo fr. 180.

Questa traduzione francese viene opportunamente a mettere a disposizione di una più larga schiera di tecnici il pregevole manuale di elettrotecnica, l'edizione tedesca del quale ha già raggiunta la sesta edizione.

Nelle duemila pagine circa, di fitta composizione, che compongono i due volumi dell'opera, si trovano raccolte tutte quelle notizie e quei dati che possono occorrere nella pratica professionale dell'ingegnere che si occupi di elettrotecnica e dei campi affini della scienza e della tecnica.

E' naturalmente impossibile dare comunque una idea del contenuto di un'opera di simile impostazione; crediamo tuttavia di non esagerare, asserendo che questo manuale è, nel suo genere, uno dei più completi.

La redazione di esso è condotta con criteri più larghi di quello che non si usi fare nei manuali di consultazione. Infatti nei diversi argomenti sono quasi sempre riportati i fondamenti teorici delle formule o delle costruzioni grafiche proposte, o dei metodi descritti. Ciò permette di fare uso del manuale con più completo discernimento e mette in grado chi lo compulsa di richiamare brevemente e chiaramente alla memoria le cognizioni fondamentali relative alla questione che in quel momento lo occupa.

Il manuale è arricchito da molte figure, da numerosi grafici e da abbondanti tabelle numeriche. Là dove è necessario o più opportuno, viene fatto uso, con moderata larghezza, anche della trattazione matematica.

La materia trattata non si limita strettamente alla elettrotecnica ma si estende anche agli argomenti che con essa hanno attinenza, come ad esempio quanto riguarda le installazioni idrauliche e gli impianti di produzione di vapore.

Nel complesso quindi, un libro molto raccomandabile e che merita di trovare l'arga diffusione fra i tecnici.

\*

G. S. MEYER. — *Anleitung zur Entwicklung elektrischer Starkstromschaltungen.* — Berlino - J. Springer, 1926, pag. 159 - Marchi 12.

Il libro considera le idee fondamentali che devono guidare l'ingegnere elettrotecnico nella scelta del tipo di circuito più adatto per ogni speciale esigenza dei servizi elettrici. Basta questo per comprendere la utilità grande che il libro può avere per molti tecnici, specialmente se non specializzati, i quali debbono occuparsi di installazioni elettriche.

L'A. avverte che non ha inteso di dare degli schemi fissi che possano essere considerati come delle normali; giustamente avverte che ciò non sarebbe stato possibile. Egli ha inteso soltanto di fissare e chiarire i concetti fondamentali illustrandoli con molti esempi, lasciando a chi deve applicarli di farne caso per caso quell'uso che la personale esperienza e le necessità contingenti possano consigliare.

I diversi tipi di circuiti sono esposti sistematicamente, da quelli più semplici per inserzione di pure resistenze, a quelli più complessi per inserzione di macchine in parallelo, ecc.

Il modo di esposizione è chiaro e facile, puramente descrittivo, pur introducendo a luogo opportuno le necessarie considerazioni tecniche. Il libro riesce quindi di immediata utilità pratica.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani (\*)

- N. 220931 — FERRARI A. A.: Motore elettrico a campo rotativo a dischi. — 4-5-1923.  
 N. 209819 — FORGIARINI V.: Dispositivo per produzione di corrente alternata senza magneti. — 29-4-1922.  
 N. 200849 — GIARETTA G.: Connessione per presa di corrente. — 25-7-1921.  
 N. 209063 — HECKELE J.: Trasformatore con rapporto variabile di tensione. — 30-5-1922.  
 N. 209948 — HETTINGER J. e C. A. VANDERVELL et Cy Ltd.: Perfezionamenti relativi alla registrazione fotografica di segnali elettrici. — 10-5-1922.  
 N. 168509 — JUNGNER E. W.: Perfezionamenti nelle batterie galvaniche primarie ad elettrolito inalterabile. — 5-8-1921.  
 N. 209705 — KAUPMANN H.: Macchina elettrica. — 25-4-1922.  
 N. 209699 — KOCH e STERZEL: Trasformatore di corrente. — 24-4-1922.  
 N. 230875 — KONTAKT A. G. FABRIK ELEKTROTECHN. SPEZIAL-ARTIKEL: Interruttore rotativo con coperchio metallico. — 23-5-1924.  
 N. 230876 — La stessa: Presa a spina con coperchio metallico. — 23-5-1924.  
 N. 230734 — LAKHOVSKY G.: Perfezionamenti agli apparecchi di ricezione e di trasmissione dei suoni. — 21-5-1924.  
 N. 174193 — LEITNER H., e EXLEY W. H.: Innovazioni nella fabbricazione di accumulatori elettrici. — 18-4-1919.  
 N. 236619 — LEVY M.: Motore sincrono. — 30-4-1924.  
 N. 230616 — LORTON P. M. & FOUGA J. L.: Dispositivo per conduttore elettrico aereo. — 30-4-1924.  
 N. 239169 — LOTTER T.: Apparecchio per fissare sopporti ad alberi e simili. — 31-3-1924.  
 N. 209824 — LUMA WERKE (Soc. An.): Casseta elettromagnetica per regolatore di tensione ed interruttore automatico. — 3-4-1922.  
 N. 226342 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Co. Ltd.: Condensatore elettrico variabile. — 11-12-1923.  
 N. 206267 — MARENGO A.: Regolatore di corrente per apparecchi termoelettrici. — 21-12-1921.  
 N. 230611 — MASCHINENFABRIK OERLIKON: Dispositivo di fissaggio dei pezzi polari sui rotori di macchine elettriche. — 24-5-1924.  
 N. 209686 — LA METALLURGIQUE ELECTRIQUE: Relais électrique. — 20-4-1922.  
 N. 210062 — MIDALI N.: Motore elettrico a corrente continua o alternata. — 20-5-1922.  
 N. 230657 — MIDULLA B.: Nucleo di polvere magnetica per macchine elettriche. — 5-5-1924.  
 N. 209724 — MIRONE E.: Raddrizzatore di corrente alternata. — 28-4-1922.  
 N. 195621 — MORGAN CRUCIBLE Cy Ltd.: Innovazioni nelle o relative alle spazzole di carbone per macchine dinamo-elettriche. — 22-2-1921.  
 N. 228911 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOELAMPENFABRIKEN: Processo per generare un'emissione di elettroni secondari in tubi di scarica e tubi di scarica più specialmente destinati a realizzare detto processo. — 13-3-1924.  
 N. 230276 — La stessa: Catodi incandescenti per tubi di scarica e processo specialmente applicabile alla loro attuazione. — 1-5-1924.  
 N. 210083 — OFFIDANI G.: Sistema Offidani per la protezione dei cavi telegrafici connessi con le linee aeree. — 24-5-1922.  
 N. 184179 — PEARSON G. C. e SOC. JOHNSON and PHILIPS Ltd.: Perfectionnements apportés aux câbles téléphoniques. — 7-4-1920.  
 N. 208037 — PELLEGRINO A.: Convertitore « Pellegrino » di correnti alternate monofasi e polifasi. — 16-3-1922.  
 N. 210047 — PERSSON M. A.: Presa elettrica a spine. — 20-5-1922.  
 N. 210084 — PHYSIKALISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT JENA: Procedimento per il disaccoppiamento di due o più circuiti elettrici di oscillazione. — 24-5-1922.  
 N. 210094 — PIRELLI & C. (Soc.): Condensatore elettrico in forma di cavo. — 24-5-1922.  
 N. 230908 — La stessa: Compressore elastico per cavi elettrici di energia. — 27-5-1924.  
 N. 209732 — POZZI e MAZZOLA D. (Soc. An.): Sistema di posa in opera di canalizzazioni di protezione per cavi elettrici « Sistema Mazzola ». — 29-4-1922.  
 N. 209733 — La stessa: Processo ceramico impermeabile per canalizzazioni di cavi elettrici. — 29-4-1922.  
 N. 188422 — THE RELAY AUTOMATIC TELEPHONE Cy. Ltd.: Perfezionamenti negli apparecchi termostatici. — 21-7-1920.  
 N. 230601 — RICCHIARDI C.: Nuovo dispositivo di triodo a filamento ricambiabile. — 16-5-1924.  
 N. 173976 — ROBINSON J.: Dispositif pour trouver la direction des ondes hertziennes. — 27-5-1919.  
 N. 230891 — ROLLI B.: Valvola di sicurezza per eccessi di amperaggio per impianti elettrici. — 24-5-1924.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.  
 (N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Rielezione della Segreteria Generale.

Il giorno 3 febbraio nella Sede Centrale si sono riuniti per delega del Presidente Generale:

il Presidente della Sezione di Milano e per esso il Segretario Ing. Lustig;

il Redattore Capo dell'« Elettrotecnica », Prof. Barbagelata;

il Segretario Generale Ing. Comboni.

i Soci Ingg. Carlo Galamini, Ing. Eugenio Gnesutta;

ed hanno proceduto allo scrutinio delle schede per le elezioni della Segreteria generale pel triennio 1927-29 pervenute dai singoli membri del Consiglio Generale che hanno partecipato alla votazione.

I risultati sono i seguenti:

Membri del Consiglio Generale	N. 134
Votanti	» 81

Votazione per le cariche:

Segretario Generale . . . . . voti 81 a Ing. Giuseppe Comboni

Segretario della Presidenza . . . . . » 81 a » Nizza Fernando

Vice Segretario Generale . . . . . » 81 a » Pugno Vanoni Enzo

che restano così eletti pel triennio 1927-29.

p. Il Presidente della Sezione di Milano: *fr.* Ing. Lustig.

Il Redattore Capo: . . . . . » Prof. Barbagelata.

Il Segretario Generale: . . . . . » Ing. Comboni.

I Soci: . . . . . { » Ing. Galamini.

» Ing. Gnesutta.

\* \*

### Echi dell'Esposizione di Basilea.

Della partecipazione della A. E. I. alla Esposizione Internazionale per la Navigazione Interna e per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche, tenutasi nella estate scorsa, a Basilea, si è data altra volta notizia in questo Giornale.

Siamo lieti oggi di comunicare ai Soci che il Governo del Cantone di Basilea ha voluto dare alla nostra Associazione una manifestazione tangibile del compiacimento suscitato dalla partecipazione dell'A. E. I. alla Esposizione.

La nostra Sede Centrale ha infatti ricevuto in questi giorni il diploma che qui riproduciamo.

### Confederazione Svizzera - Cantone di Basilea - Città.

*Governo e Popolo del Cantone di Basilea - Città  
esprimono la loro più viva riconoscenza*

All'Associazione Elettrotecnica Italiana - Milano

per la sollecita e premurosa partecipazione alla *Esposizione Internazionale per la Navigazione interna e l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche, Basilea 1926* e per tutto l'interessante ed istruttivo materiale esposto. Si augurano inoltre che l'Esposizione Internazionale di Basilea abbia notevolmente contribuito a porre sempre più in valore l'importanza dello sfruttamento delle acque, sia per la navigazione interna, che per la produzione di energia elettrica; ed in segno della loro gratitudine ed a ricordo dell'avvenimento rilasciano il presente attestato.

Basilea, 1 Novembre 1926.

In nome del Governo del Cantone di Basilea-Città

Il Presidente

Il Segretario

(firme illeggibili).

\* \*

### Personalia

Il Socio Ing. Arturo Ferrario, procuratore della Società Edison, ha lasciato questa Società perchè nominato Direttore della S. A. Tramvie Elettriche Bresciane.

\* \*

### Necrologia

La Sezione di Bologna comunica la perdita del proprio Socio Sig. Giuseppe Sabattini.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### L'opera di Volta.

E' ormai pronto per la spedizione il bel volume col quale l'A. E. I. ha voluto rendere omaggio al grande Italiano nel centenario della sua morte. Si tratta, come già dicemmo, di un volume di oltre 500 pagine, che riassume la grande edizione nazionale delle opere di Volta, riproducendone integralmente le più caratteristiche.

In un periodo come questo, in cui si tende giustamente a valorizzare tutto ciò che è italiano, la nuova pubblicazione dovrebbe figurare nella biblioteca di ogni cultore dell'elettrotecnica. Rammentiamo ai consoci che essi possono averla al prezzo quasi derisorio di venticinque lire prenotandosi mediante le cedole di sottoscrizione libraria diramata in questi giorni dall'Ufficio Centrale. Ma siamo certi che non occorreranno raccomandazioni per assicurare alla nuova pubblicazione dell'A. E. I. il successo che essa si merita per sé stessa, indipendentemente dal significato morale che può avere la sua diffusione a migliaia e migliaia di copie.

### Problemi di illuminazione.

A seguito di quella campagna per una più intensa ma soprattutto per una più razionale illuminazione, così brillantemente iniziata nel Congresso di Spezia del 1925, l'Ing. CLERICI ha recentemente tenuto alla Sezione di Milano una nuova comunicazione di cui diamo oggi il testo. E non v'ha dubbio che la campagna abbia già dato qualche risultato: basta percorrere di sera le vie principali delle nostre maggiori città per osservare come vadano continuamente aumentando di numero le vetrine bene illuminate, nelle quali si possono esaminare le merci in ogni loro particolare senza il fastidio della luce negli occhi. Certo la via da percorrere è ancora lunga nel campo dell'illuminazione pubblica come di quella privata; e ce ne può dare la misura il consumo medio di energia per luce per abitante in Italia paragonato con quello più alto già raggiunto in altri Paesi.

Ma è lecita la maggiore fiducia constatando l'interesse sempre maggiore che i problemi dell'illuminazione vanno acquistando fra i tecnici. Oggi stesso pubblichiamo anche una lettera dell'Ing. Peri, che opportunamente commenta un dato della comunicazione Clerici; e molte lettere ci sono ancora pervenute sulla questione del nome da dare alla tecnica della illuminazione. Prima di riassumerne il contenuto, abbiamo creduto di far parte ad un breve ed interessante scritto dell'Ing. DANESI, preparato per il Comitato Nazionale dell'Illuminazione, e da questo discusso il 16 gennaio scorso, dal quale trasse appunto origine la lettera dell'Ing. Clerici pubblicata il 25 gennaio scorso.

### La dinamo Ossanna.

Del nuovo tipo di dinamo che, mediante uno sdoppiamento dei poli, consente di regolare la tensione entro limiti estesissimi si è occupata più volte la stampa estera. Abbiamo perciò fatto posto volentieri ad uno scritto dell'Ing. TEDESCHI il quale riassume quanto di più saliente sulla nuova macchina è stato altrove pubblicato.

### Misura elettrica del riscaldamento delle macchine.

Data la sempre maggior diffusione dei rivelatori interni per il controllo sistematico del sovrariscaldamento sulle grandi macchine, riuscirà assai opportuna la nota dell'Ing. PETTENATI il quale riassume lo stato odierno delle cose nei riguardi della misura della temperatura nelle macchine elettriche.

LA REDAZIONE.

## □ L'ILLUMINAZIONE PUBBLICA NELLE GRANDI CITTÀ □ □ □ □ □

C. CLERICI

Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano  
l'11 gennaio 1927

Il problema della illuminazione delle strade è ormai uno di quelli che più interessano la generalità dei cittadini di tutte le grandi città del mondo.

A Milano il nuovo Podestà, non appena assunto all'alta carica, ha provveduto allo studio di esso nominando un Commissario fra i nostri colleghi e stanziando in bilancio somme più che doppie di quelle che figuravano in passato, perchè da ogni parte si chiedeva maggior *Luce*.

Pure in queste giorni arrivò dall'America la notizia della inaugurazione della nuova illuminazione della State Street di Chicago che è giudicata ultra-americana anche in America coi suoi 6600 Lumen per metro, che verrà poi spiegandovi cosa rappresentino in pratica; mi è parso quindi opportuno, d'accordo col nostro Presidente, di intrattenermi con un'amichevole conversazione per fare una rapida sintesi di tutto questo modernissimo movimento relativo alla illuminazione stradale, che, come ogni altro relativo all'illuminazione, ebbe speciale sviluppo negli S. U. d'America.

### Occorre una illuminazione stradale?

Se noi pensiamo che per decine di secoli l'Umanità che pure a ragione si riteneva molto progredita, ha fatto a meno della illuminazione stradale, poichè i primi tentativi non risalgono che alla fine del XVIII secolo, ci viene spontanea la domanda se essa sia proprio necessaria.

Fino a poco più di un secolo addietro, chi doveva uscire di sera — ed erano pochi — si facevano precedere da servi con torce o si portavano essi stessi delle lanterne. Pure pei veicoli o si facevano illuminare dai piè-veloci, lacchè celebri nella storia di Milano del '700, o si munivano di lanterne, proprio come dobbiamo fare anche noi nel XX secolo per le strade di campagna, ad onta di tutto il nostro progresso. Colla sostituzione poi dei veicoli a trazione animale con quelli meccanici più veloci crebbe la necessità di poter vedere sempre meglio ove si correva e, di conseguenza, l'arte della fanaleria fece rapidi progressi come lo provano i fari delle automobili moderne.

Ma appunto per questo che ognuno può oggi facilmente portar seco i mezzi per illuminare il proprio cammino, si potrebbe pensare che, a maggior ragione, che non nei secoli passati questa della illuminazione delle strade sia una faccenda da lasciar sbrigare ai singoli cittadini come il ripararsi dalla pioggia, per la quale non si pretende ancora ci pensi il Comune, come nel romanzo del Bellamy colla stesa istantanea di tende su tutte le vie.

Non credo valga la pena di una lunga discussione su questa pregiudiziale. Vi immaginate troppo bene come andrebbero le cose. Oltre che l'aspetto bizzarro dei cittadini trasformati tutti in altrettanti Diogeni, avremmo che ognuno si illuminerebbe a proprio vantaggio senza curarsi degli altri, proprio come gli automobilisti che nelle strade di campagna immobilizzano tutto l'altro traffico coll'abbagliamento dovuto ai loro



fari. E poi la spesa! Credete che i quasi 900 mila milanesi riuscirebbero a cavarsela con una media di due lire per persona all'anno quanto ne spese finora il Comune?

Ma veniamo invece ad esaminare i vantaggi apportati dalla illuminazione delle strade.

### Vantaggi della illuminazione stradale.

Risulta dalla storia che il primo movente che consigliò una illuminazione pubblica fu quello di rendere le strade sicure, nel senso di proteggere il cittadino dagli attacchi dei banditi. Ancor oggi è uno degli scopi principali ma non più il primo.

Oggi, data la tendenza a prolungare la vita attiva in tutte le sue forme per alcune ore della notte, tendenza che forse allo stato potenziale sarà esistita anche in passato, ma che allora non poteva svilupparsi per la quasi impossibilità di avere una illuminazione artificiale sufficiente alla esplicazione della attività umana, il traffico serale e notturno nelle strade è così aumentato che di per sé ha migliorato alquanto le condizioni della sicurezza relativamente agli attacchi, ma per contro ha dato un enorme rilievo al pericolo delle collisioni ed investimenti.

Da noi non abbiamo ancora statistiche esatte sugli accidenti stradali che, purtroppo, vanno aumentando di anno in anno in maniera impressionante.

Nelle grandi metropoli europee gli accidenti di tale natura passano il centinaio al giorno e più in America. Purtroppo un tre a quattro per cento di tali accidenti ha esito letale. Sono quindi migliaia di vite perdute annualmente.

L'indagine su quanti di tali sinistri avvenisse nelle ore chiare e quanti nelle ore scure non era delle più facili, ma l'Engineering Department di Nela Park riuscì a discriminare gli accidenti di 31 città venendo a stabilire che la proporzione degli accidenti nelle ore scure è del 37 per cento del totale e procedendo in più minute analisi, tenendo conto di tutti gli elementi stabili che almeno il 17,16 degli accidenti occorsi nelle ore notturne era dovuto ad insufficienza di illuminazione stradale, così che in un anno nelle città considerate 567 vite umane sarebbero state conservate con una migliore illuminazione.

Naturalmente gli assicuratori americani hanno anche calcolato il valore pecuniario delle perdite per accidenti stradali venendo alla conclusione che circa *un miliardo e un quarto di lire* di perdite sono attribuibili alla insufficiente illuminazione, la quale d'altra parte costa agli Stati Uniti nel suo complesso meno di un miliardo all'anno.

Su questo argomento è notevole rilevare che si comincia a far risalire le responsabilità degli accidenti ai pubblici poteri. A San Francisco, essendo rimasta uccisa una donna in un angolo oscuro, i giurati mandarono assolto lo chauffeur e condannarono la Commissione Municipale della Illuminazione.

Il nostro Egregio consocio Commissario è quindi avvisato!

Dopo questi brevi accenni, mi pare evidente che si debba assegnare il primo posto tra gli scopi della illuminazione pubblica alla prevenzione delle collisioni.

Però il secondo ed il terzo posto spettano senza dubbio alla prevenzione degli accidenti dovuti alla malvagità degli uomini — *Homo homini lupus* — cioè agli assalti delle persone e veicoli ed ai furti con scasso. Si comprende come tali disoneste attività sieno favorite dalle tenebre che non permettono alla vittima di prevedere il pericolo che la minaccia e favoriscono poi la fuga del delinquente. Se occorressero dati di fatto per convincere di questa evidente benefica funzione della illuminazione stradale, potrei citare il noto fatto di Chicago, ove durante la guerra per economizzare carbone, da vendere caro all'Europa, avevano pensato di ridurre l'illuminazione pubblica.

Il risultato dell'esperimento è ben caratterizzato dalle Manchettes dei grandi giornali di quei tempi che suonano così:

*L'elettricità policeman silenzioso.*

*Chicago oscura — Banditi affaccendati.*

*Trentadue aggressioni, furti ed altri molti delitti in due giorni.*

*L'automobile del Sindaco rubata.*

*L'illuminazione stradale spenta per economizzare carbone. Riaccesa per economizzare cittadini.*

Esse sono molto eloquenti, tanto più che non consta l'auto del Sindaco sia stata fatta rubare dalla Società Elettrica o dai fabbricanti di lampade.

Altro esempio positivo è quello di Cleveland, ove constatarono che il 90 per cento dei crimini stradali, per così dire,

avveniva dopo il tramonto e di essi il 17 per cento in una certa zona cittadina, che si decise di meglio illuminare.

Nel corrispondente periodo dell'anno successivo, alla nuova illuminazione i crimini, in detta zona, che comprendeva l'1 per cento della lunghezza totale delle strade, diminuirono dell'8 per cento, mentre nel resto della città aumentarono del 54 per cento, il che vuol dire, che se la stessa proporzione si fosse mantenuta anche nella zona studiata, l'illuminazione più abbondante avrebbe evitato il 60 per cento dei crimini.

Ma il compito dell'illuminazione stradale non si limita a quello di rendere sicure le strade. In una strada illuminata si possono evitare gli ostacoli accidentali quali pietre smosse od oggetti deposti sul pavimento.

Nelle strade illuminate si possono riconoscere gli oggetti e soprattutto le persone. Si può evitare di inzaccherarsi quando piove, si ha un senso più elevato di sicurezza che permette movimenti decisi, e se la illuminazione è ben studiata e relativamente uniforme, si evita la fatica dell'occhio che deve continuamente lavorare per adattarsi alle diverse intensità.

La illuminazione stradale va quindi studiata in modo da soddisfare a questi scopi.

Ma lo studio della illuminazione razionale richiede che prima ci si renda conto del modo con cui essa può servirci.

Noi diciamo che essa deve servire a fare *vedere* veicoli, persone male intenzionate, oggetti, ostacoli, pozzanghere, ecc.

### Modi di percezione nelle strade di notte.

Questa parola *vedere* è troppo genericamente usata.

L'atto di vedere, cioè la visione è esattamente quel fenomeno per cui i raggi provenienti da un oggetto illuminato a sufficienza, penetrando nell'occhio, formano sulla retina una immagine dell'oggetto di splendore abbastanza grande per eccitare bastoncini e conetti che trasmettono al cervello la sensazione che ci dà la percezione esatta dell'oggetto e dei suoi particolari.

Ma quando la illuminazione è scarsa, la visione come sopra spiegata può compiersi in maniera incompleta od in parte mancare eppure anche in questo caso noi possiamo essere avvisati della presenza di oggetti nel campo visivo.

Forse la vostra attenzione non si è mai soffermata su questi comunissimi fenomeni ma se ora vi porrete mente capirete la loro importanza.

Per esempio in strade poco illuminate e senza negozi, di sera, voi vi accorgete benissimo che una persona vi precede e molto spesso potrete darne molti connotati, ma se ben indagate circa la vostra sensazione, vi accorgete che voi non vedete la persona che vi precede. Voi vedete il pavimento della strada se secco e chiaro o vedete un edificio di fronte e li vedete nel vero senso come definito cioè coi loro particolari, connessione delle pietre, modanature, ecc. Ma per una certa porzione la visione del pavimento e del fabbricato vi manca perchè tra essi ed il vostro occhio è interposta la persona che vi precede, che supponiamo vestita di scuro ed in tal posizione rispetto alle lampade che non vi rimandi alcuna luce sensibile al vostro occhio.

Voi quindi subite un'eclissi di pavimento o di facciata dovuta alla persona che vi precede. Ma questa eclissi è così ben delimitata dai contorni della persona che il vostro cervello su questa indicazione dei contorni, lavorando di memoria e di intuizione, ricostruisce parecchi dei particolari abituali comuni alle persone e che voi credete di vedere.

Questo importantissimo modo di percepire oggetti che non possono essere percepiti per visione dovuta ad illuminazione si può chiamare con parola internazionale, percezione per *silhouette*.

Ma se la persona vi segue anzichè precedervi o se sta per sbucare da una strada che incrocia la vostra, voi non potete percepire la sua presenza nè per visione nè per silhouette, ma potete vedere la sua ombra sul pavimento o sul muro. Ed il nostro cervello è così mirabile servitore che sulla indicazione di un'ombra di solito deformata ci dà un'impressione abbastanza esatta del corpo invisibile che l'ha prodotta.

E non è ancora tutto. La illuminazione può essere così scarsa o così disposta da non permetterci di vedere gli oggetti per illuminazione, nè farceli percepire per silhouette o per ombre eppure riusciamo ad accorgerci della loro presenza. Ad esempio, in una notte buia in una strada oscura voi distinguerete benissimo un luccichio in terra e non esitate a riconoscere una pozzanghera in cui si riflette una lontana lampada. Oppure vedete parecchi luccichii ad una certa altezza dal suolo in un

certo punto della strada e non esistete a riconoscere una automobile ben verniciata di cui non riuscite a vedere alcun particolare.

Siamo così venuti a rilevare con una facile indagine quali sono gli scopi assegnati alla illuminazione stradale e quali sono i modi in cui la illuminazione può raggiungerli; abbiamo quindi le basi per lo studio razionale del problema. Permettetemi di ripeterli, perchè ormai per gli studiosi del problema formano quasi dei canoni fondamentali su cui discutere. Eccoli:

#### Scopi della illuminazione stradale.

Protezione contro le collisioni;  
Protezione contro le aggressioni;  
Protezione contro gli scassi;  
Riconoscere persone ed oggetti;  
Evitare di inzaccherarsi;  
Più elevato senso di sicurezza;  
Evitare inutile fatica dell'occhio.

#### Modi di percezione nella strada.

Visione per illuminazione;  
Percezione per silhouette;  
Percezione per ombre;  
Percezione per luccichii.

I tre primi scopi riguardano la sicurezza nello stretto senso della parola, mentre gli altri 5 rappresentano dei vantaggi; c'è quindi una differenza di grado.

#### Classificazione delle strade.

Su questi concetti fondamentali si può avanzare di un passo nello studio del problema. Notiamo subito che i diversi modi di percezione servono in grado diverso ai diversi scopi.

Senza dilungarmi accennerò che se per evitare di farci investire da una automobile, ci basta di riconoscere la silhouette, poco ci gioverebbe se restiamo schiacciati di aver avuto la consolazione di poter conoscere esattamente in articulo mortis il numero, la marca, il colore della macchina che ci ha spedito all'altro mondo.

Per contro, per riconoscere le persone in modo certo, bisogna che ne vediamo il volto. E' così naturale che per 50 anni è diventato un luogo comune della letteratura amena francese l'appuntamento degli innamorati *sous le réverbère*.

Data la scarsa potenza luminosa dei fanali a gas, era l'unico punto dove si poteva essere sicuri di non scambiare una persona per un'altra, il che, in tal genere di trattative, è della massima importanza.

Per evitare di inzaccherarci, basta aver visto luccicare una pozzanghera.

E' però intuitivo che distinzioni nette non sono possibili. Anzi possiamo dire che quasi sempre tutti i modi di percezione concorrono anche in strade ben illuminate ed anche di giorno a darci la percezione del mondo esteriore.

Ma noi, quando la visione propriamente detta predomina, non ci occupiamo di indagnare quanta parte di percezione sia dovuta ai modi per così dire secondari. Vediamo e basta.

Quindi anche il problema della illuminazione stradale come il famoso nodo gordiano che, non sciolto, fu tagliato, e come altri problemi, invece che risolto potrebbe essere superato.

Così Chicago per la sua *State Street* ha superato il problema della illuminazione. Ci si vede come di giorno ed è superfluo parlarvi di silhouette di ombre e di luccichii. Ma vedremo dove ci porterebbe finanziariamente tale sistema.

Il problema quindi della illuminazione stradale diventa un problema dei minimi sufficienti per ottenere gli scopi accennati sfruttando tutti i modi di percezione che permettono di utilizzare un minimo di luce.

Quando però con queste premesse scendiamo a classificare le strade ci troviamo in seri imbarazzi.

Infatti gli imprudenti chauffeurs non usano informarci quali sieno le strade lungo le quali amano meglio schiacciare i pedoni e neppure i criminali ci usano la cortesia di mandarci il programma delle loro spedizioni nel qual caso, non per contraddire l'Illustre Sindaco di Chicago, io crederei più opportuno far trovare alle località prescelte dei carabinieri vivi anzichè delle lampadine accese.

Siamo quindi ridotti a congetture sulla importanza relativa degli scopi da raggiungere in ogni strada, supponendo i pericoli di collisioni proporzionali alla intensità del traffico e quelli di crimini inversamente ad essa e così via. Si tenta in

America di stabilire dei pesi diversi da dare ai vari scopi per ogni tipo di strada e si hanno anche tabelle per comporre detti pesi, ma praticamente per progettare l'illuminazione pubblica di una città, dovremo dividere all'ingrosso le sue strade in varie categorie, tenendo presente che gli incroci delle strade sono punti di speciale importanza da considerare in ogni caso come appartenenti ad una categoria superiore a quella delle strade che si incrociano.

Possiamo in questa classificazione tentare di partire da un minimo di bisogno di illuminazione; come per le vie eccentriche con case di abitazione e senza negozi.

E subito ci si para altra difficoltà. Se vi sono i marciapiedi, il bisogno minimo di luce è uguale per la carreggiata che sui marciapiedi? Certo che no. Sul marciapiede non vengono (o non dovrebbero venire) nè veicoli, nè biciclette, non vi sono pozzanghere, quindi basta certo meno luce, il che si può ottenere disponendo opportunamente le lampade ai bordi della carreggiata e munendole di opportuni rifrattori di cui dirò poi.

Se ora io chiedessi a voi qualche suggerimento sul minimo valore della illuminazione per le strade più eccentriche, raccoglierei una serie di indicazioni assai disperate, tanto è soggettivo il giudizio sulla illuminazione.

Se io limitassi la mia domanda a questa: Credete voi che per le strade alla periferia di una grande città, sia sufficiente una illuminazione pari a quella del plenilunio, io so già quale sarebbe l'esito del referendum all'incirca.

La metà di voi risponderebbe che tale illuminazione valutabile un quarto di *Lux* è sufficiente per evitare collisioni, per riconoscere le persone, per leggere i numeri delle porte e le tabelle di indicazioni, ecc. Ma un'altra metà circa direbbe che ci vuole almeno il doppio della illuminazione del plenilunio.

E perchè io ho previsto tale risultato? Perchè circa la metà degli Umani ha gli occhi astigmatici, cioè coi diversi diametri del bulbo oculare non uguali. Ora, l'occhio astigmatico, come ebbi già occasione di spiegarvi altra volta, ai bassi regimi di illuminazione è pigro nelle sue funzioni e gli occorre maggior luce per compiere lo stesso lavoro dell'occhio normale, mentre alle forti illuminazioni, la differenza di funzionamento diventa meno sentita.

Ecco perchè su un gran numero di persone circa una metà richiede ai bassi regimi più illuminazione che l'altra metà.

Ora tentiamo di accontentare anche gli astigmatici ed assumiamo il valore della illuminazione lunare come 50 per cento della illuminazione delle strade eccentriche che accontenta tutti.

Posto questo, vediamo se si è possibile avere un'idea dell'andamento del fenomeno illuminazione nei suoi effetti, secondo i nostri scopi, aumentando o diminuendo l'illuminazione intorno a questo punto centrale.

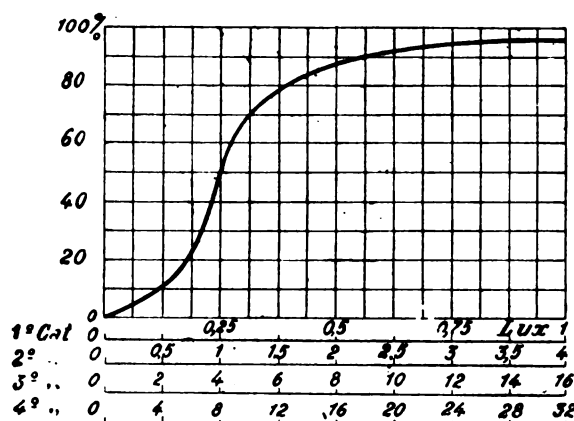


Fig. 1.

Tale studio fu condotto dal Sig. Arthur J. Sweet di Milwaukee il quale ha tracciato la curva che vi presento (fig. 1). Le ascisse rappresentano le illuminazioni in *Lux* e le ordinate il percento del massimo effetto utile richiesto, il quale massimo assoluto si avrebbe con un'illuminazione dell'ordine di quella diurna.

#### Curva effetti illuminazione.

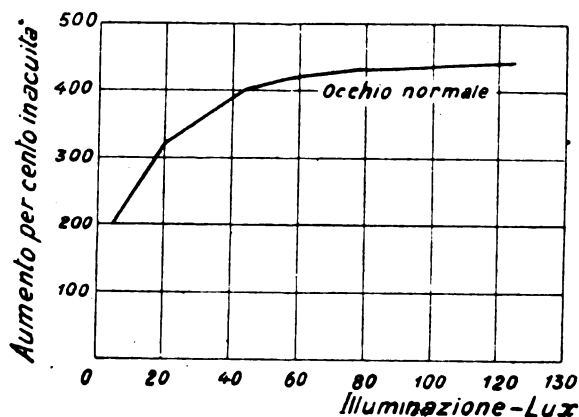
La curva dimostra che, mentre le minime illuminazioni danno un effetto utile quasi insignificante, avvicinandosi a quel valore arbitrariamente ma con qualche buon fondamento as-

sunto come 50 per cento del massimo l'effetto utile cresce rapidamente per ogni piccolo aumento nella illuminazione e così continua anche al di là di tale valore per un certo tratto ma poi crescendo l'illuminazione, la curva piega e tende per così dire a diventare asintotica alla linea del 100 per cento.

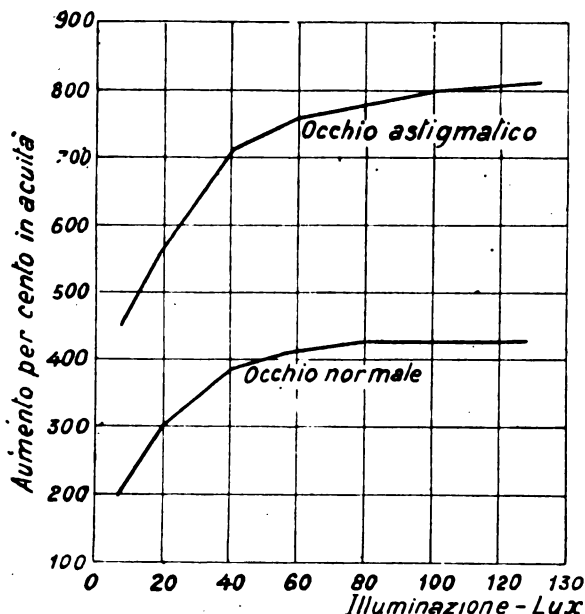
In altre parole, fatte certe ragionevoli assunzioni come scopi indispensabili da ottenere colla illuminazione in strade di poco traffico, essi scopi sono tutti già raggiunti con una illuminazione quattro volte superiore a quella del plenilunio. L'aumentare l'illuminazione migliorerà certo la visibilità ma non vi darà aumento sensibile di effetto utile nelle speciali condizioni della strada che consideriamo.

#### Acuità della visione

Una maggiore intensità di illuminazione dà luogo ad una maggiore acuità della visione.



Per acuità della visione si intende la capacità dell'occhio a distinguere dettagli fini.



Il vantaggio dell'acuità — con aumentata illuminazione — è maggiore per gli occhi astigmatici che per quelli normali.

L'esame di oltre 10.000 impiegati tanto in fabbriche che in case commerciali ha dimostrato che il 53 per cento ha una visione anormale. In queste prove venne usato un contrasto massimo di splendore: oggetti neri sulla carta bianca. È questa la condizione più favorevole per la maggiore intensità a bassa acuità di illuminazione.

Fig. 2.

Per spiegarmi alla buona dirò che, se nel tratto visibile della strada che consideriamo vi è una sola automobile in marcia e se con un Lux di illuminazione tutti quelli che hanno occhi l'hanno sicuramente potuta vedere e scansarsi, il mettere 100 o 100 mila Lux non ne farà vedere due; potrà rendere visibile la toilette od il sorriso della signora che viaggia nell'auto, ma siccome queste constatazioni non le abbiamo messe nelle nostre premesse, ma solo che si debba vedere abbastanza bene un semovente per non lasciarsi venire addosso, l'effetto utile non sarà praticamente aumentato dall'aumento di illuminazione.

Procedendo ad esaminare altre categorie di strade con medio traffico e traffico pesante è logico che dovremo premettere esigenze maggiori.

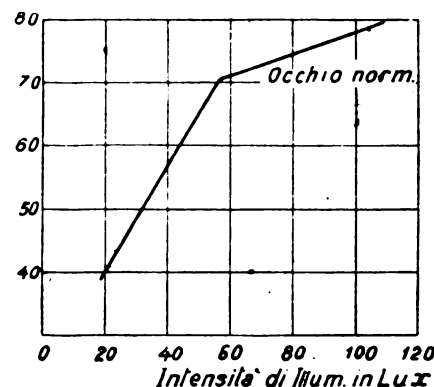
Più sono i veicoli e maggiore sarà la necessità di tenerne d'occhio parecchi contemporaneamente od a breve successione di tempo e quindi in proporzione cresce il bisogno dell'illuminazione, perchè, come vi ho spiegato altra volta col disco girante, con maggior luce l'occhio apprezza più rapidamente le successive posizioni di un mobile, cioè ne valuta meglio la velocità.

Così, un po' arbitrariamente, un po' per pratica, si è venuti a fissare un valore quadruplo di illuminazione per le strade di medio traffico in confronto a quello a traffico leggero ed ancora quadruplo del precedente per le strade di gran traffico.

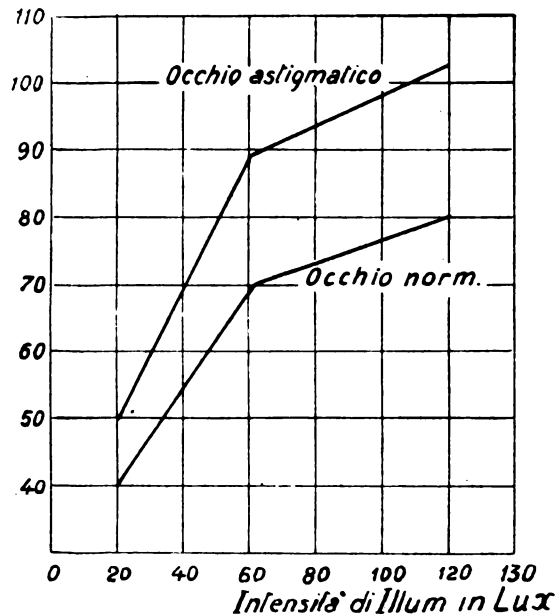
Per le intersezioni di strade si è come detto assunto il valore della categoria superiore e per la intersezione di strada di gran traffico il doppio di queste ultime, considerando la intersezione come una vera sovrapposizione delle due strade.

#### Velocità di accomodamento

Una maggiore intensità di illuminazione aumenta la velocità di accomodamento.



Per velocità di accomodamento s'intende la capacità dell'occhio a focalizzarsi su oggetti situati a diverse distanze.



In questo caso l'occhio astigmatico dimostra un miglioramento percentuale della percettibilità superiore a quella dell'occhio normale. Un contrasto di splendore molto forte fu impiegato in questa prova: Oggetti neri su fondo bianco.

Fig. 3.

Ma la curva dell'effetto utile non cambia e non è a sorprendersi.

Gira e rigira il problema in fatto di illuminazione, chi deve giudicare è sempre l'occhio ed esso è quel mirabile strumento donatoci dalla provvidenza che è quello che è e che l'Uomo non può cambiare. Ha un suo modo fisiologico di comportarsi che noi troveremo sempre indagando gli effetti della illuminazione.

Vi posso rapidamente far vedere le curve caratteristiche (fig. 2) che dimostrano come l'occhio ai bassi regimi di illuminazione è lento nel percepire gli oggetti, lento a focalizzare le immagini, facile a stancarsi.

Crescendo l'illuminazione, tutte le funzioni migliorano fino a un certo limite, oltre il quale il vantaggio della maggior luce è quasi insensibile.



### Curve funzioni dell'occhio.

Queste curve (fig. 3) vi spiegano l'andamento del diagramma precedente, poichè qualunque degli scopi della illuminazione, implicitamente richiede una funzione dell'occhio.

Non mi dilungo sul soggetto della classificazione delle strade e relativo bisogno di illuminazione perchè in parte intuitivi in parte irresolubili teoricamente ma solo col sussidio della pratica per analogia ad altre strade della cui illuminazione si è soddisfatti.

### Piani di riferimento.

Ho parlato di illuminazione in Lux e per un primo esame del problema ho inteso che tali Lux fossero misurabili sul pavimento stradale.

Si capisce però che in molti casi non è l'illuminazione del piano orizzontale che più interessa.

Le faccie della gente sono piuttosto in piani verticali.

Ora, se supponiamo le lampade poste così in alto da mandare raggi praticamente verticali su una strada di velluto nero, per quanto intense siano le lampade le faccie ci riusciranno sempre invisibili (salvo forse la punta del naso).

Quindi sorge il problema della illuminazione anche nel piano verticale trasversale o parallelo alla strada.

Basta accennare il problema per capire quanto c'è da divertirsi.

Date le lampade ed il loro così detto solido luminoso od in parole piane il modo di irraggiamento della loro luce, si possono fare le determinazioni per il punto in cui si trova l'osservatore e se questo non sta fermo, ripeterla per le successive posizioni od in altre parole per tutti i punti della strada per giungere a giudicare buona una disposizione che dia un rapporto tra l'illuminazione verticale e quella orizzontale in ogni punto prossimo all'unità e cattiva quella in cui tale rapporto dimostri un'eccessiva disuguaglianza di valori. Queste considerazioni del bisogno di luce in diversi piani, ha fatto sì che la misura in Lux dell'illuminazione è dai più abbandonata per le strade sostituendovi l'indicazione dei lumen per piede o metro corrente, supponendosi che il flusso luminoso destinato alla strada sia poi utilizzato nel modo più razionale.

### Illuminazione media, uniforme.

Nel parlare dei valori della illuminazione ho fin qui inteso valori medi perchè è evidente che soltanto il sole o la luna quando sono allo Zenit possono dare una illuminazione uniforme.

In qualunque modo disponiate delle lampade, è certo che presso la lampada si avrà una maggior illuminazione che non nei punti più distanti.

A rigore, parlando di illuminazioni minime che permettano di evitare pericoli, il fare delle medie è arrischiato se non si fissano dei valori massimi delle disuguaglianze.

Tra due individui di cui uno resta travolto da un'auto perchè non ha potuto discernerla ed un altro che l'ha schivata avendola vista perchè più vicino ad una lampada nella stessa strada, possiamo noi dire che sono due individui mezzo travolti? Chiedetelo a loro.

Comunque si fissino le tolleranze della disuguaglianza di illuminazione tra i massimi ed i minimi, e tanto più ristretti tanto meglio sarà, è essenziale che i minimi non sieno inferiori a certi limiti assoluti oltre i quali l'occhio non percepisce nulla od è troppo incerto.

Le forti disuguaglianze come si riscontrano spesso in impianti con lampade non munite di diffusori, ma solo coperte da un riflettore e montate a piccola altezza, talchè la strada appare come una serie di chiazze luminose in un mare di ombra, hanno un altro grave difetto che è quello di affaticare inutilmente l'occhio.

Per sua natura l'occhio tende ad adattarsi al livello di illuminazione che trova e ciò soprattutto col restringere od allargare la pupilla e con altre più complesse reazioni interne.

Quando uno cammina in una strada a chiazze luminose il suo occhio continua a lavorare per adattarsi alle condizioni di illuminazione continuamente variabili. E' una inutile fatica che conviene evitare.

### Abbagliamento.

Assai maggior fatica e più gravi pericoli per l'occhio e per la visione possono riscontrarsi quando vi è abbagliamento, cioè

quel fenomeno così difficile da definire ma che tutti sanno cosa è e che un inglese proponeva di definire come una luce fuori posto.

In una strada buia se vi viene incontro un'auto coi fari accesi e non riuscite più a distinguere che cosa sia nè a muovervi di un passo, vi rendete conto di uno dei massimi effetti e dei pericoli dell'abbagliamento.

In grado minore nelle strade voi non potrete mai evitarlo. Comunque disponiate le vostre lampade, non potrete mai celarle completamente alla vista, altrimenti non vi servirebbero ad illuminare. Se si potesse ottenere di avere tutto il traffico delle vie (veicoli e pedoni) unidirezionale, il problema evidentemente potrebbe essere risolto in pieno munendo ogni lampada di un riflettore tipo fari automobile.

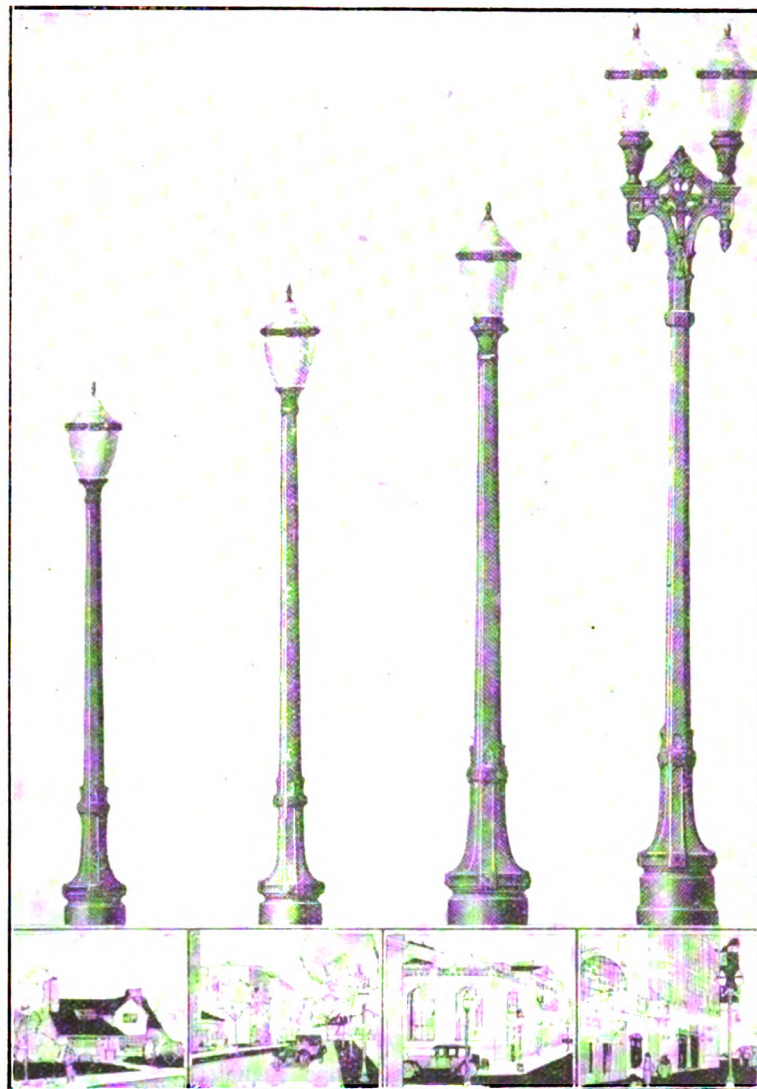


Fig. 4.

Impossibile fare qui la teoria dell'abbagliamento che però è minore quanto maggiore è l'angolo che il raggio fa all'occhio colla orizzontale.

Il che consiglia a tenere le lampade più alte che sia possibile.

Lo studio dei massimi splendori ammissibili nelle strade è dei più difficili. Praticamente l'effetto dell'abbagliamento inevitabile dovuto allo stesso impianto di illuminazione stradale è che bisogna elevare il livello di illuminazione giudicata sufficiente agli scopi quando non vi sia abbagliamento del 50 al 150 per cento per tener conto della diminuzione di visibilità dovuta appunto a tale fenomeno.

### Illuminazione delle strade dovuta ai negozi, ecc.

Non tutta l'illuminazione che abbiamo nelle strade di una grande città è dovuta alle lampade predisposte dal Comune. Ognuno può rendersi conto di qual rilevante contributo è fornito, non forse sempre per puro spirito di civismo dai privati, specie dai negozianti, notando la differenza di illuminazione dei giorni feriali in confronto dei festivi a botteghe chiuse.



E' certo un supplemento di illuminazione che aggiunge decoro alla città e quindi da incoraggiare.

Ma... sicuro ci sono dei ma!

Che il negoziante renda appariscente il suo negozio e illumini bene le sue merci in vetrina è affar suo, che per di più regali un po' della sua luce al pubblico è buona cosa, ma purchè la regali col dovuto garbo e non in malo modo. Intendo dire che la Commissione preposta alla illuminazione delle strade non può disinteressarsi della faccenda e deve dettare delle norme anche per questo. Certe lampade nelle vetrine od all'esterno dei negozi nude e collocate sotto il livello medio degli occhi dei passanti non devono essere tollerate. Sono fastidiose e pericolose.

L'occhio del passante ne risente una vera trafittura, un reale disturbo ed è abbagliato cosicchè non giudica più bene gli altri oggetti meno illuminati il che può essere causa di accidenti per i conduttori di veicoli e pei passanti.

gli Americani danno una importanza sempre maggiore all'estetica delle loro città, che non sempre collima coi gusti Europei, tendono ora a preparare dei candelabri dello stesso tipo ma di diverse dimensioni a seconda delle lampade che devono sopportare e delle località in cui devono essere installati.

Perchè il sistema a sospensione centrale è di più in più abbandonato ed infatti in strade sufficientemente larghe e con ampi marciapiedi il tipo a candelabri sull'orlo del marciapiede, opposti o sfalsati, può permettere una più uniforme distribuzione riducendo il pericolo dell'abbagliamento e dare un aspetto più simpatico alle città durante il giorno, e questo lato della questione non è da trascurare.

Il gruppo o famiglia dei vari candelabri è prima disegnato e presentato alle Commissioni artistiche e se approvato, se ne fa il modellino ed infine il campione al vero.

Eccovi una famiglia architettonica od artistica adottata dalla città di Lansing Michigan (fig. 4).

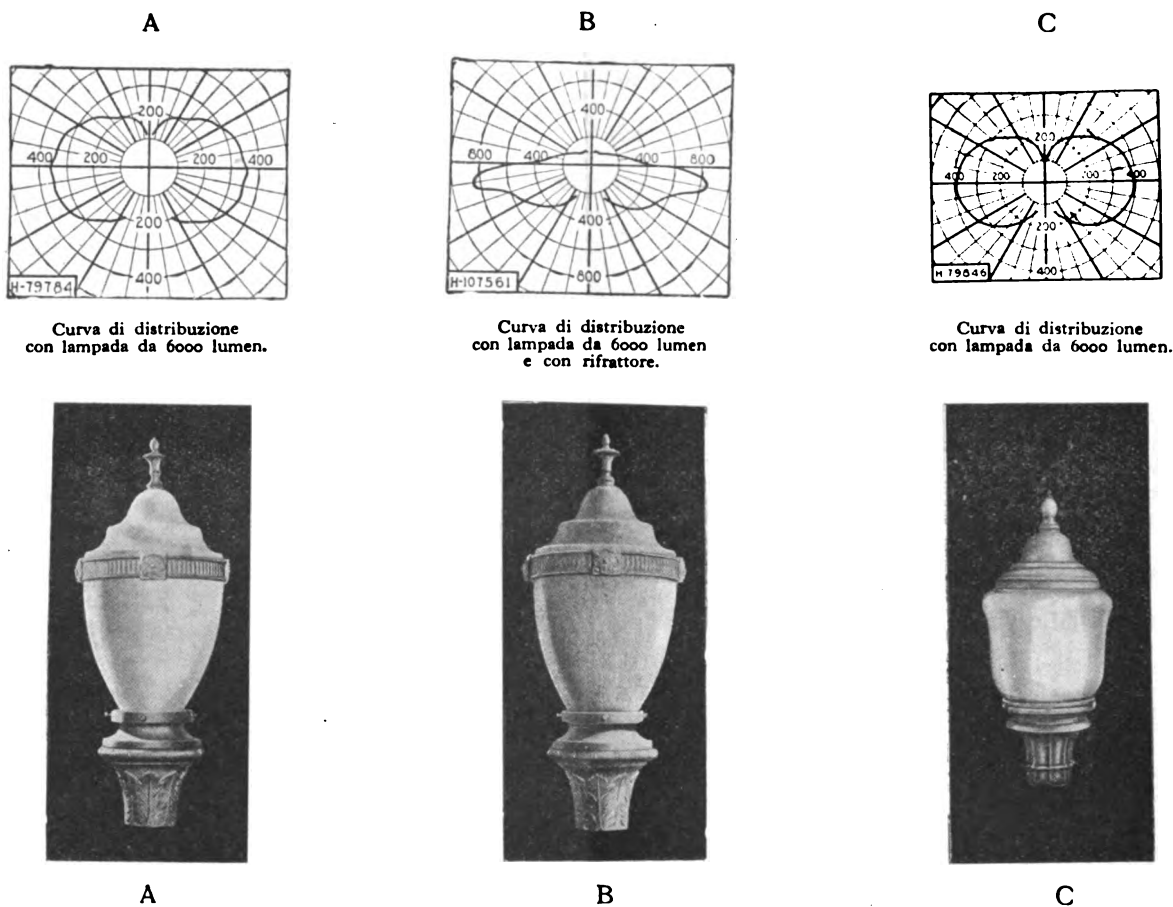


Fig. 5.

E notate che impedendo gli scontri segnalati ed insegnando ai negozianti come debbono usare razionalmente della luce, si renderebbe loro un segnalato servizio, perchè potrebbero a parità di spesa avere un effetto utile assai maggiore.

### Tipi di installazioni moderne.

Ma per tornare alla strada, visti di sfuggita i principali problemi da risolvere in riguardo alla illuminazione, resta a dire dei tipi di impianti moderni che sembrano preferiti.

Divise le strade della città in categorie a seconda della loro importanza specialmente riguardo al traffico, fissati anche i minimi di illuminazione ed i rapporti fra i vari valori di essa, ci sono pur sempre delle condizioni speciali che non si possono trascurare. Questo specialmente nella vecchia Europa, in cui le città sono sorte da decine di secoli e sono andate poi modificandosi a seconda delle loro secolari fortune e non su un piano regolatore *Standard* prefissato.

Belloveso, se fu lui a fondare la nostra Milano, ha dimenticato di lasciarci il piano regolatore valevole fino all'anno 2000 almeno, talchè tocca ora al nostro Podestà di riparare a tale imperdonabile trascuratezza.

Per molte città americane disegnate a scacchiera con ben definiti quartieri di affari, di industrie, di residenze, possono servire dei progetti Standardizzati di illuminazione, e siccome

Si vede un lodevole sforzo per rendere artistici dei pali ma è certo un'ingrata fatica. Speriamo che gli architetti milanesi sappiano disegnare una Famiglia artistica milanese anche migliore.

Eccovi anche dei tipi di globi e lanterne (fig. 5, 6, 7 e 8) che, conveniamone, sono già assai migliori di certi globetti che sembrano e forse sono utilizzazione di parte di vecchie lampade ad arco e che possiamo tutt'ora vedere in molte città italiane che non nomino. Questi globi o lanterne sono in generale di vetro chiaro o leggermente opalino corrugato e quasi sempre portano all'interno delle cupole o collari di vetro prismatico per dirigere la luce.

Si capisce che tutta la luce che si lascia scappare verso l'alto ad illuminare le nuvole, non serve alla illuminazione e quindi conviene dirigerla in basso e specie verso i punti più lontani, anche per ottenere una sufficiente illuminazione sui piani verticali.

Che realmente con tali dispositivi ben studiati si possa ottenere un maggior effetto è provato dai diagrammi che mostro (fig. 9).

### Diagrammi illuminazione Cleveland Ohio.

Vedete come colla stessa lampada montata a differente altezza e munita di rifrattore invece che di semplice globo di



vetro bianco si possa ottenere una più intensa ed uniforme illuminazione (fig. 10).



Fig. 6.

La tendenza più generalizzata è verso le lampade di maggior intensità che danno maggior rendimento e che globalmente

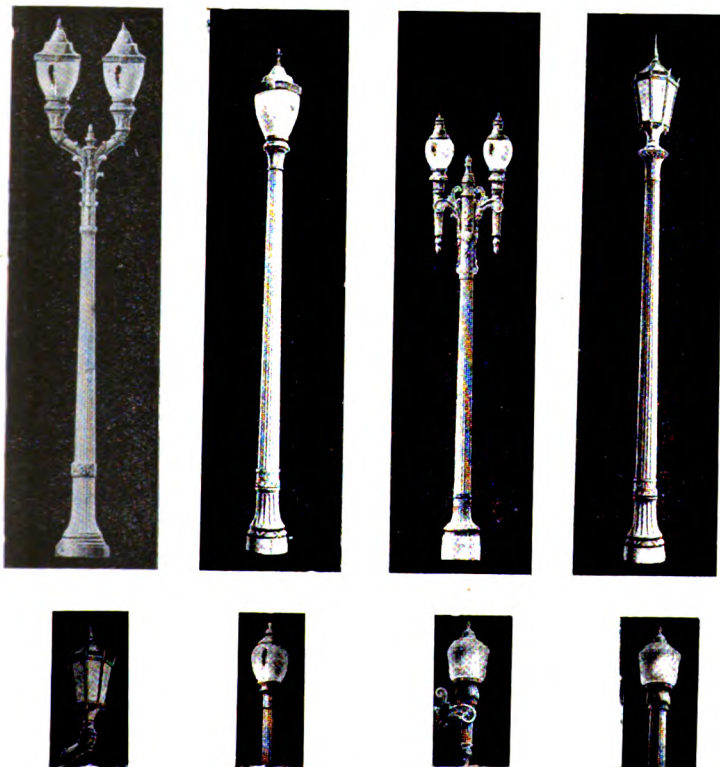


Fig. 7.

costano meno, perchè la spesa per energia non è sempre la più considerevole in confronto a quella per la manutenzione ed ammortamento.

Pel servizio c'è anche tendenza a derivare le lampade stradali su circuiti del servizio privato accendendole con interruttori a tempo ed anche con relais azionati da corrente ad alta frequenza sovrapposta alla corrente del servizio.

#### Base per confronti fra sistemi di illuminazione.

Quando poi sulle direttive passate rapidamente in rivista i progettisti avranno presentato i loro progetti, chi deve scegliere quale dei sistemi proposti sia preferibile non si trova di poco imbarazzato perchè ciascun sistema presenta naturalmente dei vantaggi sotto certi punti di vista e degli inconvenienti sotto altri.

O costa troppo o non è simpatico di giorno, ecc.

L'Ing. Dickenson della G. E. Co. di Schenectady ha proposta una scala di pesi da dare ai diversi aspetti del problema.



Fig. 8.

Esso attribuisce così i pesi o fattori per giungere al giudizio finale:

<i>Costo 30 %</i>		
Impianto . . . . .		15 %
Esercizio e manutenzione . . . . .		15 %
<i>Aspetto 30 %</i>		
Di giorno dei candelabri e globi . . . . .		10 %
Di sera dei globi . . . . .		10 %
Generale della strada di notte . . . . .		10 %
<i>Illuminazione 30 %</i>		
Visibilità 20 %	Sulla strada . . . . .	8 %
	All'incrocio di strade . . . . .	3 %
	Sulla strada incrociata . . . . .	3 %
	Sul marciapiede . . . . .	2 %
	Numeri delle case . . . . .	2 %
Assenza di abbagliamento 10 %	Tra le case . . . . .	2 %
	Dalla strada . . . . .	6 %
	Dal marciapiede . . . . .	2 %
Dalle case . . . . .		2 %
<i>Deprezzamento 10 %</i>		
Possibilità di mantenersi pulite . . . . .		5 %
Possibilità di restare aggiustate . . . . .		5 %

#### Illuminazione di Milano.

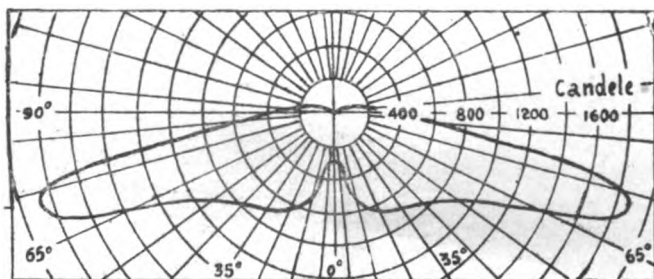
Permettetemi, prima di finire, di dire qualche parola sulla illuminazione pubblica della nostra Milano, specie nei suoi confronti con quelle anche troppo vantate dell'estero.

Senza risalire ad Adamo ed Eva, e neppure a Belloseso, mi richiamo ad un articolo recente di un giornale cittadino il quale ricordò come fino al 1785 di illuminazione pubblica a rigori non se ne parlò e fu solo in quell'anno che un Conte



Cicogna, per avventura antenato dell'attuale Commissario dell'Azienda Elettrica Municipale di Milano, propose una splendida illuminazione della Città con quasi 3 mila lumicini ad olio.

E' alquanto difficile calcolare ora con qualche precisione quanta illuminazione ne sarebbe risultata. Dico sarebbe, perchè un prudente Arciduca Ferdinando, che allora governava la Città, spaventato dalla larghezza di idee del Cicogna e dalla spesa relativa, ridusse addirittura alla metà il numero delle lampade.



Distribuzione della luce con rifrattore prismatico.

Fig. 9.

Coi 3 mila lumicini si avrebbero forse avuti 0.5 lumen per metro di strada e, corrispondentemente, un'illuminazione media di qualche centesimo di Lux.

Meno di un cinquantennio più tardi, colla apparizione del gas e con lampade a fiamma libera ogni 20 metri, Milano fu splendidamente illuminata con circa 5 Lumen per metro che salirono, un quarantennio più tardi, a più di 15, colla adozione dei becchi Auer e poco più tardi a maggiori valori nelle arterie principali colla introduzione degli archi.

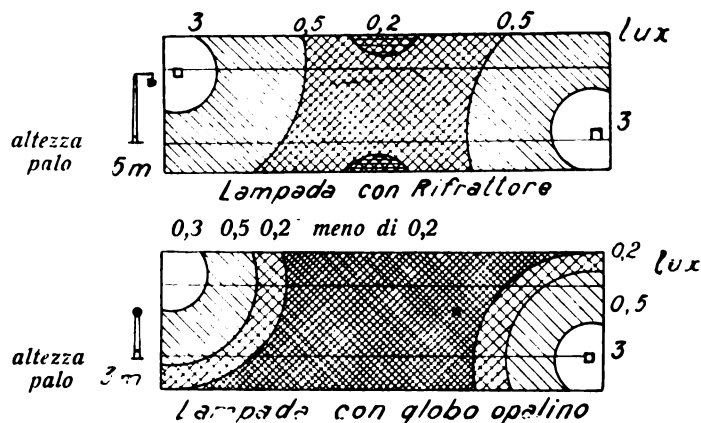


Fig. 10.

Attualmente sono installate a Milano ben 11 mila lampade di varia potenza che, complessivamente, emettono quasi 22 milioni di Lumen, ossia 51 lumen in media per metro, essendo la lunghezza delle strade complessivamente di 426 chilometri. E' già 100 volte più di quanto l'Arciduca Ferdinando giudicò eccessivo nel 1785.

Ora, poichè il Podestà mi disse di aver stanziato una somma più che doppia è sperabile che la illuminazione corrispondente salga verso i 100 Lumen per metro che non è poco.

Con tale illuminazione Milano non ha da temere come media il confronto con alcuna città, poichè avrebbe su tutte le sue strade quella illuminazione che il Comitato della National Electric Light Association ha fissato per le strade di medio traffico (arterie secondarie).

Ora è evidente che la maggior lunghezza delle strade è del tipo a traffico leggero, quindi con una razionale distribuzione dei 40 milioni di Lumen che si potranno avere a disposizione prossimamente usando anche lampade a maggior rendimento anche se l'energia verrà conteggiata a maggior prezzo, si potranno raggiungere anche a Milano i livelli di illuminazione delle grandi città americane.

### State Street.

Ma ho detto, cominciando questa mia chiacchierata della nuova illuminazione della State Street di Chicago che arriva a 6600 Lumen per metro.

E' realmente qualcosa di fantastico. Su meno di un km. di strada sono installate 140 lampade da 2000 watt e 45.000 Lumen ciascuna accoppiate due a due su colonne artistiche alte 9 metri, al filamento.

I globi sono di vetro corrugato.

La inaugurazione della illuminazione fu fatta alla metà Ottobre con grandi festeggiamenti carnevaleschi e concorso tale di folla da far spavento. Se i dati della Polizia sono esatti, si dovrebbe dedurre che vi erano almeno 8' individui per ogni metro quadrato di strada. Altro che le classiche acciughe di Monterosso. Perfino i giornalisti fotografi che a Chicago passeggiano come le zanzare a Venezia, non poterono far agire le macchine per la eccessiva ressa.

Quando io visitai gli Stati Uniti, alcuni mesi or sono, avevo voluto vedere le strade che in tale remota epoca del maggio 1926 passavano per le meglio illuminate e che a me parvero già dei massimi insuperabili.

Ecco un elenco comparativo:

State Street Chicago . . . . .	Lumen 6600 per metro
Fall Street Niagara Falls . . . . .	» 2500 » »
Erie Boulevard Schenectady . . . . .	» 2300 » »
Superior Avenue Cleveland O. . . . .	» 1650 » »

e qui faccio seguire con termine di confronto pei milanesi:

Galleria Vittorio Eman. Milano	circa 2000 lumen per metro
Via Dante . . . . .	» 373 » » »

Illum. media sperata prossimamente	100 lumen per metro
» » attuale	51 » » »
» » col gas	da 5 a 15 » » »
Illuminazione media Cicogna 1785	0.5 » » »
ed aggiungo:	
Via Nazionale - Roma	1200 » » »

C'è poi tanto da disperare se già la illuminazione media in poco più di un secolo è centuplicata in confronto a quella che all'Arciduca parve eccessiva? Perchè vogliamo essere più Arciduchi di quel famoso citato per non credere possibile che anche a Milano si possa fare un passo avanti ed avere qualche strada illuminata tre volte tanto della Galleria attualmente o 20 volte via Dante? Quanto alla Galleria il vero problema sarebbe di rendere l'illuminazione più estetica, forse tornando ai bracciali ideali del Mengoni. Ma non voglio invadere il campo altrui.

Sarebbe forse un po' fantastico sperare che tutti i 428 chilometri di strade del Comune (escludendo i Comuni aggregati) potessero avere la illuminazione della State Street, perchè questo richiederebbe 120.000 kW di potenza e tanti chilowattore di consumo quanti se ne consumarono in tutta Italia per l'illuminazione pubblica e privata nell'anno 1925.

Ma un tratto caratteristico della illuminazione della State Street è che essa non è dovuta al Municipio, bensì all'iniziativa privata.

Furono i commercianti di tale strada che si sobbarcarono a pagare per i primi cinque anni 950 lire al metro corrente di fronte e successivamente 600 lire per altri 5 anni e l'Azienda Elettrica assieme a un installatore presero l'illuminazione in appalto, installazione, consumo, manutenzione.

A me pare che gli appaltatori ci facciano un affare molto grasso ma in America per l'illuminazione delle strade si ha un concetto differente che da noi.

Qui si crede che le Aziende Elettriche sieno tenuto a dare gratis od a condizioni favorevolissime l'illuminazione stradale,

quasi a compenso della concessione delle linee o perchè si pensa che l'acqua degli impianti non costa niente.

In America invece si pensa che quello dell'illuminazione pubblica è uno dei migliori campi da sfruttare per le Aziende elettriche.

E' per noi di sorpresa il vedere nei rapporti Americani che la spesa per illuminazione stradale in America varia da un minimo di 10 lire per abitante ad un massimo di 100 lire e si ritiene in media sulle 40 lire per abitante, 20 volte quanto ne spende attualmente il nostro Comune che evidentemente deve conteggiarla ben poco all'Azienda.

Ma se entrasse anche a Milano il concetto di far concorrere i negozianti nella spesa per avere una *White way* che mettesse Milano al livello di Chicago e servisse a quel tanto di bluff che non guasta, l'aggravio risultante non sarebbe poi eccessivo. Io credo che a Milano con 300 lire per metro corrente di contributo si potrebbe portare il Corso al livello della State Street. E se si pensa che le botteghe sul Corso pagano affitti annui tanto alti da raggiungere anche le 20.000 lire per metro di fronte, le 300 lire rappresenterebbero solo un 1.5 % di maggior spesa di affitto, mentre il vantaggio potrebbe essere notevole per l'aumentato passaggio di cittadini e quindi di acquirenti, come si è constatato in altre città per le vie a forte illuminazione.

Ho finito la mia lunga chiacchierata con cui spero di avervi dato un'idea della complessità dei problemi della illuminazione stradale che specialmente in America si è tentato di risolvere razionalmente e rinunciato a dirvi delle possibilità di effetti artistici ottenibili colla illuminazione di monumenti per proiezione (Floodlighting).

Ho letto sul *Corriere* che si vuole così illuminare la Madonnina. Bene, ma tutto il Duomo dovrebbe così essere illuminato e Palazzo Marino e molti altri notevoli edifici della città.

Sarete anche lieti, io penso, di sentire che in fondo a Milano non siamo così indietro. Certe fame sono un po' usurpate. Per esempio Parigi, la Ville Lumière, lo è per i Boulevards, qualche Avenue e qualche piazza, ma, avventuratevi in certe strade laterali illuminate a gas e vedrete che Ville Obscurité, altro che Milano!

## □ ALCUNE CONSIDERAZIONI CIRCA LA NECESSITÀ DI INDICARE CON UNO SPECIALE TERMINE (LUCICULTURA?) LE NORME CHE CARATTERIZZANO L'ILLUMINAZIONE COSIDETTA "RAZIONALE"

Proposta di Referendum al Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento

S. DANESI

### I.

E' noto che si sta svolgendo, anche per parte di molti Enti privati, una campagna per il miglioramento dell'illuminazione, intesa contemporaneamente a procurare un maggior benessere al pubblico e ad aumentare la richiesta di tutto quanto è inerente alla illuminazione elettrica come corrente, lampade, apparecchi d'illuminazione, ecc. A questa campagna, anzi meglio alle norme tecniche ed economiche che la informano, è stato dato da alcuni Enti un nome, mentre altri continuano a definirla con un giro di parole.

Siccome questo stato di cose si risolve in una serie di malintesi o, per lo meno, di reciproche insoddisfazioni, prego il Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento di cui ho l'onore di far parte, di esaminare la questione e definirla, proponendo un Referendum tra i membri del Comitato stesso.

### II.

Prima di entrare nel vivo della questione è necessario comprendere tutto l'ambito che compete a questo movimento, che ha per iscopo di migliorare, sviluppare (A. N. S. I.) per-

fezionare (S. P. E.) l'illuminazione. La tecnica dell'illuminazione si era preoccupata fino ad un certo tempo di creare delle sorgenti luminose sempre più « luminose » e a questo proposito esistevano anche nelle idee dei tecnici specializzati molte confusioni. Si scriveva, per esempio, che l'arco elettrico « brilla più che non illumini », come pure che le candele dell'arco erano meno luminose che le candele della lampada ad incandescenza. Venne in seguito portata molta luce su questi fenomeni, e dalla tecnica della luce nacque, come Minerva dal capo di Giove, la fotometria, che, dal primo stadio del banco fotometrico in cui non si prendevano in considerazione che le candele, passò alla sfera di Ulbricht, quale mezzo di integrazione. I concetti di lux, lumen, candela e luminosità diventarono, almeno per un ristretto numero di persone, di uso corrente.

Purtroppo esistono ancora tecnici retrivi i quali considerano tali unità, in mano ai fabbricanti di lampade, come mezzo per imbrogliare il pubblico. Ma la sempre maggiore importanza della fotometria dà modo di sperare che fra non molto il diagramma di Rousseau, il fotometro di Weber ed i metodi di calcolo degli impianti d'illuminazione (Bloch, Hoegner, Ondracek, Teichmueller, del rendimento) siano ben conosciuti dalla maggioranza degli Ingegneri.

La scienza della luce fece però in questi ultimi anni, per merito universalmente riconosciuto dell'America del Nord, un grandissimo passo in avanti, poichè ingentissime quantità di danaro erano ivi a disposizione. Mentre alcuni tecnici si occupavano del maggior rendimento della sorgente luminosa stessa, altri, pensando che il rendimento della lampada non deve essere confuso col rendimento del fenomeno « visione », presero in esame tutti i fattori che concorrono a migliorarlo. Una certa illuminazione, di 500 lux supponiamo, è tale perchè c'è un uomo che la riconosce e può trarne profitto in svariatissime maniere. Ma in questo caso, oltre alla lampada stessa, alla maggiore o minore trasparenza del mezzo in cui « passa » la luce, oltre al colore, alla proprietà della superficie ed all'orientamento del corpo, è assolutamente necessario sottoporre in esame anche l'occhio che percepisce tale illuminazione.

Siamo quindi in un campo molto più vasto che non la semplice tecnica della luce, poichè la fisiologia e la psicotecnica hanno in questo fenomeno grande importanza. Ma l'occhio umano utilizza l'illuminazione artificiale per determinati scopi tra cui, p. es., il lavoro durante le ore in cui manca la luce diurna.

Questo fattore venne subito naturalmente preso in attento esame dagli americani come coefficiente di aumento della produzione, e quindi il fisiologo si trovò a lato un organizzatore di industrie, il quale non può essere intimamente diverso da un economista. Naturalmente anche questo individuo non deve pretendere dei vantaggi economici che contraddicano coi dettami della fisiologia e della tecnica della luce. Questo economista in America avrà certo preso in esame anche i fatti che avvengono fuori dell'officina e quindi oltre la maggiore produzione e sicurezza dell'operaio, avrà potuto constatare la maggior eccitazione all'acquisto prodotta dalle vetrine bene illuminate, come pure la maggior sicurezza del traffico nelle strade illuminate abbondantemente ed il maggior benessere in casa quando l'illuminazione è razionale e confortevole. Parecchi di questi fattori non possono essere tradotti in cifra, ma il loro insieme non sfugge anche ad un ignorante.

L'economista poi, di qualsiasi nazione esso sia, avrà dedotto logicamente che migliorando, e quindi generalmente *aumentando*, l'illuminazione, molti mercati vengono ad avere un forte impulso; ottima politica quindi, per il risanamento dei mercati, la creazione di un maggior bisogno e di un maggior consumo. Questo lato della questione è certo molto più accessibile nei suoi intimi rapporti con l'economia nazionale ad un economista che non ad un fisiologo, ad un proprietario di vetrina e ad un addetto municipale dell'illuminazione pubblica. L'economista stesso però dovrà imprescindibilmente conoscere le basi delle scienze attinenti al ramo speciale di economia luminosa che egli tratta.

Se per ora tale studio venne fatto dai fabbricanti di lampade, ciò dipende dal fatto che essi erano più organizzati e spinti da un interesse proprio. L'interesse finanziario relativo all'aumento dell'illuminazione è però ben maggiore nei venditori d'energia elettrica; ma essi sono generalmente molto più vincolati che non i lampisti, e specialmente in Europa nel dopo guerra temono una fortissima richiesta improvvisa di energia avendo le reti molto cariche, le tariffe vincolate e deficienza (in generale) di danaro per nuovi impianti. I medesimi, dato il predetto vincolo sulle tariffe, non renderebbero l'interesse del capitale impiegato. Ma tale stato di cose potrà essere superato da una politica comune di tutti gli interessati mediante la razio-

nalizzazione delle tariffe, lo spianamento del diagramma di carico, ecc.

Questa situazione ha dato origine alle moltissime organizzazioni per il miglioramento dell'illuminazione che oramai sono in funzione, per quanto agli inizi, in quasi tutte le nazioni civili europee e che in America sono dotate invece di capitali fortissimi provenienti dal Consorzio delle industrie interessate.

E' pur vero che ad ogni problema di ingegneria è sempre connesso un problema economico. Ma in questo caso la connessione è tanto intima che la parte economica prevale sulla tecnica. E si dice economica per comprendere anche in essa la parte commerciale; la campagna per la lubrificazione scientifica che è svolta dalle grandi ditte di olii ha un carattere quasi esclusivamente commerciale, mentre la Waermewirtschaft, per citare un esempio, ha una essenza profondamente economico-sociale, se pensiamo che fu bandita dalla Germania in un'ora molto grave per la sua esistenza.

Non è quindi possibile stabilire nettamente se le norme scientifiche di una razionale illuminazione possono essere comprese nella scienza della luce, nella fisiologia o nella economia; ma se si pensa che il livello di civiltà, di educazione, di cultura di uno Stato è anche indicato dalle condizioni dello standard della sua illuminazione artificiale, possiamo, senza far torto alla scienza della luce, all'economia ed all'a fisiologia, dire che la questione appartiene al campo educativo e culturale. Solo in nome della cultura generale di uno Stato si può indicare il coefficiente di bontà dell'illuminazione che considera l'intensità e l'uniformità di essa; l'assenza di abbagliamento, la percezione esatta dei colori, la diffusità della luce e la costanza della illuminazione nel tempo. Queste diverse caratteristiche devono prevalere, quale più quale meno, a seconda delle esigenze dell'ambiente illuminato, onde il fenomeno « visione » possa esplicarsi col massimo rendimento. L'effetto del buon rendimento della visione è per noi però il punto principale e come tale dobbiamo conservarlo in prima linea e dosare, per così dire, in relazione ad esso, i diversi termini del coefficiente « bontà dell'illuminazione » onde avere il massimo effetto economico.

Naturalmente i « campi attivi » della illuminazione sono molteplici. Esiste indiscutibilmente un nesso logico tra gli stati d'animo e la illuminazione, che possiamo chiamare « fattore psico-logico ». Appartiene a questo fattore l'illuminazione degli interni, la quale si appoggia quasi esclusivamente su norme estetiche od artistiche ed è in stretta relazione alle caratteristiche di uso d'ogni ambiente domestico.

Il risanamento a mezzo dell'illuminazione di certi quartieri battuti dalla malavita, la maggior sicurezza del traffico nelle strade razionalmente illuminate, possono essere compresi nel « fattore sociale » della illuminazione.

L'illuminazione insufficiente o falsa delle scuole, laboratori, officine, che produce miopia e deformazione nella colonna vertebrale, diminuendo l'efficienza del capitale uomo, ci indica il « fattore igienico ».

Il già citato aumento sia in quantità che in qualità di produzione nelle officine e la forza attrattiva che le vetrine bene illuminate esercitano su i clienti, determinano il « fattore industriale ».

Converrebbe riservare il « fattore economico » della illuminazione a tutti i rapporti che essa ha con l'economia nazionale, poichè è logico presumere che un aumento nei capitali impiegati nell'industria della illuminazione, e cioè per un maggior benessere comune, non può fare a meno di agire in modo molto favorevole sulla prosperità industriale della nazione.

### III.

Esposta così la derivazione e l'ambito di questo insieme di conoscenze che può essere considerato come il terzo stadio della scienza della luce, innestato su molte altre discipline, viene logico chiedersi se è necessario dare un nome al movimento. Le parole sono lo specchio del pensiero, ma servono pure ad economizzarlo, quando si è ben certi di ciò che si vuol indicare con una di esse. Non è per un inutile desiderio di definire e di classificare, che molte nazioni hanno dato al movimento un nome generalmente di diversa etimologia.

Si dice che gli americani, nostri maestri in questo, non definirono e non battezzarono questo movimento, ma fecero invece molti fatti e ottennero brillanti risultati.

E' vero; però gli americani fanno entrare il miglioramento dell'illuminazione nel miglioramento economico elettrico di tutta la Nazione, disciplinato dalle norme comprese sotto il termine di « Electrical Economics ». Ma non è prescritto che si debba

rifare quello che già essi fecero. Il lavoro da essi eseguito con spese ingentissime, nel periodo in cui ci precedettero nel movimento, è un capitale di cui tutti dobbiamo approfittare come punto di partenza, dando però agli ulteriori progressi il carattere peculiare d'ogni popolo ed adattando la campagna della luce alle esigenze ed alle necessità economiche nazionali.

Dobbiamo assolutamente approfittare dell'esperienza industriale e commerciale fatta dagli americani in tale campo, ringraziando se noi possiamo con tal mezzo evitare gli errori in cui essi sono caduti e di cui si sono corretti nel corso degli anni. E' facile infatti riconoscere che essi stessi subirono in questi ultimi tempi una certa evoluzione, quindi noi ci reputiamo fortunati di avere il punto di partenza in uno stadio già alquanto progredito.

Egualmente si dica della Germania che iniziò da tre anni il movimento della Lichtwirtschaft, partendo da una situazione completamente rovinata dalla guerra e seguendo il movimento ricostruttivo della nazione, che diede economicamente risultati straordinari. Anche dalla Germania potremo prendere qualche cosa, approfittando di lavori essenzialmente d'ordine tecnico, ma non certo potremo approfittare della loro esperienza poichè il loro movimento è troppo giovane ed i tedeschi stessi si riferiscono alle statistiche americane.

I francesi si avviano su di una strada che a quanto pare è strettamente nazionale e quindi, con le dovute cautele, ci possono servire d'esempio. Ma sopra tutto è necessario sopprimere con decisione qualunque disuniformità di vedute, trovando tutti un programma medio comune, una piattaforma unica da cui il movimento possa essere bandito con successo, senza che il pubblico debba vedere nello stesso uno sforzo commerciale di ditte che intendano gabellare per vantaggio della comunità il proprio privato interesse: ciò annullerebbe senz'altro il vero successo della campagna, pur portando degli immediati vantaggi ai singoli. Sarebbe poi un peccato non solo contro la nazione, ma anche contro la nostra coscienza di veri italiani, il voler evitare di fare da noi. Approfittiamo quindi di quello che hanno fatto gli altri non per copiare, ma per istruire quelli che dovranno fare di loro testa, senza servilismi e limitazioni.

La questione del dare o no un nome a questa campagna è connessa, più che non possa sembrare a prima vista, con questi dissidi commerciali. Però è logico dirimerla immediatamente per non compromettere di fronte al pubblico la serietà e l'importanza sociale del miglioramento dell'illuminazione. Di questo miglioramento devono approfittare tutti gli italiani.

### IV.

Noi ci troviamo, per quanto riguarda la questione della denominazione da attribuirsi al movimento che ci interessa, di fronte ad un fatto compiuto, poichè, come si è già detto, molte nazioni hanno già coniato una parola a questo proposito la quale, con maggior o minor difficoltà, è entrata nel patrimonio comune delle parole che vengono abitualmente usate. In Francia si trova ora la parola « éclairagisme » creata per dire qualche cosa di più che non la scienza o la tecnica dell'illuminazione. L'esperto dei problemi inerenti all'« éclairagisme » è detto comunemente « éclairagiste ». Questa parola sembra che sia stata poco accettata in principio, ma ora è di uso corrente.

Gli americani e gli inglesi non hanno ancora coniato una apposita parola, ma comprendono, come si disse, la questione quale ramo dell'« Electrical Economics ». Si sono però preoccupati nel dare un nome agli installatori che chiamano « electragists » per distinguerli dagli elettrotecnici.

La Germania adattò con successo la parola « Lichtwirtschaft » la quale significa « economie della luce ». Non è possibile infatti confondere in tedesco il concetto di economia (Wirtschaft) con quello di un gretto risparmio (Ersparnis). L'espressione « Lichtwirtschaft » è usualmente adottata anche negli ambienti universitari, come ramo della « Elektrowirtschaft », di cui già esistono cattedre e docenti, ed ebbe un'origine analoga all'espressione, già anteriormente creata, di « Wärmewirtschaft ».

L'Olanda e la Danimarca adottarono le dizioni: Licht-economie e Lysökonomi, essendo ben distinto in tali Nazioni il concetto di economia da quello di risparmio. Le nazioni scandinave adottarono rispettivamente per la Svezia « Ljuskultur » e per la Norvegia « Lyskultur », in cui la parola « kultur » ha il significato inglese di « management » oppure quella tedesca di Pflege. Altre nazioni tradussero letteralmente questo concetto con l'espressione « economia della luce » come per esempio in Finlandia con « Valotalous » e in Polonia con « Gaspodarka Swietlna ». Per necessità filologiche invece, la

Lettonia accettò l'espressione corrispondente ad « illuminazione razionale » cioè « Gaismassaimnieciba » e la Cecoslovacchia, analogamente, « Ucelne osvetlovani ».

La Romenia trovò un'espressione alquanto interessante dedotta per analogia dall'espressione « astronomia » e fece accettare nei circoli tecnici del luogo la parola « luminomia ».

Essendo stata proposta in Italia la parola « lucicoltura », di cui diremo più oltre, la Spagna si affrettò ad adottare per le pubblicazioni del genere l'espressione: « luminicoltura » che anche nella Repubblica Argentina ha trovato largo successo. La Svizzera dovendo adottare l'espressione in tre lingue, approfittò logicamente di quanto era già stato fatto in Germania, in Francia ed in Italia, e quindi si hanno ivi le tre dizioni: « Lichtwirtschaft », « éclairagisme », « lucicoltura ».

Da quanto è stato sopra esposto risulta che molte nazioni si sono preoccupate di quest'ultima espressione e vollero cercare di comprendere in essa molto di più di quanto si intende come tecnica della illuminazione.

## V.

Il proporre in Italia l'espressione « lucicoltura » non ha in alcun modo qualsiasi correlazione con la Germania, dove la suddetta espressione suona assai diversa, e dove pure sarebbe stato possibile adottare la parola « Lichtkultur », il che non è stato fatto. Ma se si pensa che in tedesco la parola « agricoltura » suona « Landwirtschaft » ne viene logica la traduzione di « Lichtwirtschaft » con la parola lucicoltura.

Non si pretende di aver così trovato la parola che corrisponda perfettamente allo scopo; ma nella ferma persuasione che un'espressione occorre, e tale da comprendere quanto è esposto nel paragrafo II, non si può avere dalle persone a suo tempo interessate, una migliore espressione. Si potrà discutere sul significato esatto della espressione « cultura » e « coltura », ma non si potrà obiettare che questa sia una parola composta all'uso tedesco, poichè espressioni analoghe in Italia sono in uso comunissimo come « agricoltura », « puericoltura », ecc. Lo scrivere questa parola divisa in due parti, separata da un tratto d'unione, sarebbe decisamente un barbarismo, mentre il « luci » non è che una logicissima abbreviazione di un genitivo latino, come si trova in espressioni analoghe.

Dopo quanto è stato detto, fermamente persuasi della necessità di definire la questione esposta, sarebbe certo favorevole ottenere delle risposte categoriche alle seguenti domande:

1) Si ritiene necessario dare un nome alle norme che occorre seguire per migliorare o perfezionare l'illuminazione comprendendo in essa tutto quanto è stato riferito al paragrafo secondo?

2) Nel caso affermativo si ritiene adatta la parola « lucicoltura »?

3) Quali altre espressioni si propongono per sostituire la parola « lucicoltura »?

Milano, gennaio 1927.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).	
Annate arretrate .....	cad. L. 100,—
	più per postali » 10,—
Abbonamento: per il Regno .....	» 100,—
» per l'Estero .....	» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....	» 4,—
» per l'Estero .....	» 8,—
	più per postali » 1,50

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici L.	4,—
	più per postali » 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	» 4,—
	più per postali » 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	» 2,—
	più per postali » 0,80
Norme per gli olii .....	» 2,—
	più per postali » 0,80
Norme per gli Impianti di bordo .....	» 2,—
	più per postali » 0,80

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

## □ □ LA DINAMO OSSANNA □ □

F. TEDESCHI

Un articolo del Dott. Fr. Leyerer, comparso sulla Siemens Zeitschrift dell'aprile 1926 (1) descrive le proprietà di questo nuovo tipo di dinamo, studiato dal Prof. Ossanna, che se non differisce quasi nel suo aspetto e nei suoi particolari costruttivi da una dinamo ordinaria, si differenzia invece per alcune caratteristiche elettriche e magnetiche.

Mentre infatti una dinamo di tipo comune eccitata in derivazione non può con la corrente di pieno carico variare la tensione ai morsetti entro limiti molto estesi (tanto che se  $V$  è la tensione normale si può ritenere, in media,  $0,6 V$  la tensione minima ammissibile di funzionamento con corrente normale); mentre una dinamo di tipo comune eccitata separatamente pur variando con corrente di pieno carico la tensione ai morsetti entro limiti molto estesi, ha l'inconveniente di un funzionamento assai poco stabile per quei valori della tensione che corrispondono a basse induzioni nelle diverse parti del circuito magnetico (funzionamento sotto il ginocchio), la dinamo Ossanna, autoeccitata, può variare la tensione ai morsetti da un massimo positivo ( $V_1$ ) a zero, e perfino scambiare la polarità ai morsetti passando a un massimo negativo ( $-V_2$ ) con garanzie di assoluta stabilità nel funzionamento perchè sempre una parte almeno del suo circuito magnetico è saturata.

Una dinamo con tali proprietà è, in linea teorica, la più adatta per l'eccitazione dei grandi alternatori, permettendo di eliminare il reostato di regolazione in serie col circuito dei campi degli alternatori stessi.

### Caratteristiche costruttive e funzionamento a vuoto.

Dal punto di vista costruttivo la dinamo Ossanna ha soltanto due notevoli particolarità: una riguarda il sistema induttore e l'altra il collettore.

Il sistema induttore è a poli sdoppiati, divisi cioè in due parti uguali o no fra loro, eccitate ciascuna con un proprio avvolgimento induttore. In tal modo la dinamo ha una polarità (2  $p$ ) uguale alla metà del numero dei poli con i quali essa risulta costruita. Una dinamo Ossanna costruita per esempio con 8 poli è in realtà una macchina a 4 poli ciascuno dei quali è stato diviso in due parti: e il suo avvolgimento indotto sarà eseguito, naturalmente, con un passo ai canali corrispondente alla polarità  $2 p = 4$ .

Il collettore presenta 2  $p$  file di spazzole principali, elettricamente collegate come quelle di una dinamo ordinaria perchè disposte a  $\frac{360}{2 p}$  gradi meccanici, e  $p$  file di spazzole ausiliarie che risultando tutte allo stesso potenziale perchè disposte a  $\frac{360}{p}$  gradi meccanici sono fra loro elettricamente collegate.

Ogni fila di spazzole ausiliarie viene a disporsi in mezzo a due file consecutive di spazzole principali.

In pratica i due archi portaspazzole, corrispondenti ai due sistemi di spazzole, sono resi indipendenti l'uno dall'altro.

Poichè, come si vedrà meglio in seguito, le spazzole ausiliarie sono attraversate soltanto dalla corrente di eccitazione, il loro numero può essere molto piccolo rispetto a quello delle spazzole principali, tanto che nelle macchine a molti poli le file di spazzole ausiliarie possono benissimo essere minori di  $p$  e ridursi perfino a una sola. Noi per semplicità considereremo appunto una dinamo Ossanna con una sola fila di spazzole ausiliarie.

Il funzionamento della macchina è molto semplice: in una delle due parti nelle quali è diviso ciascun polo il flusso viene mantenuto costante, mentre nell'altra viene fatto variare da un massimo positivo a un massimo negativo. Di conseguenza dalle spazzole principali, collegate opportunamente fra loro come in una dinamo comune, ricaveremo una tensione variabile, mentre da una fila di spazzole principali scelta opportunamente, e da quella delle spazzole ausiliarie ricaveremo sempre una tensione praticamente costante. Quest'ultima tensione costante serve per

(1) Stabile Erregermaschinen für Weiten Regelbereich (Die Ossannasche Spaltpolmaschine) Siemens Zeitschrift, aprile 1926, n. 4, pagina 191.



alimentare i circuiti di eccitazione: la tensione, variabile alimenta il circuito principale.

La fig. 1 indica schematicamente la sezione trasversale di una dinamo Ossanna con 4 poli induttori, ciascuno dei quali è diviso in due parti uguali, e con 4 poli ausiliari.

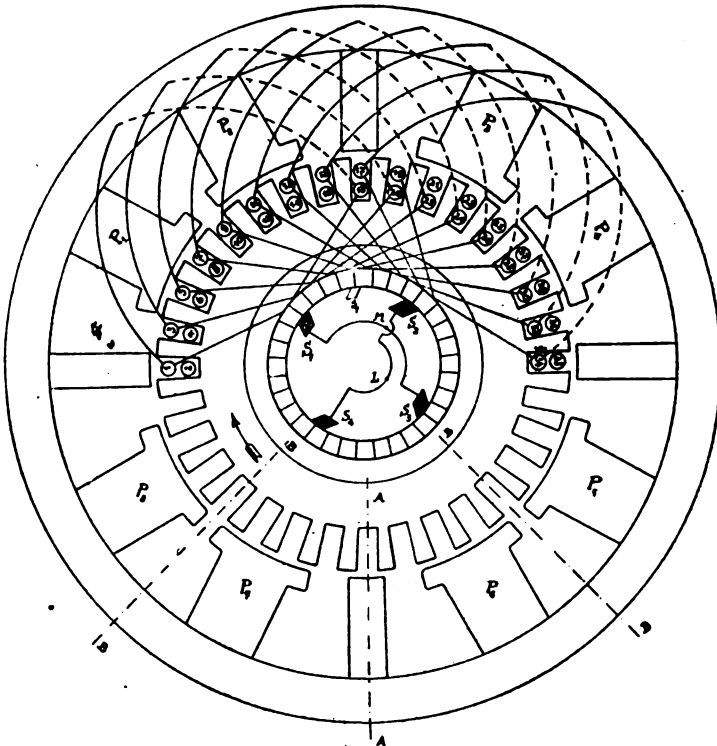


Fig. 1.

L'indotto ha 32 cave con l'avvolgimento del tipo parallelo progressivo, a una zona per matassa; il collettore ha 32 lamelle, 4 file di spazzole principali  $S_1, S_2, S_3, S_4$ , una fila di spazzole ausiliarie  $s_1$ .

Nelle metà polari come  $P_2, P_4, P_6, P_8$  il flusso viene mantenuto costante in modo che le loro polarità si alternino come in una macchina comune; per es.:

$P_2$  e  $P_6$  siano poli nord.  
 $P_4$  e  $P_8$  siano poli sud;

nelle metà polari come  $P_1, P_3, P_5, P_7$  il flusso viene invece fatto variare da un massimo positivo a un massimo negativo in modo che le loro polarità pur alternandosi come in una macchina comune possano anche invertirsi. Quindi se durante un certo periodo del funzionamento:

$P_1$  e  $P_5$  sono poli nord,  
 $P_3$  e  $P_7$  sono poli sud,

è possibile passare gradualmente al funzionamento con:

$P_1$  e  $P_5$  poli sud,  
 $P_3$  e  $P_7$  poli nord.

I circuiti di eccitazione sono due (fig. 2); uno è formato dalle bobine induttrici di  $P_2, P_4, P_6, P_8$ , in serie con un reostato di regolazione, l'altro è formato dalle bobine induttrici di  $P_1, P_3, P_5, P_7$ , in serie anch'esse con un reostato di regolazione. In quest'ultimo circuito per mezzo di un commutatore è possibile invertire il senso della corrente.

I due circuiti di eccitazione vengono alimentati dalle spazzole  $s_1$  e  $S_2$  fra le quali come vedremo meglio avanti, la differenza di potenziale che indichiamo con  $V_e$ , è costante.

Per quanto riguarda le spazzole principali, esse si comportano come in una dinamo comune: quindi potremo collegare  $S_1$  con  $S_3$ ;  $S_2$  con  $S_4$ ; e il circuito principale verrà alimentato dai morsetti  $L$  e  $M$  fra i quali la differenza di potenziale, che indichiamo con  $V$ , è variabile.

La differenza di potenziale  $V$  esiste anche fra le spazzole  $S_1$  e  $S_2$  e limitando per semplicità le nostre considerazioni ai conduttori in serie fra queste due spazzole vediamo che  $V$  è generata da 16 conduttori i quali nell'istante raffigurato dalla

fig. 1 sono quelli indicati con i numeri 1, 18, 3, 20, 5, 22, 7, 24, 9, 26, 11, 28, 13, 30, 15, 32.

Negli istanti successivi i conduttori saranno altri diversi, che però rispetto ai poli induttori si troveranno situati come quelli sopra enunciati.

Ora: 1, 3, 5, 7 sono concatenati col flusso uscente da  $P_1$ ,  
 9, 11, 13, 15 " " " "  $P_2$ ,  
 18, 20, 22, 24 " " " "  $P_3$ ,  
 26, 28, 30, 32 " " " "  $P_4$ .

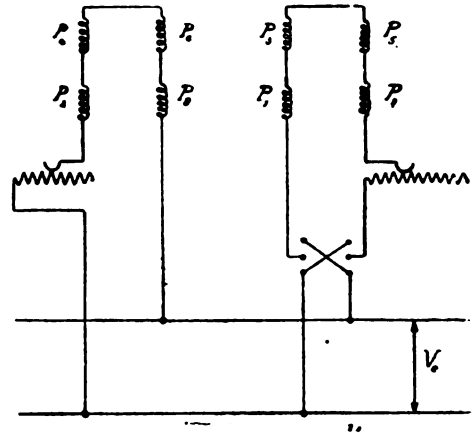


Fig. 2.

Inoltre l'ordine di collegamento è il seguente: prima vengono collegati in serie alternativamente i conduttori influenzati da  $P_1$  e  $P_3$ , poi quelli influenzati da  $P_2$  e  $P_4$ .

Indichiamo con:

$\Phi'_1$  il flusso variabile uscente dai poli  $P_1, P_3, P_5, P_7$ ;

$\Phi_1$  il valore massimo di  $\Phi'_1$ ;

$\Phi_2$  il flusso costante uscente dai poli  $P_2, P_4, P_6, P_8$ ;

$W$  le spire in serie fra due file consecutive di spazzole principali (p. es.  $S_1$  e  $S_2$ );

$2p$  la polarità ( $2p$  = alla metà del numero dei poli induttori con i quali la macchina risulta effettivamente costruita);

$f = \frac{pn}{60}$  la frequenza.

Nel caso della fig. 1

$$W = 8$$

$$f = \frac{n}{30}$$

Avremo evidentemente:

$$V = 4 f W (\Phi_2 \pm \Phi'_1) 10^{-8}. \quad (1)$$

Se le due metà (come  $P_1$  e  $P_2$ ) nelle quali risulta sdoppiato un polo hanno la medesima polarità dovremo nella (1) prendere  $\Phi'_1$  col segno positivo; nel caso contrario dovremo prendere  $\Phi'_1$  col segno negativo. La tensione alle spazzole può dunque variare non soltanto di valore ma anche di segno. Precisamente:

a) quando le polarità delle due parti in cui è sdoppiato il polo principale sono identiche e i flussi nelle due parti hanno il valore massimo, allora  $V$  = massimo positivo;  
 b) quando le polarità sono invece uguali ed opposte allora  $V = 0$ ;

c) quando le polarità sono opposte e in valore assoluto  $\Phi'_1 > \Phi_2$  allora  $V$  = massimo negativo.

E' facile vedere invece, che la tensione  $V_e$  esistente fra  $s_1$  e  $S_2$  è costante. Infatti fra queste due spazzole sono in serie, nell'istante raffigurato dalla fig. 1 i conduttori 9, 26, 11, 28, 13, 30, 15, 32; negli istanti successivi si troveranno in serie altri 8 conduttori che però rispetto ai poli induttori si troveranno situati come quelli sopra enunciati.

Ora questi conduttori sono influenzati dal flusso costante che esce dai poli  $P_2$  e  $P_4$ : quindi anche:

$$V_e = \text{cost.}$$

Indicando con  $W_e$  le spire in serie fra  $s_1$  e  $S_2$  avremo:

$$V = 8 W_e f \Phi_2 10^{-8} \quad (2)$$

(Nel caso della fig. 1,  $W_e = \frac{1}{2} W = 4$ ,  $f = \frac{n}{30}$ ).

Quando i due flussi  $\Phi'_1$  e  $\Phi_2$  sono uguali e dello stesso segno si ottiene:

$$\begin{aligned} \text{per } \Phi'_1 &= \Phi_2 = \Phi \\ V &= 8 f W \Phi \cdot 10^{-8} \\ V &= 4 f W \Phi \cdot 10^{-8} \\ V &= 2 V_e \end{aligned}$$

come è d'altronde intuitivo.

#### Condizioni di saturazione del circuito magnetico (a vuoto).

Abbiamo visto come la tensione  $V$  del circuito principale sia variabile entro grandi limiti e come quella  $V_e$  di eccitazione sia invece costante e indipendente da  $V$ . Verifichiamo a questo punto in quali condizioni di saturazione vengono a trovarsi le varie parti del circuito magnetico variando  $V$  dal valore massimo positivo a quello massimo negativo.

Intanto: poichè per qualunque valore di  $V$

$$\Phi_2 = \text{costante},$$

l'induzione ( $B_{p_i}$ ) nei nuclei  $P_2, P_4, P_6, P_8$ ;  
quella massima nel traferro ( $B_{t_i}$ ) in corrispondenza alla mezzzeria di questi nuclei;  
quella nei denti ( $B_{z_i}$ ) che sono influenzati dal flusso  $\Phi_2$  uscente da  $P_2, P_4, P_6, P_8$ ;  
rimarranno pure costanti per qualunque valore di  $V$ .

Ecco dunque tre parti del circuito magnetico che rimangono sempre nelle medesime condizioni di saturazione, qualunque sia  $V$ .

Invece:

l'induzione ( $B_{p_i}$ ) nei nuclei  $P_1, P_3, P_5, P_7$ ;  
quella massima nel traferro ( $B_{t_i}$ ) in corrispondenza alla mezzzeria di questi nuclei;  
quella nei denti ( $B_{z_i}$ ) che sono influenzati dal flusso  $\Phi'_1$  uscente da  $P_1, P_3, P_5, P_7$ , cambieranno di valore al variare di  $\Phi'_1$ ; e precisamente assumeranno il valore massimo quando:

$$\begin{aligned} V &= 4 f W (\Phi_2 + \Phi_1) 10^{-8} \\ V &= V_1 = \text{massimo positivo}; \end{aligned}$$

saranno nulle quando:

$$V = 4 f W \Phi_2 10^{-8}$$

Ossia quando:  $\Phi'_1 = 0$ ;

torneranno ad assumere il valore massimo quando:

$$\begin{aligned} V &= 4 f W (\Phi_2 - \Phi_1) 10^{-8} \\ V &= -V_2 = \text{massimo negativo}. \end{aligned}$$

Per quanto riguarda la carcassa e la corona d'indotto, consideriamo (fig. 1) le induzioni in corrispondenza delle sezioni A-A; B-B.

Indichiamo con:

$B'_c$  le induzioni nella carcassa in corrispondenza di A-A;  
 $B'_i$  » » nell'indotto » » » A-A;  
 $B''_c$  » » nella carcassa » » » B-B;  
 $B''_i$  » » nell'indotto » » » B-B;  
 $Q_c$  la sezione della carcassa in  $\text{cm}^2$ ;  
 $Q_i$  la sezione dell'indotto (corona) in  $\text{cm}^2$ ;  
 $\Phi'_{p_i}$  il flusso variabile attraverso i poli  $P_1, P_3, P_5, P_7$ ;  
 $\Phi_{p_i}$  il valore massimo di  $\Phi'_{p_i}$ ;  
 $\Phi_{p_i}$  il flusso costante attraverso i poli  $P_2, P_4, P_6, P_8$ .

Avremo:

$$\begin{aligned} \pm \Phi'_{p_i} &= \pm (1 + \sigma_i) \Phi_i; \\ \Phi_{p_i} &= (1 + \sigma_i) \Phi_i; \end{aligned}$$

dove  $\sigma_i$  e  $\sigma_e$  sono i coefficienti di dispersione.

Inoltre:

$$\begin{aligned} B'_c &= \frac{\Phi_{p_i} + (\pm \Phi'_{p_i})}{2 Q_c} \\ B'_i &= \frac{\Phi_i + (\pm \Phi'_i)}{2 Q_i} \\ B''_c &= \frac{\Phi_{p_i} - (\pm \Phi'_{p_i})}{2 Q_c} \\ B''_i &= \frac{\Phi_i - (\pm \Phi'_i)}{2 Q_i} \end{aligned}$$

Da queste ultime quattro relazioni si vede subito che mentre  $B'_c$  e  $B'_i$  sono massimi quando  $V$  assume il valore massimo positivo,  $B''_c$  e  $B''_i$  sono massimi quando  $V$  assume il valore massimo negativo.

Solamente nel caso in cui  $\Phi'_1 = 0$  avremo:

$$\begin{aligned} B'_c &= B''_c \\ B'_i &= B''_i \end{aligned}$$

Per maggior chiarezza riportiamo una tabella riassuntiva nella quale sono riportati i valori delle induzioni nelle varie parti del circuito magnetico, in corrispondenza ai diversi valori assunti dalla tensione ai morsetti.

Per la comprensione della tabella notiamo che i simboli più sopra adottati per le induzioni, indicano, nella tabella, i valori massimi delle induzioni.

Tabella con i valori delle induzioni (a vuoto) in una dinamo Ossanna, per alcuni valori della tensione ai morsetti, espresse in funzione dell'induzione massima e del rapporto  $K = \frac{V_1}{V_2}$ .

CIRCUITO MAGNETICO		$V_1$	$V_1 - V_2$	$\frac{1}{2} (V_1 - V_2)$	0	$-V_2$
Carcassa	Sezione A-A	$B'_c$	$(1 - K) B'_c$	$\frac{1}{2} (1 - K) B'_c$	0	$K B'_c$
	» B-B	$K B''_c$	0	$\frac{1}{2} (1 - K) B''_c$	$(1 - K) B''_c$	$B''_c$
Corona indotto	Sezione A-A	$B'_i$	$(1 - K) B'_i$	$\frac{1}{2} (1 - K) B'_i$	0	$K B'_i$
	» B-B	$K B''_i$	0	$\frac{1}{2} (1 - K) B''_i$	$B''_i$	$B''_i$
Traferro	In mezzzeria delle metà polari a flusso costante	$B_{t_2}$	$B_{t_2}$	$B_{t_2}$	$B_{t_2}$	$B_{t_2}$
	In mezzzeria delle metà polari a flusso variabile	$B_{t_1}$	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{t_1}$	0	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{t_1}$	$B_{t_1}$
Nuclei polari	A flusso costante	$B_{p_2}$	$B_{p_2}$	$B_{p_2}$	$B_{p_2}$	$B_{p_2}$
	A flusso variabile	$B_{p_1}$	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{p_1}$	0	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{p_1}$	$B_{p_1}$
Denti	Sulla mezzzeria delle metà polari a flusso costante	$B_{z_2}$	$B_{z_2}$	$B_{z_2}$	$B_{z_2}$	$B_{z_2}$
	Sulla mezzzeria delle metà polari a flusso variabile	$B_{z_1}$	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{z_1}$	0	$\frac{1 - K}{1 + K} B_{z_1}$	$B_{z_1}$

Inoltre:

$V_1$  è il massimo positivo della tensione;

—  $V_2$  è il massimo negativo della tensione;

$V_1 - V_2$  è quel valore di  $V$  che corrisponde a  $\Phi'_1 = \Phi_2$  in valore e segno;

$\frac{1}{2} (V_1 - V_2)$  è quel valore di  $V$  che corrisponde a  $\Phi'_1 = 0$ .

0 è quel valore di  $V$  che corrisponde a  $\Phi'_1$  uguale ed opposto a  $\Phi_2$ .

$$K = \frac{V_1}{V_2}$$

### Funzionamento a carico - Reazione d'indotto.

In una dinamo ordinaria, con le spazzole situate nella zona neutra, la reazione d'indotto ha unicamente effetto torcente, quando l'espansione polare è poco saturata, come generalmente avviene in pratica.

Nella dinamo Ossanna invece, l'effetto della reazione di armatura è diverso secondo i casi. Sempre riferendoci alla figura 1 in cui la rotazione dell'indotto avviene nel senso orario supponiamo:

a) che  $\Phi'_1$  e  $\Phi_2$  abbiano il medesimo segno. Allora la reazione d'indotto smagnetizza le metà polari  $P_1$ ,  $P_3$ ,  $P_5$ ,  $P_7$  e magnetizza le altre;

b) che  $\Phi'_1$  e  $\Phi_2$  abbiano segno diverso ma che numericamente sia:

$$\Phi'_1 < \Phi_2.$$

Allora la reazione d'indotto magnetizza tutte le metà polari.

c) che  $\Phi'_1$  e  $\Phi_2$  abbiano segno diverso ma che numericamente sia:

$$\Phi'_1 > \Phi_2.$$

Allora la reazione d'indotto smagnetizza tutte le metà polari. Se, come è logico, vogliamo che le tensioni  $V$  e  $V_c$  siano indipendenti dalle correnti di carico, bisognerebbe disporre sopra ciascuna metà polare un avvolgimento compound percorso dalla corrente principale, che neutralizzasse la reazione d'indotto.

E' facile verificare che questi avvolgimenti compound, disposti per esempio, per annullare la reazione d'indotto nel caso a) l'annullerebbero anche nei casi b) e c). D'altra parte bisogna disporre su ciascun polo ausiliario un avvolgimento che, percorso esso pure dalla corrente principale, oltre a creare il campo sufficiente per la commutazione neutralizzi tutte le ampere-spire d'indotto per polo.

Allora, poichè evidentemente lo spazio disponibile per gli avvolgimenti induttori, compound, e dei poli ausiliari è, in una dinamo Ossanna, piuttosto scarso, si preferisce provvedere la dinamo di un avvolgimento compensatore, allogato in canali predisposti nelle espansioni polari principali, che, percorso dalla corrente principale, neutralizzi tutta la reazione d'indotto.

Si rendono così inutili gli avvolgimenti compound, e i poli ausiliari portano soltanto il numero di spire sufficienti per creare il campo di commutazione.

A questa soluzione che permette di realizzare una notevole economia di rame, si attengono tutt'ora i costruttori della dinamo Ossanna. Fino a questo punto nelle nostre considerazioni, abbiamo voluto prescindere dalla corrente di eccitazione per evidenti ragioni di semplicità.

Come risulta dall'osservazione della fig. 1 questa corrente d'eccitazione, prelevata dalle spazzole  $s_1$  e  $s_2$ , percorre solo una parte dell'avvolgimento d'indotto creando così un certo squilibrio. Ma la corrente d'eccitazione è una percentuale così piccola della corrente principale che lo squilibrio in pratica risulta trascurabile tanto da non infirmare menomamente quanto è stato in precedenza detto sulla reazione d'indotto.

Merita di essere segnalato il fatto che la commutazione della corrente di eccitazione in corrispondenza della spazzola  $s_1$  avviene senza l'aiuto dei poli ausiliari perchè la spazzola  $s_1$  commuta i due lati di zona quando questi vengono a trovarsi sull'asse che separa le due metà polari di uno stesso polo. Poichè in questo punto il campo induttore deve essere favorevole alla commutazione non è arbitraria una volta fissato il senso di rotazione della macchina, la scelta della metà polare a flusso variabile.

Consideriamo sempre il caso della fig. 1, riprodotto in forma ancora più schematica nella fig. 3 dove tutte le spazzole sono spostate di un angolo uguale a  $90^\circ$  gradi elettrici.

I circuiti di eccitazione devono essere derivati fra la spaz-

zola ausiliaria  $s_1$  e una delle due spazzole  $S_1$  o  $S_2$  secondo che la metà polare a flusso costante è  $P_1$  o  $P_2$ .

Consideriamo il funzionamento con  $\Phi'_1 = \Phi_2$  in segno e in valore in modo che  $P_1$  e  $P_2$  abbiano la polarità nord. La spazzola  $s_1$  commuta i lati di zona quando questi sono sugli assi  $m-m$  e  $n-n$ . La distribuzione del flusso induttore avviene, grosso modo, come è indicato nella fig. 3 dalla quale risulta che in corrispondenza all'asse  $m-m$  il campo non si annulla ma è sempre positivo (nord). E' quindi necessario che rispetto al senso di rotazione della macchina la polarità del campo in  $m-m$  preceda quello induttore (della stessa polarità) che corrisponde alla metà polare a flusso costante. Di conseguenza quest'ultima non può essere che  $P_2$ .

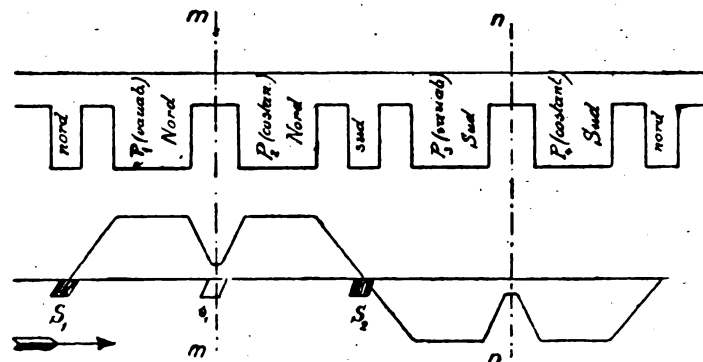


Fig. 3.

Variando il flusso  $\Phi'_1$  varia anche l'intensità del campo di commutazione in  $m-m$  e  $n-n$ , fino ad annullarsi per  $\Phi'_1$  eguale e contrario a  $\Phi_2$ . Ma la corrente di eccitazione è molto piccola. La reazione d'indotto è nulla: la commutazione quindi può avvenire senza inconvenienti purchè il campo in  $m-m$  e  $n-n$  non sia ad essa sfavorevole (2).

Chiudiamo questa breve nota sul nuovo tipo di dinamo con alcune osservazioni di carattere pratico che si possono dedurre facilmente dalle fotografie di macchine costruite riprodotte nell'articolo già ricordato del Dott. Leyerer.

Le due parti nelle quali viene diviso ciascun polo induttore sono uguali: il che permette di usare il medesimo stampo per tranciare le lamiere dei poli. Così facendo si rinuncia evidentemente a ottenere un valore negativo della tensione  $V$  numericamente molto alto: ma in pratica interessa soprattutto disporre di una tensione variabile da 0 a un massimo; l'inversione della polarità ai morsetti è desiderabile solo nel caso in cui la dinamo, usata per l'eccitazione di un grande alternatore, debba eliminare il magnetismo residuo di quest'ultimo. Per tale scopo evidentemente basta disporre di una piccola tensione (negativa).

Inoltre le mezzerie di due metà polari comprese fra due poli ausiliari (come  $P_1$  e  $P_2$ ) formano un angolo minore di quello formato da due metà polari (come  $P_2$  e  $P_3$ ) che comprendono un polo ausiliario: il che del resto è intuitivo.

A titolo d'informazione riportiamo i soli dati riferentisi a macchine costruite, riportati nell'articolo già ricordato.

kW	Volt	Giri	2 p	Osservazioni
21	220	375	6	Eccitatrice di un grande alternatore monofase. Eccitatrice di un motore sincrono.
120	220	930	6	
117	220	250	12	
44/45	220	750	?	
46	220	250	8	

Al solito  $2p$  è la polarità vera della macchina, ossia la metà del numero di poli con i quali la macchina è costruita.

Tutte le dinamo di cui sopra sono munite di avvolgimento compensatore e hanno  $2p$  poli ausiliari.

(2) Solamente quando  $\Phi'_1$  è di segno contrario e maggiore di  $\Phi_2$ , il campo in  $m-m$  e  $n-n$  è sfavorevole alla commutazione della corrente d'eccitazione; ma queste condizioni di funzionamento si verificano in pratica in casi eccezionali.

**Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.**

## MISURA DELLE TEMPERATURE NELLE MACCHINE ELETTRICHE □ □ □ □

R. PETTENATI

La durata di una macchina elettrica e la sicurezza del suo funzionamento dipendono largamente dalla temperatura delle sue varie parti, cosicchè è necessario costruirla in modo da non superare per questa temperatura determinati limiti.

Le perdite che danno luogo a sviluppo di calore sono essenzialmente quelle del ferro (isteresi e correnti vorticosi o parassiti) e quelle causate dal rame (per effetto prodotto sia dalla corrente utile sia dalle correnti vorticosi). Ora, se è possibile calcolare con notevole precisione la somma totale di dette perdite, è per contro assai malsicuro determinare in precedenza la temperatura interna; bisogna contentarsi di misurarla mediante appositi termometri, mentre le macchine si trovano nella sala prove. Più recentemente si è introdotto il concetto di controllare la temperatura delle macchine e dei trasformatori durante il loro funzionamento. I vantaggi che possono derivare da tale continuativa verifica delle temperature del macchinario elettrico sono: 1) sicurezza contro il sovra riscaldamento degli avvolgimenti; 2) maggior sfruttamento del macchinario medesimo; 3) risparmio nell'acqua di raffreddamento.

### Misura pratica delle temperature in vari casi. - Temperatura dell'aria di raffreddamento.

A carico costante e a parità di altre condizioni, aumentando il riscaldamento di una macchina, aumenta la temperatura all'uscita dell'aria di raffreddamento, ammesso che la velocità della medesima non vari. Misurando la temperatura dell'aria di raffreddamento, si sorveglia assai bene una macchina, col vantaggio che essa in inverno, a temperatura ambiente bassa, può essere sovraccaricata più che in estate.

Partendo da una temperatura costante del rame, ad esempio da un massimo di 100° C e tenendo presente che, in base alle esperienze nella sala prove, ad una temperatura esterna di + 20° C si ha per l'aria di raffreddamento uscente dalla macchina una sovratemperatura, poniamo, di 35° C, si può calcolare la temperatura dell'aria all'uscita per ogni valore della temperatura dell'aria all'entrata. Se si ammette per approssimazione che questi fenomeni obbediscano a semplici leggi di proporzionalità e se l'aria uscente nella marcia a vuoto ha una sovratemperatura ad es. di 20° C, si ha che le perdite del ferro provocano a pieno carico  $100 \cdot \frac{20}{35} = 57\%$  del riscaldamento totale, quelle del rame il 43 %; risulta quindi la seguente tabella:

Temperatura esterna C	Aumento nella temperatura del rame C	Perdite Cu	Perdite Fe	Perdite totali	Temperatura dell'aria uscente C	Aumento della temperatura dell'aria C	Potenza
- 20	120	1,50	0,57	2,07	26,1	46,1	1,225
- 10	110	1,375	0,57	1,95	33,5	43,5	1,17
+ 0	100	1,25	0,57	1,82	40,5	40,5	1,12
+ 10	90	1,125	0,57	1,70	48,0	38,0	1,06
+ 20	80	1,—	0,57	1,57	55,0	35,0	1,—
+ 30	70	0,875	0,57	1,45	62,3	32,3	0,935
+ 40	60	0,75	0,57	1,32	69,4	29,4	0,965

Dalla suddetta tabella si vede che è assai preferibile, dal punto di vista della precisione, la misura della temperatura dell'aria all'uscita ed all'entrata, che non la misura soltanto della differenza fra le due temperature. Tuttavia per oscillazioni del + 20° C nella temperatura all'entrata, la differenza in parola varia solo del + 5° C. Si può tenere detta differenza costante (35° C) e ricavare da essa la temperatura del rame; allora per temperature ambienti che varino da - 20° a + 40° C si ha una temperatura del rame che varia da + 60° a + 120° C.

Il controllo delle due temperature di cui sopra si fa con facilità mediante i termometri elettrici a distanza del tipo Siemens, osservando quanto segue:

a) Se si possiede un unico strumento indicatore dop-

pio, i due sistemi di misura con i due indici sono allora in una unica custodia e sulla scala è disegnata una curva che per ogni temperatura all'entrata dà la temperatura massima ammissibile all'uscita. Secondo la posizione degli indici rispetto a detta curva, la macchina può essere più o meno sovraccaricata.

b) Se si eseguisce la misura con un strumento indicatore semplice avente un unico sistema di misura con un indice, l'apparecchio segna normalmente la differenza delle temperature su una scala nera; mediante un dispositivo di commutazione, si può leggere sulla stessa scala la temperatura dell'aria all'entrata. Sotto alla scala nera se ne trova una rossa: per una determinata temperatura ambiente, indicata da quest'ultima, la scala nera dà la massima differenza di temperatura.

### Temperatura dell'olio nei trasformatori.

La misura della temperatura nello strato superiore dell'olio avviene in vari modi. Il più semplice è quello mediante termometri a liquido, i quali tuttavia possono dare indicazioni poco precise e sono anche scomodi per la lettura, specie quando i trasformatori hanno dimensioni assai grandi. Conviene allora ricorrere ai termometri a resistenza con lettura a distanza, con i quali è possibile, per più posti di misura, usare un unico apparecchio indicatore oppure uno registratore. Nulla vieta di accoppiare a questo sistema un dispositivo per le segnalazioni di allarme.

### Temperatura degli avvolgimenti di rame.

La misura della temperatura, basata su quella della resistenza a freddo ed a caldo, presuppone che il coefficiente di temperatura del rame abbia un valore fisso; invece questo varia secondo la purezza del rame stesso e si può arrivare ad errori perfino del 25 %. Un controllo continuo della temperatura per le bobine percorse da corrente alternata, non è per quella via possibile, ma se si ha da fare con corrente continua, allora si sostituisce il sistema a ponte con apparecchi indicatori simili a quelli basati sul principio di Deprez d'Arsonval, con l'unica differenza che l'equipaggio mobile è costituito da un magnete di forma ellittica e da due bobine incrociantesi fra loro sotto un angolo variabile da 10° a 60°, a seconda della sensibilità desiderata.

Le due bobine sono inserite in modo da agire l'una contro l'altra e vengono alimentate da due correnti, di cui una attraverso una resistenza fissa di manganina e l'altra un termometro a resistenza.

I due circuiti sono però in parallelo sulla medesima sorgente di elettricità. Siccome poi per quanto sopradetto il nucleo ha una forma ellittica, il campo magnetico non è più radiale ed acquista per così dire una direzione lungo la quale tende a porsi la risultante delle amp-spire che percorrono le due bobine. Se le due correnti delle due bobine aumentano in uguale misura, la direzione della risultante non cambia; se invece il rapporto fra le due correnti cambia, si sposta anche l'indice dello strumento entro certi limiti indipendenti dal valore della tensione.

### Misura con termoelementi.

E' noto che riscaldando il punto di saldatura tra due metalli diversi, si genera una forza elettromotrice, il cui valore dipende dalla differenza di temperatura tra i punti estremi caldi e freddi e dal materiale. Per il controllo della temperatura sul macchinario elettrico si usano i seguenti termoelementi:

F. e. m. termoelettrica  
per una differenza di temperatura  
da 0° a 100° C.

Ferro-costantina	5,2 mV
Rame costantina	4,1 mV
Nichel costantina	5,6 mV

I termoelementi in forma di fili sottili (0,5 mm) oppure di nastri (5×0,1 mm), vengono posti nell'immediata vicinanza dei conduttori, di cui si desidera conoscere la temperatura. Detti termoelementi hanno da una parte il vantaggio della misura per « punti », di occupare poco posto e di non richiedere una sorgente apposita di elettricità; d'altra parte però presentano lo svantaggio di richiedere la sorveglianza della temperatura alle estremità fredde e di esigere apparecchi assai sensibili. Per mantenere gli estremi freddi dei termoelementi ad una temperatura costante, essi vengono, abbastanza spesso montati entro un foro nel terreno profondo circa due o tre

metri (fig. 1), perchè a quella profondità le oscillazioni della temperatura sono del tutto trascurabili.

La forza elettromotrice può essere misurata mediante voltmetri sensibili per corrente continua, o sia mediante millivolt-

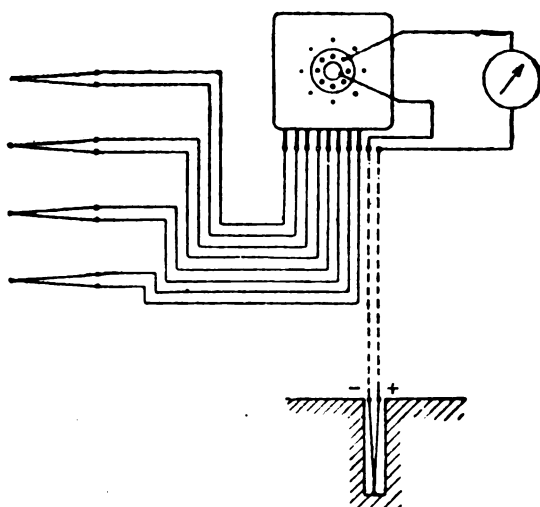


Fig. 1.

metri con una scala di circa 5-7 millivolt, ciò che corrisponde ad una sovratemperatura di circa 120° C; detti strumenti sono dei più sensibili e le forze direttive sono così piccole che l'asse del sistema di misura deve essere montato verticalmente. Gli apparecchi devono avere anche un'alta resistenza interna affinché le indicazioni siano indipendenti dalla resistenza dei termoelementi; si raggiungono quindi resistenze di circa 100-200 ohm. Pur tuttavia, se la resistenza del termoelemento non è trascurabile, bisogna ricorrere ad apposite correzioni. Gli strumenti vengono costruiti anche per la registrazione e si possono contemporaneamente avere diverse curve a differenti colori.

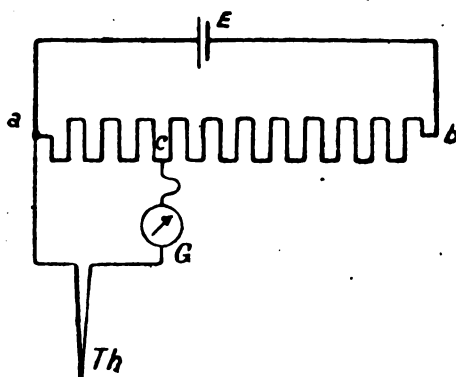


Fig. 2.

L'errore dovuto alla resistenza propria dei termoelementi, viene eliminato mediante metodi di compensazione secondo il principio esposto nella fig. 2; un elemento normale avente una forza elettromotrice nota è inserito su una grande resistenza regolabile e questa viene variata fino a tanto che il galvanometro segna zero. Questi metodi di compensazione sono, come ben s'intende, assai più precisi.

#### Misura con termometri a resistenza.

I termometri a resistenza costituiti di metallo puro (rame, platino, nichel) sono molto utilizzati; anzi quelli di platino servono per tutte le temperature da -200° a +800° C. Con i termometri a resistenza non è necessario ricorrere all'inserzione a ponte di Wheatstone; si può con essi adoperare un apparecchio indicatore differenziale a bobine incrociate, dove il valore della tensione ausiliaria non ha alcuna influenza sulle indicazioni fino a tanto che le oscillazioni di essa, rispetto al valore medio, non superino il +20%. I normali termometri a resistenza vengono adoperati per controllare soltanto la temperatura del ferro dello statore. Per la misura negli avvolgimenti, bisogna ricorrere a tipi speciali.

La differenza principale fra la misura con termometri a resistenza e quella con termoelementi è costituita dal fatto che per i termometri a resistenza non occorre tener conto della temperatura degli estremi freddi. La misura con i termometri a

resistenza permette inoltre di disporre i termometri vicino all'alta tensione; occorre allora alimentarli con corrente monofase attraverso trasformatori protettivi. Dovendosi tener conto della lunghezza dei conduttori di collegamento fra termometri ed strumento, si sceglie la resistenza del termometro assai alta, fino a 50-100 ohm, ciò che dà lo svantaggio di dover ricorrere per esso a fili troppo sottili.

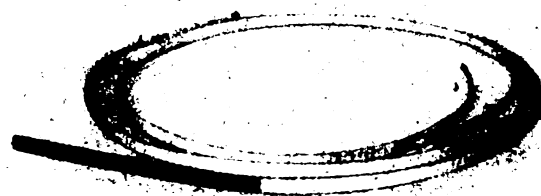


Fig. 3.

Il numero delle spire dei trasformatori, sia dal lato del termometro che dal lato del ponte, è scelto in modo che si abbia il rapporto da 1 a 10; in tal caso corrente e tensione si trasformano del pari nel rapporto da 1 a 10; le resistenze però, per la nota legge, nel rapporto da 1 a 100. I conduttori del ponte possono pertanto essere commisurati per una resistenza termometrica di 100 Ohm, mentre può essere montato un termometro di solo 1 Ohm di resistenza.

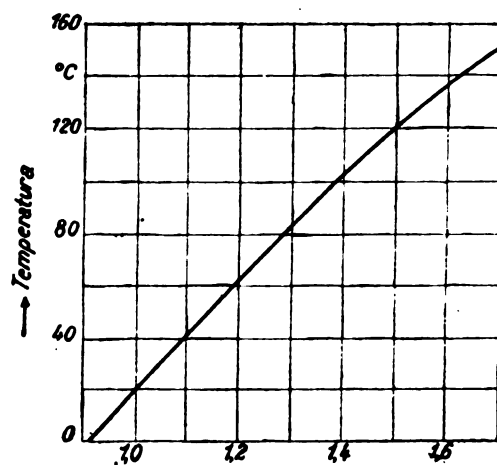


Fig. 4.

E' stato detto prima che, con termometri a resistenza, non è possibile eseguire misure in singoli punti, perchè i termometri, tenuto conto dell'aumento di temperatura dovuto alla corrente, non possono essere fatti piccoli a piacere e questo vale anche e più per le misure con corrente monofase. Se per esempio con una resistenza di 150 Ohm si ha la deviazione a

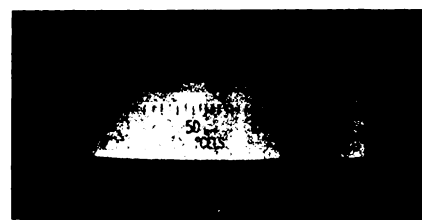


Fig. 5.

fondo scala con 5 millivolt, ciò che corrisponde ad una potenza consumata nell'istrumento di:

$$\left( \frac{5 \times 10^{-3}}{150} \right)^2 = 0,16 \times 10^{-10} \text{ W.}$$

Con corrente continua è possibile per un carico dei termometri da 0,001 fino a 0,01 watt, adoperare strumenti del tutto sicuri. L'apparecchio indicatore più sensibile per corrente monofase ha bisogno però di almeno 0,1 W. Anche con eccitazione separata della bobina fissa, difficilmente si arriva a 0,01 W. e con tutto ciò deve tenersi conto anche delle perdite del ferro e del rame nei trasformatori di protezione.



Il carico rappresentato dai termometri deve rappresentare un multiplo delle perdite se non si vuole che la precisione delle misure sia influenzata dalle oscillazioni della temperatura degli avvolgimenti nei trasformatori di protezione, e siccome si può ritenere che le perdite totali nel trasformatore di protezione ammontino a 0,1 W, così si può stabilire il carico di cui sopra per corrente monofase sul valore di 1 W.

Un punto difficile è rappresentato dalla necessità di tenere le dimensioni dei termometri entro limiti assai ristretti, come è richiesto dalle misure sui generatori. Il Dott. Keinath, della Siemens, ha sviluppato un tipo di apparecchi basato sui concetti seguenti.

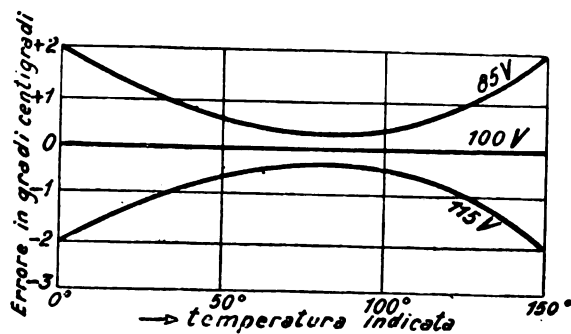


Fig. 6.

Poniamo che il carico rappresentato da un termoelemento a resistenza sia pari a 1 W, la resistenza ad 1  $\Omega$ , la corrente ad 1 A, il voltaggio quindi ad 1 volt, valori questi che valgono per una temperatura di 20° C. I numeri delle spire nei due avvolgimenti del trasformatore di protezione stanno nel rapporto 1: 100, mentre la resistenza di paragone è di 10.000  $\Omega$ . La resistenza di misura (fig. 3) è costituita da un nastro di nichel senza autoinduzione; nella fig. 4 si ha il diagramma corrispondente all'aumento della resistenza per temperatura da 0 fino a 150° C. La lunghezza del termometro è di 30 cm, la larghezza di 10 mm e lo spessore di circa mm 1,5.

La fig. 5 ci dà la scala di un apparecchio indicatore approssimativamente proporzionale; la fig. 6 indica l'influenza delle oscillazioni della tensione sopra le letture, che invece si possono ritenere quasi indipendenti dalla frequenza; la fig. 7 dà infatti l'errore a 40 periodi supponendo l'apparecchio indicatore tarato a 50 periodi.

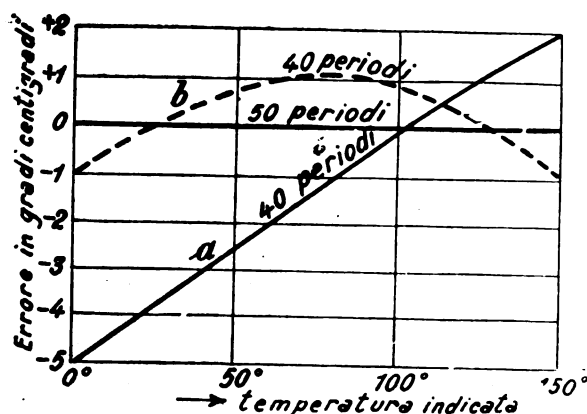


Fig. 7.

E' possibile inserire su un unico apparecchio indicatore diversi termometri a resistenza coll'avvertenza che ogni termometro sia inserito su un trasformatore di protezione e che le commutazioni avvengano nel circuito a bassa tensione, altrimenti volendo adoperare un unico trasformatore di protezione bisognerebbe ricorrere alla commutazione sull'alta tensione.

#### Difetti dei vari metodi di misura della temperatura.

Le principali cause di errori sono, per i diversi metodi, le seguenti:

1) Misure con termometri a mercurio. Con detti termometri si misurano soltanto le temperature superficiali ed anche in modo approssimativo.

2) Perle (coni) di fusione. Non essendo il controllo continuo e avvenendo soltanto quando i generatori stanno fermi, è evidente che il metodo non presenta garanzie sufficienti.

3) Misura della temperatura dell'aria di raffreddamento

uscite. Detto metodo non presenta finora dati pratici sufficienti per poterlo giudicare con sicurezza; in ogni modo la precisione delle letture dipende anche dalla velocità dell'aria, il che richiede l'uso di un manometro.

4) Misura della resistenza del rame negli avvolgimenti. La precisione di questo metodo è influenzata dal coefficiente di temperatura il cui valore non è perfettamente fisso.

5) Misure con termoelementi. Il difetto di questo metodo è costituito dalla necessità di tener costante la temperatura degli estremi freddi dei termoelementi medesimi, ma a questo si può provvedere con opportune disposizioni di montaggio; d'altra parte i termoelementi offrono il modo di misurare la temperatura in determinati punti. Il metodo si presenta così come uno dei migliori.

6) Misure mediante termometri a resistenza. Questo metodo è più comodo dei precedenti, ma: a) la misura non può essere fatta per punti; b) le oscillazioni della tensione di misura influenzano le letture, ciò che obbliga di ricorrere ad una regolazione prima di eseguire le misure stesse; c) in termoelementi che siano alimentati mediante corrente monofase, si possono avere forze elettromotrici secondarie che influenzano le letture (fig. 6). Per di più dette cause di errore possono diventare trascurabili, di fronte a quelle dipendenti da una cattiva scelta dei punti in cui i termometri devono venir montati, dovendosi tener conto delle influenze dell'isolamento dei generatori come anche delle particolarità costruttive di essi.

Le prove in parola dimostrano che il problema è tutt'altro che facile e che il costruttore di macchine elettriche deve necessariamente collaborare col costruttore dei termometri elettrici per arrivare a risultati soddisfacenti.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### In materia di illuminazione stradale.

Riceviamo:

Ho letto la comunicazione dell'Ing. C. Clerici su « L'illuminazione pubblica delle grandi città » e desidero dire qualche parola sul punto ove, parlando sempre della pratica americana, è detto:

« Queste considerazioni del bisogno di luce in diversi piani, han fatto sì che la misura in lux della illuminazione è dai più abbandonata per le strade sostituendovi l'indicazione dei lumen per piede o per metro corrente, supponendosi che il flusso luminoso destinato alla strada sia poi utilizzato nel modo più razionale ».

E' vero che la illuminazione orizzontale non è sufficiente a dare una misura precisa della illuminazione di cui può disporre l'occhio nelle diverse condizioni in cui è chiamato a funzionare; questo rimarco vale tanto per la illuminazione di strade, quanto per la illuminazione di interni, ove sovente interessa pure molto la illuminazione su piani verticali: cito ad es. sale di esposizione, camere da letto, negozi, biblioteche, uffici, ecc. Nulla toglie che per la illuminazione di interni si continui tranquillamente, americani compresi, a individuarla mediante i lux orizzontali medi.

Non si comprende infatti, dato e non concesso che la illuminazione orizzontale media dia poco, perchè si dovrebbe adottare una denominazione che non dice nulla. In illuminazione parlare di lumen per me sarebbe come in meccanica parlare di pressioni in kg per ml o per cm lineare, cioè un non senso. I lumen hanno infatti significato in quanto siano riferiti ad un'area; e aver ad es. 1000 lumen per ml di strada non dà nessunissima idea non solo della illuminazione orizzontale, ma nemmeno della illuminazione verticale per quella strada, se non si dice quanto la strada è larga.

E' perciò che gli americani non hanno idea, io credo, di sopprimere nella illuminazione stradale la designazione dei lux orizzontali medi, o dei lumen per m<sup>2</sup> di strada illuminata (il rapporto lux

lumen dipende unicamente dal fattore di utilizzazione del flusso luminoso).

Penso piuttosto che siccome in certe strade a forte illuminazione, di carattere commerciale, i negozianti frontisti contribuiscono in ragione di un tanto per ml di fronte, sia invalso l'uso, per ragioni di analogia, di specificare per queste strade quanti lumen sono forniti per ml di fronte.

Trattasi però di illuminazioni miste a carattere pubblico-commerciale, e di usi di eccezione.

Nelle strade, dove realmente occorre maggiore illuminazione, orizzontale o verticale, è nei punti lontani dalle lampade, ove appunto

la illuminazione orizzontale tende ad essere minima perchè la perpendicolare al raggio tende ad essere verticale, e quindi ha proiezione minima sul piano orizzontale. In questi punti viceversa, per ragioni perfettamente opposte, la illuminazione verticale tende ad acquistare forti valori, molto superiori a quelli della illuminazione orizzontale.

Si vede pertanto che la considerazione della illuminazione verticale non deve preoccuparci oltre il dovuto, e tanto meno guidarci verso l'adozione di designazioni improprie.

Torino, 17 febbraio 1927.

Ing. GUIDO PERI.

## == SUNTI E SOMMARI ==

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

**J. W. MC NAIRY — Interruttori ultra rapidi per reti di alimentazione per servizi di trazione.** Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 490).

L'A. si occupa nell'articolo delle caratteristiche principali dell'interruttore ultrarapido e dei vantaggi che dal suo impiego derivano alle reti per trazione a corrente continua, ove esso è specialmente usato.

La necessità della protezione ultrarapida è stata riconosciuta da diversi anni per i vantaggi che si hanno, nell'eliminare nel caso di un corto circuito o di variazione rapida e forte della corrente e della tensione, le fiammate sulle macchine e quindi tutti i danni che ne conseguono. Per ottenere ciò era necessario ridurre la durata del corto circuito ed i valori che in esso raggiunge la corrente.

L'interruttore ultrarapido del tipo magnetico, descritto nell'articolo, risponde appunto a tali caratteristiche. In esso infatti la corrente principale provoca direttamente, ossia senza l'azione intermedia di relais o altri dispositivi consimili, l'apertura dei contatti, ove avviene la rottura del circuito. Viene ridotto al minimo il numero dei pezzi in movimento e così pure è minimo il momento di inerzia dell'equipaggio mobile, stabilendo una breve corsa di scatto e usando molle di apertura potenti.

Per la soffiatura dell'arco viene usato un dispositivo molto efficace in modo che esso viene esteso ed esaurito rapidamente.

L'apertura dei contatti, ove avviene la rottura del circuito, si ottiene per mezzo di uno spostamento di flusso provocato da una bobina di scatto percorsa dalla corrente principale e che si trova fra la parte fissa e quella mobile del circuito di apertura. Liberata la parte mobile dall'azione attrattiva che la teneva attaccata a quella fissa, per mezzo di molle potenti, lo scatto dell'interruttore è rapidissimo.

L'interruttore ha inoltre altre caratteristiche peculiari che rendono la sua azione particolarmente efficace; la più importante di queste è la proprietà selettiva, che ad esso si può conferire, mediante la aggiunta di uno speciale shunt induttivo alla bobina di scatto.

Si fa in modo che la corrente in un alimentatore ove avviene il guasto, ad esempio, venga limitata dall'interruttore prima che sia raggiunto il punto di scatto di altri interruttori simili di alimentatori interconnessi col suddetto o posti a protezione della macchina, nella sottostazione.

L'A. indica un procedimento per calcolare la distribuzione della corrente fra la bobina di scatto e lo shunt induttivo in un determinato istante, quando siano noti i valori delle induttanze della bobina di scatto, dello shunt e del circuito esterno e le resistenze degli elementi di cui sopra.

Generalmente si usa equipaggiare gli interruttori di alimentatori collo shunt induttivo, che conferisce loro appunto le qualità selettive sopra accennate, mentre l'interruttore posto a protezione della macchina ne è sprovvisto. Si fa fronte così a un corto circuito che si verifichi nell'alimentatore, nella maggioranza dei casi, col semplice interruttore dell'alimentatore, senza influenzare quello della macchina.

L'articolo contiene poi un esempio dimostrativo per far meglio comprendere queste qualità selettive dell'interruttore ultrarapido in esame.

Oltre a tali proprietà selettive ve ne sono altre, che hanno la loro importanza, quale ad esempio quella relativa alla protezione di lunghi alimentatori realizzata disponendo ad una certa distanza dalla sottostazione un interruttore del suddetto tipo colla bobina di tenuta eccitata dalla linea e col punto di scatto sufficientemente basso per agire in caso di corto circuito all'estremità della linea stessa.

Vennero fatte esperienze per dimostrare tutte le proprietà dell'interruttore ultrarapido sopra accennato, e furono presi degli oscillogrammi dimostranti appunto i risultati delle suddette esperienze.

L'A. chiude il suo interessante studio accennando a un metodo recentemente sviluppato per applicare gli stessi interruttori ultrarapidi alle reti a corrente alternata realizzando anche su esse molti dei vantaggi prima accennati per le reti a corrente continua. C. G. E. (\*)

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

### APPLICAZIONI VARIE.

**A. R. STEVENSON Jr. — La tecnica del freddo.** (Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 452).

Dopo avere esposto lo sviluppo della tecnica degli impianti frigoriferi, l'A. viene ad esporre la situazione della costruzione di macchine frigorifere domestiche: ricordato il principio di Elihu Thomson, che aveva ideato la costruzione di un impianto frigorifero, nel quale non si faceva che raccogliere e immagazzinare il freddo durante l'inverno per raffreddare un frigorifero nell'estate, passa a descrivere lo stato attuale della tecnica del freddo per le applicazioni domestiche nelle costruzioni della G. E. Co.

La G. E. Co. ha studiato per le applicazioni domestiche un tipo di macchina frigorifera, in cui la parte che genera il freddo è ermeticamente chiusa e non richiede la minima cura e sorveglianza, di guisa che essa può essere affidata anche alla massaia più ignara di nozioni di elettrotecnica o di meccanica.

Questa unità frigorifera è il frutto di numerosi precedenti tentativi compiuti dalla G. E. Co. per risolvere praticamente questo problema. La parte vitale è costituita da una camera contenente soluzione salina, in cui è immerso un serpentino, nel quale avviene l'evaporazione del mezzo raffreddante (anidride solforosa, allo stato liquido). Per questa evaporazione si ha l'abbassamento di temperatura occorrente ad assorbire le calorie addotte per convezione dall'interno della ghiacciaia alla camera di raffreddamento: a mezzo di compressore a due cilindri oscillanti azionato da un motorino con rotore a gabbia di scoiattolo il gas solforoso viene poi portato alla pressione da 12 a 20 atmosfere, a seconda della temperatura esterna, e fatto circolare in apposito serpentino di condensazione posto sopra la ghiacciaia: quivi allora il gas compresso passa allo stato liquido e viene poi lasciato raccogliere in apposito spazio, donde è immerso di nuovo nel serpentino di evaporazione; e quivi la sua ebollizione è favorita dal fatto che l'aspirazione del compressore vi produce una depressione. Da prove fatte dalla G. E. Co. si ha ragione di ritenere che un'unità di questo genere può essere fatta funzionare per quindici anni senza dover mai ispezionare la parte meccanica dell'apparecchio, ritenendosi che anche l'olio lubrificante possa conservare le sue proprietà per un tale periodo senza alterarsi. Naturalmente essendo l'unità finita colla maggiore accuratezza anche nelle sue parti esteriori si presta egregiamente a far parte del mobilio di una cucina moderna. C. G. E.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

**G. SCIMENI — La misura della portata nelle condotte degli impianti idroelettrici.** (L'Energia Elettrica, agosto 1926, pag. 650).

L'A. riferisce in particolare sulle misure eseguite nella condotta dell'impianto di Malnisio (Pordenone) della Soc. Forze Idrauliche del Veneto, col metodo del mulinello, approfittando di una saracinesca.

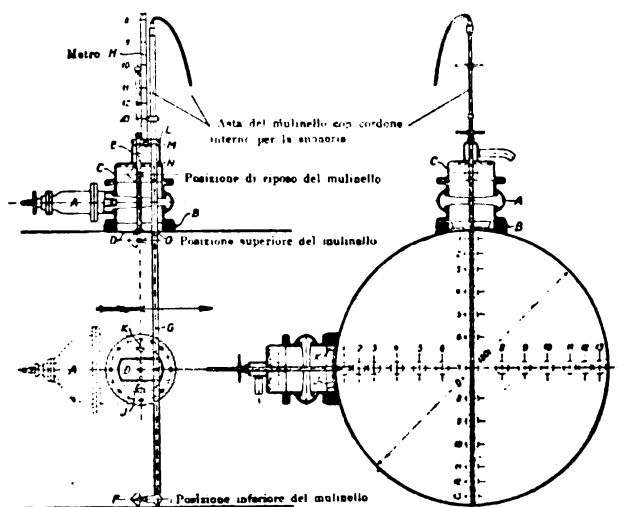


Fig. 1. — Dispositivo per misure di portata con mulinelli.

L'A. ricorda che il Dufour applicò tale metodo fin dal 1908 nella tubazione di m 2,40 di diametro della centrale di Dalfos (Norvegia) servendosi di un mulinello sospeso ad un'asta, che veniva introdotta nella condotta attraverso un foro; però per introdurre il mulinello occorreva procedere allo svuotamento della condotta, ed altrettanto bisognava fare per toglierlo. Il Dufour operava su un diametro solo, e, in misure successive, su due diametri perpendicolari.

Il Sundby nel 1916 ideò un dispositivo che permetteva di esplorare qualunque punto dell'interno della condotta. L'asta passava attraverso una sferetta la quale era tenuta pressata contro la parete esterna della tubazione da apposito cavalletto speciale; la sferetta



prietà che la rende utilissima per la costituzione dell'involucro dei cavi Krarup, perchè permette di ottenere elevati valori della selfinduzione per le deboli forze magnetizzanti prodotte dalle correnti telefoniche e telegrafiche.

Gli esperimenti di applicazione di questa lega nella costruzione dei cavi hanno brillantemente confermato i primi risultati di Laboratorio, tanto che venne posato un cavo di 3700 km. di lunghezza fra New York e le Azzorre, il quale serve anche alle comunicazioni dirette fra l'Italia e gli Stati Uniti d'America, cavo caricato uniformemente con una striscia di permalloy di 0,15 mm di spessore avvolta a spirale intorno al conduttore.

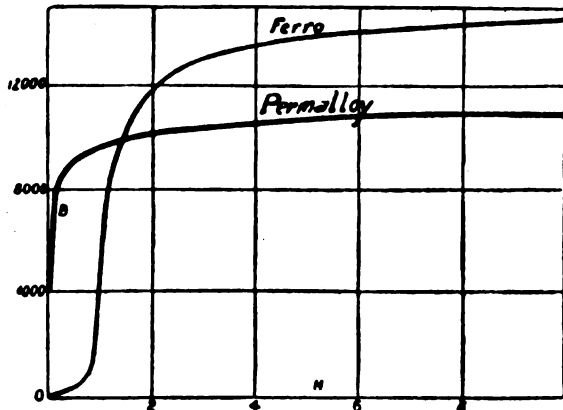


Fig. 1.

E' da notare che coll'aumento di autoinduzione dei circuiti telegrafici si accresce grandemente la velocità di trasmissione dei segnali perchè le impulsioni di corrente, essendo meno deformate, possono susseguirsi con successione più rapida che nei circuiti normali. Così nel cavo New York-Azzorre si sono raggiunte velocità di trasmissione finora mai ottenute nei cavi: normalmente 700 lettere al minuto.

E' certo che l'applicazione della lega Permalloy apre nuovi orizzonti alla telefonia e telegrafia a grande distanza in cavi e non mancherà di portare un utile contributo alla soluzione del problema della telefonia transoceanica.

Altri perfezionamenti sono stati attuati o proposti per la costruzione dei cavi Krarup.

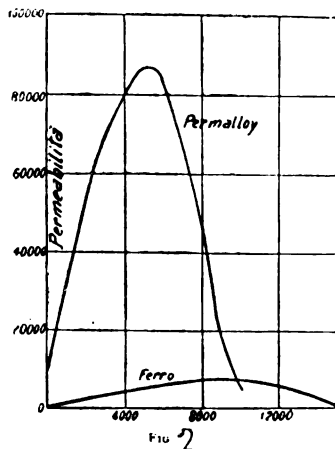


Fig. 2.

Specialmente notevoli sono alcuni brevetti secondo i quali il filo di ferro che circonda il conduttore di rame viene ricotto dopo la sua applicazione sul conduttore stesso facendovi passare una corrente elettrica. Per ottenere una buona aderenza fra rame e ferro si è anche proposto di formare il conduttore mediante trafilatura di un tondino costituito da un tubo di ferro riempito di rame fuso od anche di ricoprire il conduttore con ferro elettrolitico depositato direttamente sul filo di rame.

\*

In una seconda parte dell'articolo l'Autore studia come si possa determinare il valore più conveniente del rapporto fra ferro e rame in cavo Krarup e per ciò prende dapprima in esame le formole date dal Larsen (E. T. Z., 1908, pag. 1031) per il calcolo della induttanza e della resistenza di un conduttore di rame rivestito con più spirali di filo di ferro, ed osserva che si possono per i casi pratici, in cui il rivestimento è formato da due sole spirali di fili di ferro, semplificare come segue:

L'induttanza in henry per km di conduttore si può calcolare colla formola:

$$L = 10^{-4} \frac{d}{r_1 + \frac{d}{2}} \mu$$

ove  $\pi$  rappresenta il diametro del conduttore di rame,  $d$  lo spessore del rivestimento di ferro  $\mu$  la permeabilità iniziale del ferro che può per il ferro dolce magnetico ritenersi di 130.

La resistenza effettiva  $R_{eff}$  del conduttore deve calcolarsi come la somma della resistenza ohmica  $R$  del filo e dell'aumento di resistenza  $\Delta R$  dovuto all'effetto delle perdite nel ferro. Per questo termine l'autore semplificando la formola data dal Larsen e riferendosi ad una frequenza di 800 periodi, dà l'espressione:

$$\Delta R = 815 \frac{d^2}{r_1 + \frac{d}{2}}$$

in ohm per km di doppio filo.

Dai valori così calcolati della resistenza e dell'induttanza e da quello della capacità  $C$  in microfarad/km si ricava la costante di attenuazione della linea (trascurando l'effetto della conduttanza di dispersione) colla nota relazione:

$$\beta = 10^{-3} \sqrt{0,5 \omega C (\omega^2 L^2 + R_{eff}^2 - \omega L)}$$

Il problema di determinare come debbono essere fra loro proporzionati il diametro del filo di rame e lo spessore del rivestimento di ferro per ottenere la minima costante di attenuazione, ovvero, data la costante di attenuazione, come si possano realizzare le minime dimensioni del cavo, è, nella sua forma generale, molto indeterminato. Tuttavia, stabilite alcune limitazioni al problema, è possibile dargli una soluzione analitica o grafica.

L'Autore considera due casi particolari, in entrambi i quali suppone che la capacità  $C$  del cavo sia fissata e costante.

Nel primo caso egli ammette come dato e costante il diametro esterno  $r_1 + d$  del conduttore rivestito e ricerca il valore dello spessore del ferro  $d$  corrispondente alla minima costante di attenuazione il che equivale approssimativamente a ricercare il cavo telefonico migliore a parità di costo.

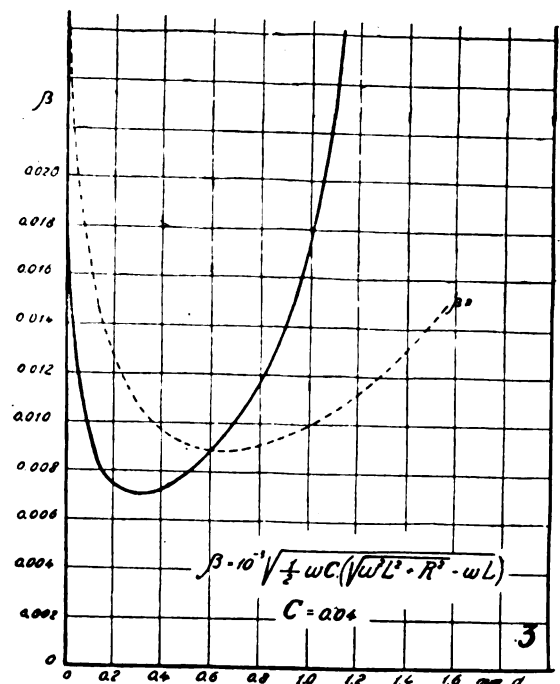


Fig. 3.

Mostrando con un esempio numerico come si risolve il problema egli considera un cavo isolato con carta ed aria per il quale  $r_1 + d = 1,6$  mm e  $C = 0,04$  microfarad/km e calcola mediante le formole precedenti i valori di  $\beta$  corrispondenti a diversi valori di  $d$ . I risultati sono riportati nella curva piena della figura 3 che offre un minimo di  $\beta = 0,0071$  in corrispondenza di  $d = 0,3$  mm realizzabile con avvolgimento di due fili di ferro di 0,15 mm di diametro sopra un conduttore di rame del diametro di 2,6 mm.

Nel secondo caso si è invece ammesso come dato e costante il diametro del conduttore di rame. Allora la variazione dello spessore dell'avvolgimento di ferro cambia il diametro esterno del conduttore e per mantenere costante la capacità occorre variare le dimensioni ed il costo del cavo. Anche qui si è considerato come esempio numerico il caso speciale di un cavo con filo di rame di 2 mm di diametro e capacità ancora di 0,04 mf/km.

I valori di  $\beta$  calcolati in corrispondenza dei diversi valori dello spessore  $d$  del ferro sono riportati nella curva a tratti della fig. 3 che dà un minimo di  $\beta = 0,0089$  per uno spessore del ferro  $d = 0,65$  mm.

Questo valore della costante di attenuazione è superiore a quello che si otterrebbe realizzando la condizione di minimo precedente. Nei due casi il diametro esterno del conduttore rivestito e quindi anche, a parità di capacità, il diametro del cavo è pressimamente lo stesso.

Nell'ultima parte del lavoro l'Autore riporta i risultati di una serie di misure eseguite nel Laboratorio Sperimentale della Società Tedeschi e dirette ad indagare sulla influenza degli avvolgimenti di filo di ferro attorno al conduttore di rame nei cavi telefonici sistema Krarup, sulle relative caratteristiche di selfinduzione e di resistenza effettiva e sulla costante di attenuazione ed a riscontrare i dati sperimentali con quelli calcolati. Egli rileva una buona concordanza fra i valori misurati di  $L$  e di  $\Delta R$  e quelli calcolati colle formole sopra citate. Applicando la formula del Larsen ricava pure i valori della permeabilità iniziale del ferro che trova prossimi al valore ammesso di 130.

Un'altra serie di misure è diretta a verificare la legge di variazione colla frequenza delle perdite nell'involucro di ferro. La teoria indica che tali perdite devono variare col quadrato della frequenza  $f$  e l'Autore, discutendo i risultati ottenuti sperimentalmente trova che l'aumento di resistenza  $\Delta R$  può mettersi sotto la forma:

$$\Delta R = K f^x$$

attribuendo all'esponente  $x$  il valore medio di 1,84.

L. B.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

**H. BANY e G. R. Mc DONALD — Comando automatico di gruppi motore sincro-dinamo alimentanti reti di illuminazione a corrente continua sistema Edison.** (Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 482).

L'A. prende in considerazione i gruppi motore sincro-dinamo per il servizio di distribuzione Edison a tre fili. Le sottostazioni di conversione sono normalmente equipaggiate con uno, due o tre gruppi della potenza da 1000 a 1875 kW. Requisiti di questi impianti sono la continuità del servizio e la accurata regolazione della tensione. I gruppi sono normalmente studiati per rispondere alla necessità di lasciarli in servizio anche in caso di sovraccarichi o di perturbazioni sia dal lato corrente continua che alternata, e ciò per ridurre per quanto possibile le interruzioni: la dinamo è perciò del tipo compound differenziale col campo in parte a eccitazione indipendente e in parte autoeccitato: il sincro inoltre è provvisto di avvolgimenti ammortizzatori a bassa resistenza in modo da poter sviluppare la coppia di pieno carico, come un motore a induzione, al 95 per cento della velocità di sincronismo.

L'avviamento dei gruppi avviene automaticamente in seguito ad abbassamento nella tensione della rete di distribuzione a corrente continua, mentre l'arresto si verifica quando la potenza sviluppata dalla dinamo scende al disotto di un predeterminato valore.

La successione delle operazioni per la messa in marcia di un gruppo e per la sua messa in parallelo sulle sbarre a corrente continua è in generale la stessa come nel comando manuale. Il comando automatico agisce in seguito all'azione del così detto contattore principale, che è eccitato e diseccitato in relazione alle indicazioni di marcia o di arresto. I dispositivi di protezione dell'equipaggiamento sono tutti del tipo a chiusura di circuito. L'avviamento dei gruppi si può fare secondo uno dei seguenti tre metodi, che differiscono l'uno dall'altro per il modo come è ottenuta la tensione ridotta necessaria all'avviamento e cioè: o per mezzo di compensatore, o per mezzo di collegamento stella-triangolo degli avvolgimenti o per mezzo di una reattanza in serie.

Le caratteristiche di protezione sono in parte analoghe a quelle dei comandi manuali, in parte peculiari di questi comandi automatici: se si interrompe l'alimentazione della corrente alternata, un relais di minima corrente funziona in modo da togliere l'eccitazione al sincro; lo stesso accade a mezzo relais di minima tensione se si ha un eccessivo abbassamento della tensione alternata. Quando poi ritorna la corrente alternata un relais differenziale di frequenza indica che il motore è fuori sincronismo; viene allora azionato il reostato della dinamo per ridurre il suo carico in modo da favorire il ritorno in sincronismo del gruppo; quando poi la velocità è prossima al sincronismo lo stesso relais differenziale determina l'applicazione del campo al sincro: se poi la tensione della corrente continua è superiore all'80% del normale viene richiuso il relais differenziale e viene ripreso il funzionamento normale.

La regolazione della tensione e del carico si compie per mezzo del comando reostatico sul campo in derivazione: non occorre una regolazione ultrarapida, ma basta una regolazione del campo in derivazione con un reostato mosso da motorino. L'A. illustra lo schema del comando reostatico applicato in questi casi e disposto in maniera tale da funzionare in modo adatto per corti circuiti e inversioni di corrente sul lato corrente continua, per interruzione di energia sull'alternata e ripresa di questa dopo interruzione e per ogni altra condizione anormale di funzionamento.

L'articolo è chiuso con un'analisi del funzionamento di impianti automatici di questo genere, quando siano installati parecchi gruppi convertitori: in tal caso l'equipaggiamento di comando è lo stesso, tranne che per l'indicazione di avviamento e di arresto e per il comando reostatico, in quanto che è necessario provvedere per una ripartizione del carico tra le varie unità quando funzionano in parallelo.

C. G. E.

## :: :: CRONACA :: ::

### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Invitato dall'Associazione Elettrotecnica Ungherese di Budapest il socio Ing. G. Picker della nostra Sezione di Milano, tenne l'8 corrente in seno della stessa Associazione una conferenza su: «I grandi impianti elettrici, le linee di grande trasmissione in Italia ed il loro esercizio». Aiutato dal ricco materiale di tabelle, statistiche, di piante di reti e di pellicole cinematografiche che la A. E. I. E. ha messo a sua disposizione, l'Ing. Picker ha potuto illustrare all'uditorio il notevole sviluppo che questa nostra industria ha subito nell'ultimo decennio. Essa rappresenta una parte preponderante del patrimonio nazionale con una cifra di oltre dodici miliardi di lire di capitale investito. L'Ing. Picker ha accennato ai meriti dei nostri tecnici i quali hanno realizzato, oltre molti grandi impianti di caratteristiche normali, dei lavori unici in Europa, se non nel mondo: la più alta caduta utilizzata in un unico salto (quella del Moncenisio di 1100 m), il lago artificiale della più vasta superficie (quello del Tiro), la rete più estesa (1000 km) e la linea più lunga di trazione elettrica (Modane-Livorno) che una Amministrazione Ferroviaria abbia oggi in esercizio. Egli ha spiegato come si vada realizzando sempre più perfettamente il difficile compito di integrare vicendevolmente e nelle varie stagioni la produzione di energia degli impianti alpini con quelli appenninici e con quelli a vapore; come si effettua con i mezzi più moderni la conversione di frequenza fra le varie zone e la regolazione della tensione nei centri di consumo, e si compiano i grandiosi lavori d'elettrificazione nel Mezzogiorno e nelle Isole.

L'Ing. Picker ha anche messo in evidenza il fatto che la nostra industria di costruzioni elettromeccaniche va prendendo sviluppo sempre più grande arrivando a soddisfare con le proprie forze alle sempre crescenti richieste e alle severe prescrizioni degli esercenti. Osservò giustamente che questi risultati sono dovuti oltre che all'opera dei nostri tecnici, anche in gran parte all'azione d'incoraggiamento data alle nostre industrie dal Governo Nazionale.

Il rilevare proprio a Budapest la perfezione raggiunta dalla elettrotecnica italiana soddisfa giustamente il nostro amor proprio perché non dobbiamo e non vogliamo neanche dimenticare la parte che validi elettrotecnici ungheresi hanno avuto, ai primi tempi, nello sviluppo dei nostri impianti in collaborazione coi nostri migliori (il Dr. Ing. Bláthy cogli impianti e la trasmissione Tivoli-Roma, l'Ing. De Kándó col sistema della trazione trifase ad alta tensione nella Valtellina).

L'Ing. Picker ha chiuso la sua conferenza coll'accennare alla prosperità ed alle varie attività della nostra A. E. I. ed alla influenza benefica che essa esercita sulle manifestazioni della vita dell'elettrotecnica italiana. Dopo aver rivolto un invito agli elettrotecnici ungheresi per la partecipazione in numero più grande possibile alla Esposizione Voltiana a Como, l'Ing. Picker, è passato a spiegare le proiezioni cinematografiche dei nostri più interessanti impianti elettrici che furono assai ammirate.

Durante la preparazione delle proiezioni l'assemblea ha votato fra applausi l'invio del seguente telegramma:

«Associazione Elettrotecnica Italiana — Occasione conferenza Picker inviamo saluti ammirazione lavori grandiosi con migliori auguri successo prosperità avvenire Italia del lavoro — Associazione Ungherese Elettrocisti».

al quale la nostra Presidenza ha risposto col seguente telegramma:

«Associazione Ungherese Elettrocisti — Ringraziando gentile pensiero ricambiamo fervidi auguri codesta Associazione Ungherese Elettrocisti e comune collega Picker — Associazione Elettrotecnica Italiana».

Nell'uditorio che riempiva l'aula magna elettrotecnica del nuovo Politecnico, era presente il Ministro d'Italia a Budapest, Sua Eccellenza il Conte Durini di Monza, un grande numero degli addetti alla Legazione, gran parte della Colonia italiana e molte notabilità della vita tecnica, economica e scientifica di Budapest.

### APPLICAZIONI TERMICHE.

Una macchina per la prova dei materiali da costruzione capace di sviluppare una pressione di 5000 tonnellate è stata costruita per il Bureau of Standard degli S. U. per verificare se i pezzi metallici saldati ad arco usati per la costruzione dei grattacieli presentano sufficiente resistenza. Le saldature dimostrarono ottima resistenza. Lamiere e grossi profilati saldati ad arco sopportarono ripetuti piegamenti prima che le saldature dessero segno di deterioramento. In generale si può dire che le saldature resistano fino al limite di rottura del materiale di cui il pezzo è costituito.

### CONDUTTURE.

Quanto prima entrerà in funzione la nuova linea a 120.000 V da Livorno a Firenze, capace di portare una potenza da 30 a 50.000 kW che servirà di ossatura fondamentale del sistema di linee della Società Ligure Toscana di Elettricità e della Società Elettrica del Valdarno. La linea, lunga 82 km, è completamente sostenuta da palifi-



cazioni in cemento armato centrifugato, primo esempio nel mondo per una linea di tale importanza. I pali, in numero di 400 circa, lunghi da 21 a 25 metri, pesanti da 5 a 6 tonnellate ciascuno vennero trasportati e messi in opera senza inconvenienti. Per gli angoli e gli attraversamenti fu impiegato un tipo di palo accoppiato, mentre per un attraversamento speciale a grande altezza furono usati due pali collegati a portale. L'intera linea fu costruita in 9 mesi.

#### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Alla Fiera di Milano di quest'anno vi sarà, fra le altre novità progettate, uno speciale impianto per proiezioni di pellicole cinematografiche di propaganda industriale e commerciale. Tali proiezioni avranno luogo nei giorni dal 12 al 27 aprile nel salone del Palazzo della Moda. Le Ditte sono ammesse con un numero illimitato di pellicole. Le iscrizioni per prendere parte a tali proiezioni sono aperte fino al 28 febbraio. Le Società che desiderino prendere parte a questa forma di affermazione e di propaganda possono rivolgersi alla Sede della Fiera di Milano, Via Amedei, 8.

#### IMPIANTI.

E' entrata da poco in servizio una nuova centrale idroelettrica sul torrente Boreca, affluente del Trebbia. L'impianto, di limitata importanza, ha il compito di produrre energia colle portate disponibili senza grande regolazione per alimentare le reti, sia a 42 che a 50 periodi, del sistema Emiliano e Ligure. Il bacino imbrifero utilizzato è di 44,2 km<sup>2</sup> con una piovosità di mm. 1685 e un afflusso di 25,9 litri al secondo per km<sup>2</sup>. Mediante una diga a gravità, a lama stramazzone, in malta di cemento, alta 17 m. sul fondo, e lunga 85 metri, si è creato un invaso di 165.000 m<sup>3</sup> atto a una riserva di 4 ore per 4000 kW. Dalla presa parte una condotta metallica di 1000 mm. di diametro e 88 mm. di lunghezza che si innesta in una galleria in roccia lunga 1183 m.; ad essa seguono 2 condotte forzate lunghe 188 m. e di 800 mm., per utilizzare un salto di 119 m. In centrale è installato un gruppo da 1800 kVA, 5000-6000 V, 42 o 50 periodi; successivamente sarà installato un altro gruppo. L'energia prodotta, insieme a quella di altra piccola centrale sulla Trebbia è addotta a una cabina di trasformazione, ed elevata a 40.000 V.

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un progetto di elettrificazione delle ferrovie ungheresi è stato presentato al Governo di Budapest da parte del gruppo finanziario inglese Talbot. Si tratterebbe di costruire una grande centrale elettrica sia per fornire l'energia per la trazione ferroviaria, sia per provvedere alla illuminazione della capitale. La centrale potrebbe essere costruita a Varpolata per sfruttare i ricchi giacimenti di lignite ivi esistenti, oppure a Totis dove ci sono pure dei giacimenti carboniferi; la prima soluzione si presenta come la più conveniente.

### :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

GRUENWALDT. — *Elemente der Wirtschaftlichkeitsberechnung von Wasserkraftanlagen.* — Karlsruhe - F. Gutsch, 1926, pag. 107. Prezzo marchi 8.

L'A. ha raccolto in questo piccolo libro i concetti fondamentali per lo studio di massima di un impianto idroelettrico. Il volume raccoglie e condensa in un piccolo numero di pagine un complesso di nozioni e di metodi che si trovano sparsi qua e là nella letteratura tecnica ma che non erano stati ancora raccolti in un complesso unico.

Si tratta quindi di un libro veramente interessante e pratico, che può essere di reale utilità nello studio sommario preventivo di un impianto.

L'A. illustra dettagliatamente i metodi grafici applicati alla idrografia di una zona in esame, dimostrando come possano essere ricavate con sufficiente approssimazione le caratteristiche fondamentali di un impianto da costruire.

Il volume tratta anche, colla stessa forma sintetica e succinta, l'aspetto finanziario del problema e il modo di riconoscere la convenienza o meno di uno sfruttamento idraulico.

Molti dati numerici, formule pratiche, elementi di esercizio (fra i quali ad esempio una tabella delle percentuali di ammortamento e manutenzione di molte parti di impianto) sono utilmente riportati dall'A. e potranno essere di giovamento.

✱

R. E. DICKINSON. — *Electric trains.* — Londra - E. Arnold e C., 1927, pag. 290. — Prezzo 16 scellini.

L'A. non ha inteso di scrivere un'opera strettamente scientifica ma piuttosto un libro facilmente accessibile agli ingegneri ferroviari che non abbiano una particolare specializzazione matematica e debbano mettersi al corrente dello stato attuale della elettrotecnica.

Il libro è quindi scritto in forma facile ed essenzialmente descrittiva. Ciò che non ne diminuisce il valore tecnico.

Nel suo complesso esso dà in modo esatto e sufficientemente completo le nozioni fondamentali riguardanti i diversi sistemi di trazione elettrica e presenta anche le direttive per una calcolazione di massima di una linea.

I problemi della frenatura e dei recuperi sono studiati dettagliatamente in appositi capitoli, e così pure la questione delle diverse resistenze al moto.

Nella sua mole, relativamente ridotta, il libro riesce ad esporre in modo sufficientemente completo la difficile ed amplissima materia.

Noi italiani possiamo forse rimproverargli la parte troppo modesta data al sistema trifase e la dimenticanza dei recenti interessanti esperimenti di trazione a frequenza industriale.

✱

T. JANSSEN. — *Technische Wirtschaftslehre.* — Lipsia - W. Engelmann, 1925, pag. 370.

L'aspetto sociale ed economico delle imprese industriali è spesso troppo poco noto al tecnico che di esse si occupa appunto principalmente sotto l'aspetto scientifico o tecnico.

A questo proposito riesce di notevole contributo il volume presente nel quale l'A. ha cercato di prospettare i rapporti molteplici e stretti esistenti fra l'economia sociale e la tecnica.

La materia trattata è vasta, come vasto e vario è il campo che l'A. ha preso in esame. Dal più stretto campo della tecnica applicata all'economia sociale nella determinazione dei costi e degli scambi e nell'utilizzazione del lavoro umano, si passa anche ai metodi scientifici della contabilità delle aziende e alle considerazioni critiche sulle varie teorie economico-sociali, dal capitalismo al comunismo, e ai metodi di organizzazione delle vendite.

Le opinioni espresse dall'A. potranno in molti casi essere accettate o discusse, ma il libro riesce nel suo complesso altamente interessante e meriterebbe di essere conosciuto largamente nella classe dei tecnici.

✱

ESSELBORN. — *Lehrbuch des Maschinenbaues* - Vol. I. a cura di J. Maercks e L. Klein. — Lipsia, Wilhelm Engelmann, 1926. — Prezzo marchi 26, pagine 860.

La materia svolta in questo primo volume va, molte volte, più in là di quanto generalmente non venga fatto nei libri di costruzioni di macchine. Ciò dipende essenzialmente dall'impostazione fondamentale dell'opera la quale, come in generale gli altri volumi della raccolta dell'Esselborn, vuole essere in sé completa, tale cioè da permettere al lettore, non già di approfondire i particolari della materia, ma di farsi una cognizione generale, e pur ben fondata, della materia stessa.

Se così non fosse, mal si comprenderebbe come nel volume trovino posto, per esempio, anche le nozioni relative alle proprietà dei combustibili e ai processi di fabbricazione della ghisa, degli acciai, ecc., ecc.

Considerato sotto l'aspetto che abbiamo indicato, il volume merita di essere segnalato per la chiarezza e la buona trattazione della materia, esposta con precisione scientifica e pur senza eccessivi sviluppi teorici.

Dopo la trattazione generale degli organi fondamentali delle macchine, il libro si occupa dei motori a vapore e a combustione interna, delle pompe e dei ventilatori e compressori. Senza entrare nei minuti dettagli costruttivi vengono esposti con sufficiente ampiezza i fondamenti termodinamici del funzionamento delle macchine e i dati necessari per tutte le calcolazioni di massima.

L'opera sarà completa in due volumi dei quali il secondo sarà pubblicato prossimamente.

✱

« L'UNIVERSO », rivista illustrata mensile dell'Istituto Geografico Militare, entra nel suo ottavo anno di vita. Coloro che si abboneranno entro il febbraio alla suddetta rivista avranno diritto ai sottonotati premi ed agevolazioni:

1) Allo sconto del 20 % su tutte le carte e pubblicazioni dell'I. G. M.;

2) Al dono di L. 10 di carte o pubblicazioni a prezzo di catalogo dell'I. G. M. e a loro scelta (comprese le fotografie della grande guerra e delle quali l'Istituto possiede circa 20.000 differenti esemplari);

3) Al grande Atlante al 500.000, rilegato in tela e oro, della carta corografica d'Italia al prezzo di L. 160 (franco di porto).

5) Alla carta d'Italia alla scala di 1:1.000.000 rilegata su tela e con bastoni, al prezzo di L. 50 (franca di porto);

6) A ricevere gratuitamente il catalogo delle carte e pubblicazioni dell'I. G. M.

L'abbonamento annuo costa Lire 50. Per i sig. Ufficiali in S. A. P. ed in congedo, Lire 36.

Gli abbonamenti possono essere fatti presso tutte le principali librerie ed a tutti gli uffici postali del Regno o scrivendo direttamente all'Ufficio smercio dell'Istituto Geografico Militare - Via Cesare Battisti, 8 - Firenze.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani (\*)

- N. 209986 — SCHNEIDER et C.: Perfectionnements aux appareils de transmission d'ordres utilisant le principe du pont de Wheatstone. — 15-5-22  
 N. 230605 — SCHNEIDER F.: Dispositivo per ricevere onde elettriche. — 21-5-1924.  
 N. 201453 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Linea artificiale per la riproduzione a sezioni di certe linee naturali telegrafiche o telefoniche. — 20-8-21.  
 N. 209554 — La stessa: Raddrizzatore di corrente a commutatore oscillante. — 27-4-1922.  
 N. 230809 — La stessa: Telefono elettrodinamico. — 27-5-1924.  
 N. 173234 — SOC. AN. des TELEGRAPHES E. BELIN: Dispositif pour garantir le secret des transmissions télégraphiques et téléphotographiques avec ou sans fil. — 22-4-1919.  
 N. 175567 — SOC. AN. ETABLISSEMENTS BELIN E.: Système et appareil de synchronisation à distance par télégraphie avec ou sans fil et sans relation de commande mécanique. — 7-6-19.  
 N. 209179 — SOC. des ETABLISSEMENTS GAUMONT: Appareil pour la production de sons, tel que récepteur ou émetteur téléphonique électromagnétique. — 10-4-1922.  
 N. 206044 — SOC. INDUSTRIELLE des PROCÉDES W. A. LOTH: Procédé d'élimination de l'action parasitaire des ondes électromagnétiques des champs magnétiques variables étrangers lorsqu'on réalise la conduite etc. — 27-12-1921.  
 N. 184647 — TAYLOR A.: Perfectionnements aux systèmes de communication radio-télégraphique. — 24-4-1920.  
 N. 228640 — VICKERS Ltd.: Perfezionamenti nei radio-apparecchi per segnalazioni e controllo. — 7-3-1924.  
 N. 228641 — La stessa: Perfezionamenti nei radio-apparecchi di controllo. — 7-3-1924.  
 N. 209338 — VOGEL L.: Procédé et installation pour amorcer la décharge de l'électricité atmosphérique des organes. — 28-4-1922.  
 N. 208301 — WAGNER K. W. e KUEPFMUELLER K.: Dispositivo per aumentare velocità di trasmissione telegrafica su lunghe linee. — 4-3-22.  
 N. 192992 — WALTZ E. e MEUSSER H.: Dispositif pour l'enregistrement ou la reproduction de mouvements par voie électrique. — 1-12-20.  
 N. 229399 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfezionamenti nei sistemi elettrici di trasmissione. — 9-4-1924.  
 N. 230647 — THE WESTERN UNION TELEGRAPH Co.: Perfezionamenti nei ripetitori telegrafici. — 17-5-1924.  
 N. 209882 — WESTINGHOUSE ELECTRIC and MANUFACTURING Cy: Perfezionamenti relativi ai regolatori di frequenza per circuiti a corrente alternata. — 3-5-1922.  
 N. 225815 — La stessa: Perfezionamenti negli apparecchi per convertire variazioni di pressione in variazioni elettriche. — 13-11-1923.  
 N. 230868 — HOFMANN J. (Ditta): Morsa di sospensione per cavo conduttore. — 2-6-1924.  
 N. 230707 — ZANELLA M.: Interruttore deviatore a bilanciere per corrente elettrica. — 19-5-1924.  
 N. 176332 — ZORZI C.: Interruttore a scatto per mancanza di una fase. — 18-6-1919.  
 N. 203926 — ANTINORO E.: Valvola girevole a diverse fusioni (Cpl.). — 5-10-1921.  
 N. 199393 — « ARCO » (Soc. An.): Microfono per forte impiego di energia (Cpl.). — 9-6-1921.  
 N. 204341 — BARTOLOMEO C.: Variazione di velocità dei motori a corrente alternata. — 29-11-1921 (Cpl.).  
 N. 204490 — BETTICA A., MAZZA G., MACCHIONI A.: Nuovo vibratore. — 26-10-1921 (Cpl.).  
 N. 200664 — BIANCHINI L. e VENDITTI F.: Limitatore di corrente con leva a bilanciere per circuiti a corrente continua e alternata. — 20-7-21 (Cpl.).  
 N. 200426 — BLABHY O. T.: Dispositivo per tarare i contatori elettrici rotativi secondo un contatore normale (Cpl.). — 25-6-1921.  
 N. 200427 — Lo stesso: Commutazione di poli per motori a induzione polifasi. — 25-6-1921 (Cpl.).  
 N. 200633 — BOSCH R. A. G.: Enveloppe évidée conductrice des lignes de force pour machines magnéto électriques. — 16-7-1921 (Cpl.).  
 N. 198008 — CACCHI O.: Spina di presa di corrente. — 16-4-1921 (Cpl.).  
 N. 204349 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETRICITÀ: Interruttori elettromagnetici. — 29-10-1921 (Cpl.).  
 N. 142847 — FEYER J.: Commande électrique pour machines mécaniques. — 7-5-1914 (Cpl.).  
 N. 203011 — FRAZZI F.: Cunicoli centranti in terracotta per condutture sotterranee di cavi elettrici isolati (Cpl.). — 12-9-1921.  
 N. 204110 — HERMANN H.: Système de collecteur ou commutateur pour machines dynamo électriques. — 1-10-1921 (Cpl.).  
 N. 198693 — HORNBY F.: Perfectionnements apportés aux moteurs électriques (Cpl.). — 26-5-1921.  
 N. 198726 — Lo stesso: Perfectionnements apportés aux moteurs électriques (Cpl.). — 27-5-1921.

- N. 198016 — LUSCIA F.: Innovazioni nelle macchine elettrostatiche (Cpl.). — 16-4-1921.  
 N. 230285 — MAITRE A. H., MARTIN V. H. G.: Dispositivo ammortizzatore per contatto interruttore con organi vibranti elettromagnetici (Cpl.). — 2-5-1924.  
 N. 205413 — MARSOLIER C.: Perfectionnements apportés aux dispositifs de connections électriques. — 14-12-1921.  
 N. 206301 — MAYER KELLER O. e C. (Soc.): Elettrodo a liquido (Cpl.). — 23-12-1921.  
 N. 200216 — ROUTIN J. L.: Dispositif électrique indicateur et répéteur de mouvements à distance. — 10-6-1921 (Cpl.).  
 N. 198975 — SARTORI G.: Nuovo sistema di motori autosincroni (Cpl.). — 9-5-1921.  
 N. 229152 — SIEMENS & HALSKE Akt.: Apparecchio alto parlante elettrodinamico. — 29-3-1924 (Cpl.).  
 N. 201527 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfectionnements apportés aux bureaux centraux téléphoniques (Cpl.). — 30-8-1921.  
 N. 202432 — La stessa: Perfectionnements dans la construction des tubes à vide du genre thermoionique (Cpl.). — 28-9-1921.  
 N. 204077 — La stessa: Perfectionnements dans les systèmes pour bureaux centraux téléphoniques (Cpl.). — 29-10-1921.  
 N. 206008 — La stessa: Perfectionnements apportés aux récepteurs téléphoniques (Cpl.). — 22-12-1921.  
 N. 225974 — La stessa: Perfezionamenti nei nuclei per rocchetti di induzione magneti e simili (Cpl.). — 28-11-1923.  
 N. 210043 — ANDERSON W. A.: Impianto di sveglia automatica elettrica. — 20-5-1922.  
 N. 209137 — TELEGRAPHIE GESELLSCHAFT m. b. G. SYSTEM STILLER: Macchina parlante a trasmissione elettrica del suono. — 6-4-22.  
 N. 209837 — BERLINGHIERI A. e CODEBO' L.: Dispositivo atto ad evitare lo sgocciolamento delle candele di cera. — 14-4-1922.  
 N. 209979 — CASANOVA A.: Gassogeno per automobili e locomobili automotori in genere. — 13-5-1922.  
 N. 187998 — COMPAGNIE FRANCAISE pour l'EXPLOITATION des PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Nouvelle lampe à incandescence à filament métallique. — 30-6-1920.  
 N. 188005 — La stessa: Perfezionamenti nelle e relative alle lampade elettriche ad incandescenza. — 30-6-1920.  
 N. 188006 — La stessa: Perfectionnements à la fabrication des métaux réfractaires. — 30-6-1920.  
 N. 188037 — La stessa: Innovazioni nei e relative agli apparecchi per illuminazione a scariche nel vuoto. — 30-6-1920.  
 N. 188045 — La stessa: Perfectionnements aux lampes à incandescence. — 30-6-1920.  
 N. 188046 — La stessa: Perfectionnements dans la fabrication des lampes sans pointe et des appareils analogues. — 30-6-1920.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI BARI

Il giorno 29 gennaio c. a., alle ore 16,30 in prima convocazione ed alle ore 17 in seconda convocazione, presso la Sede della Sezione, si è riunita l'Assemblea generale ordinaria dei soci per trattare il seguente Ordine del giorno:

- 1) Relazione morale: anno 1926 e triennio 1924-25-26;
- 2) Bilancio consuntivo anno 1926;
- 3) Nomina del nuovo Consiglio direttivo della Sezione per triennio 1927-28-29;
- 4) Varie.

Il Presidente, Ing. Mario Ascoli, preso nota del numero di tutti i soci individuali e collettivi intervenuti, dichiara aperta la seduta.

Sul n. 1 prende la parola il Presidente, il quale ricorda anzitutto che col 31 dicembre 1926 è scaduto il triennio di carica dell'attuale Consiglio direttivo.

Prima di rassegnare, insieme con l'intero Consiglio direttivo, nelle mani del nuovo che sarà eletto, l'onorevole mandato che la fiducia dei soci volle affidargli, egli stima opportuno riassumere, alcuni dati relativi alla gestione del triennio compiuto.

Ricorda che la Sezione, costituitasi il 1° agosto 1920 con 35 soci, ne contava all'inizio del triennio decorso 74, e al termine del triennio stesso 164 (di cui 143 individuali e 21 collettivi), nonostante un certo ristagno nell'incremento verificatosi nel 1926 a causa principale dell'aumento delle quote sociali.

Parlando poi delle comunicazioni e conferenze tenutesi, il Presidente rileva che si sono avute le seguenti conferenze:

Nell'anno 1924: 2 dell'Ing. Mario Ascoli; 1 del Prof. G. Scotto di Fasano; 1 dell'Ing. Federico Montedoro e 1 del Sig. Angelo Castellano.

Nell'anno 1925: 2 dell'Ing. Nico Cafaro e 1 (divisa in tre parti) dell'Ing. Ugo Pollice.

Nell'anno 1926: 1 dell'Ing. Mario Ascoli.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Famero, Corso Magenta, 37, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)

Continuando rileva come nel 1926 ci sia stato un certo rallentamento nell'attività dei soci e si augura vivamente che per l'avvenire i soci stessi prendano un maggiore interessamento per le questioni e i problemi di elettrotecnica.

Passando a parlare delle gite e visite effettuate dalla Sezione nel triennio, rileva come numeroso sia stato il concorso dei Soci alle medesime, specialmente a quella riuscitissima effettuata a Taranto il 15 marzo 1924.

Il 16 ottobre 1926 è stata effettuata, pure con numeroso concorso di soci, la visita ai Cantieri ed ai lavori del Gran Porto di Bari. La gita è riuscita interessante, e dei lavori e cantieri visitati è stato dato un riassunto, illustrato da fotografie, nel n. 36 (anno 1926) della nostra rivista *L'Elettrotecnica*.

Si sono fatti altresì i passi necessari per effettuare una visita alla sottostazione di trasformazione a 150.000 volt di Bari della Società Meridionale di Elettricità, ed al Gabinetto per le prove sui materiali da costruzione dell'Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese, ma, per difficoltà impreviste indipendenti dalla Sezione, tali visite si sono dovute ritardare. Si spera però di poterle effettuare quanto prima.

Il Presidente infine parla delle pubblicazioni e bollettini stampati a cura della Sezione, e distribuiti ai soci, fra cui la recente pubblicazione del bollettino dei centri allacciati alla rete di distribuzione idroelettrica, aggiornato a tutto il 31 dicembre 1926, e la pubblicazione del Regolamento interno della Sezione, già approvato nell'assemblea straordinaria dei soci del 6 luglio 1924, e aggiornato a tutto il 31 dicembre 1926 per ciò che riguarda le quote sociali.

Infine comunica che anche quest'anno saranno riaperti, d'intesa con l'Ente Pugliese di Coltura Popolare, i corsi per elettricisti, tenuti l'anno scorso dai soci Ing. Nico Cafaro e Ing. Ugo Pollice, e quest'anno tenuti dall'Ing. Cafaro.

Esaurito così il n. 1 dell'Ordine del giorno, il Presidente passa a trattare il n. 2, relativo al Bilancio consuntivo dell'anno 1926, il quale è già stato preventivamente esaminato ed approvato dalla Commissione dei Revisori del Bilancio.

Il Presidente dà la parola al Cassiere, sig. Giovanni Scipia, il quale espone i seguenti dati relativi al Bilancio consuntivo dell'anno 1926.

#### BILANCIO CONSUNTIVO ANNO 1926

##### Entrate :

In cassa al 31 dicembre 1925 . . . . .	L. 1.983,65
Quote 1925 - N. 3 soci individuali a L. 50 . . . . .	150,—
Quote 1926 - " 138 " " " " 65 . . . . .	8.970,—
" 10 " collettivi " " 200 . . . . .	2.000,—
" 11 " " " " 140 . . . . .	1.540,—
" 1 " individuale " " 55 . . . . .	55,—
Interessi sul libretto Comit. N. 6796 e varie . . . . .	382,20
<b>Totale . . . . .</b>	<b>L. 15.080,85</b>

##### Uscite :

Contributo Sede Centrale 1926 . . . . .	L. 9.060,—
Spese, esazioni, gratificazioni e simili . . . . .	1.000,—
Spese postali, e diverse . . . . .	831,85
Spese stampa . . . . .	1.222,50
	<b>L. 12.114,35</b>
<b>Rimanenza in cassa al 31 dicembre 1926 . . . . .</b>	<b>L. 2.966,50</b>

Messo ai voti, il bilancio suddetto viene approvato all'unanimità. Sul n. 3 il Presidente fa presente che i membri del Consiglio Direttivo uscente non sono immediatamente rieleggibili alla stessa carica, ad eccezione del Segretario e del Cassiere.

Si procede quindi alla elezione delle nuove cariche, la quale viene effettuata a scrutinio segreto.

Scrutatori vengono nominati i Soci Ingg. Marinelli-Giovene Sig. Giuseppe e Sig. Tagliaferri Aldo-Jacques.

Compite le operazioni di scrutinio, risulta eletto il seguente :

#### Consiglio Direttivo pel triennio 1927-28-29.

**Presidente :** Romanazzi Prof. Cav. Uff. Domenico;

**Vice-Presidente :** Cafaro Ing. Nico;

**Segretario :** Traversa Ing. Pietro fu Raffaele;

**Cassiere :** Rossano Sig. Angelo;

**Consiglieri :** Corigliano Ing. Comm. Luigi, Messeni Ing. Comm. Angelo, Schiesari Ing. Baccio, Squicciarini Ing. Domenico, Tabernacolo Ing. Nicola, Vergnano Sig. Emilio.

**Consiglieri Delegati :** Ascoli Ing. Cav. Mario, Alloisio Ing. Cav. Eugenio, Buttiglione Ing. Vincenzo, Centonze Ing. Cav. Angelo.

Sul N. 4 l'Ing. Mario Ascoli fa presente che in base al deliberato dell'Assemblea generale dei soci tenutasi il 5 settembre scorso anno, ogni Sezione dovrà versare alla Sede centrale per l'anno 1927, come contributo straordinario per le onoranze a Volta :

L. 15 per ogni socio individuale  
" 50 " " " collettivo.

Conseguentemente anche i soci della Sezione dovranno nell'anno 1927 versare alla Sezione il contributo suddetto, oltre la quota sociale stabilita dal Regolamento interno della Sezione.

L'Assemblea approva ad unanimità.

L'Ing. Marinelli-Giovene rivolge un voto di plauso ai membri del Consiglio direttivo uscente, ed al Presidente in special modo, per l'opera veramente encomiabile svolta per lo sviluppo e l'incremento della Sezione, e si augura che il nuovo Consiglio Direttivo, seguendo le orme del precedente, voglia sempre più rendere attiva e rigogliosa la vita della Sezione. L'assemblea si associa ad unanimità.

In assenza del nuovo Presidente eletto, prende la parola il Vice-Presidente, Ing. Nico Cafaro, il quale si dichiara sicuro di interpretare il pensiero dell'intero nuovo Consiglio direttivo affermando che da parte di tutti i componenti dello stesso sarà messa tutta la buona volontà e tutto l'interessamento perchè la Sezione di Bari dell'Associazione Elettrotecnica Italiana diventi un centro sempre più importante di irradiazione culturale in materia di elettrotecnica, e contribuisca potentemente alla diffusione della elettricità e delle sue applicazioni tecniche e industriali nelle nostre regioni, che tanta sete hanno di progresso industriale.

Non essendoci altri argomenti da svolgere, e altri soci a prendere la parola, l'assemblea viene sciolta.

\* \*

#### Necrologio

Appena più che sessantenne, dopo lunghissima malattia, è mancato ai vivi l'Ing. **Giorgio Santarelli**, notissimo a tutta la vecchia guardia degli elettrotecnici italiani.

Laureatosi giovanissimo nel 1887 ingegnere civile nella Scuola di Roma, frequentò l'Istituto Montefiore, e fu uno dei primi italiani specializzati col titolo di ingegneri elettricisti. Tornato in Italia fu assunto in servizio dalla R. Marina, nel Corpo Civile che poi si disse degli Specialisti laureati, e fu aiuto del Pasqualini, occupandosi principalmente di collaudi e di progetti di impianti elettrici sulle nuove navi. Durante il suo servizio in Marina fu inviato in missione agli Stati Uniti alla Esposizione Columbiana nel IV Centenario della scoperta dell'America. Ebbe poi parte cospicua nella costituzione del Laboratorio Elettrico principale della R. Marina a S. Bartolomeo, che qualcuno dei primi Soci della A. E. I. ricorderà di aver visitato in occasione della Riunione di Genova.

Nel 1894 il Santarelli lasciò la Marina, assumendo in proprio l'esercizio della Ditta Dall'Eco, nota costruttrice di strumenti scientifici in Firenze. Per una decina di anni l'attività del Santarelli fu quasi completamente assorbita dalla direzione della Ditta, che non ingloriosamente lottava per arginare la importazione estera. Ma non del tutto trascurava di occuparsi della libera professione di Ingegnere, cosicché quando la Ditta Dall'Eco fu assorbita dalla Galileo, il Santarelli rimase apprezzatissimo consulente di questioni elettrotecniche.

Prese parte alla vita pubblica, e fu Assessore del Comune di Firenze, naturalmente per i servizi tecnologici, e vari importanti problemi furono da lui risolti, non sempre senza critiche, ma sempre con lodevole prontezza, da persona rettilissima, se pure alquanto difficile per la rigidità e tenacia delle opinioni. Ebbe perciò molti avversari nelle questioni che trattava, ma da ogni parte poi aveva amici affezionati, che ne stimavano il valore. Per molti anni prestò l'opera sua alla nostra Associazione, e fu consigliere e Presidente della Sezione di Firenze.

Durante la guerra ebbe anche qualche incarico dalla R. Marina, cui, come succede, era rimasto legato conservando relazioni antiche con moltissimi ufficiali. Nei suoi anni migliori lasciò qua e là alcuni lavoretti seri e interessanti nelle riviste tecniche: rammenteremo alcuni studi sui telemetri Fiske, che trent'anni fa interessarono tanto gli elettrotecnici come applicazione notevole del ponte di Wheatstone. Negli ultimi anni la sua salute era rimasta scossa per la perdita di una figlia adorata, ed era molto invecchiato di aspetto, somigliando lontanamente al mago di Menlo Park: i suoi amici lo chiamavano il « falso Edison ». Ma la sua fibra era forte, e sono occorsi più di sei mesi di una continua febbre di infezione per abbattearlo.

Il gruppo di tutti i vecchi soci della A. E. I. sente con profondo cordoglio la dipartita del collega carissimo.

#### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### 5 marzo 1827-5 marzo 1927.

Questo fascicolo porta la data centenaria della morte di Volta. La ricorrenza è stata opportunamente rilevata dalla stampa quotidiana e periodica, cosicchè per pochi italiani essa sarà passata inosservata. Ed è giusto, perchè Alessandro Volta rimarrà sempre una delle più pure glorie italiane, degno veramente di figurare fra i grandi benefattori dell'umanità.

I piccoli uomini, di cui è tanto ricca la società umana, potranno discutere l'origine della pila per dosare le parti che in essa ebbero rispettivamente il caso ed il Genio; potranno ripetere — com'è stato detto — che le grandi invenzioni vengono a maturazione per il concorso di molte diverse attività, cosicchè se Volta non avesse trovato la pila, qualche altro l'avrebbe ideata poco tempo dopo. Non si toglierà mai che l'invenzione della pila abbia segnato una grande data nella storia della civiltà e che ad essa sia luminosamente legato il nome di Alessandro Volta.

Abbiamo intanto il piacere di annunciare che il volume dell'A. E. I. è pronto. Da esso i consoci impareranno ad apprezzare tutta la genialità dell'opera di Volta, che sulla corrente e sul circuito elettrico scriveva nel 1800 frasi e periodi ai quali oggi non si saprebbe mutare una virgola.

### Vita dell'Associazione: Consiglio generale.

Con notevole anticipazione sugli scorsi anni si è tenuta il 26 febbraio u. s. a Milano la riunione primaverile del Consiglio Generale: la prima della nuova Presidenza; e riservandoci di pubblicarne a suo tempo il verbale, non vogliamo rinviare alcune notizie ed alcuni rilievi sui più importanti argomenti trattati nella seduta che si svolse rapida, ma densa di conclusioni.

### La Riunione Annuale 1927 a Como.

La scelta di Como quale sede per la XXXII Riunione annuale era in massima stabilita da tempo per la ricorrenza della celebrazione Voltiana che richiama quest'anno, su Como, l'attenzione degli elettricisti di tutto il mondo. Ma solo in questi ultimi tempi la scelta è stata resa definitiva in seguito agli affdamenti avuti circa le possibilità di alloggio. Anche la data è stata fissata, ed il Congresso si inizierà la mattina del giovedì 6 ottobre per chiudersi la sera del lunedì 10, dopo la gita ai nuovi grandiosi impianti del Mese.

Più che sul programma generale della riunione, sul quale avremo frequenti occasioni di ritornare, vogliamo qui soffermarci sul contenuto tecnico del futuro Congresso. L'esposizione internazionale delle Comunicazioni elettriche, con e senza fili che a Como costituirà una delle maggiori attrattive del centenario Voltiano, imponeva quasi uno dei temi. Il Consiglio Generale ha appreso con piacere che la Presidenza ha già potuto assicurarsi l'opera dei relatori i quali, con un gruppo organico di sette relazioni, dovranno « mettere a punto » tutta la materia relativa alla telefonia ed alla telegrafia con e senza fili: dagli impianti e dai macchinari, alle linee ed alle loro interferenze con le linee di trasmissione dell'energia. Se, come abbiamo fiducia, le relazioni sapranno mantenere quel tono e quel carattere che dovrebbero sempre avere, di elevata volgarizzazione

(ci sia consentito il bisticcio) esse varranno assai efficacemente a richiamare l'attenzione dei tecnici e degli elettricisti tutti su problemi e su questioni di grande interesse e generalmente, a torto, un po' trascurate.

Come secondo argomento di discussione è stato scelto quello dell'isolamento delle linee aeree. I temi delle varie relazioni sono per ora solo abbozzati, ma l'esperienza delle passate riunioni ci assicura che non mancheranno nè le memorie nè le vivaci discussioni, perchè il problema degli isolatori è, si può dire, sempre all'ordine del giorno.

In particolare tutte le questioni relative al collaudo degli isolatori, all'efficacia delle prove ad impulso o ad alta frequenza, delle così dette prove fisiche, delle prove elettriche e meccaniche contemporanee, potranno dar luogo a discussioni assai utili per la revisione delle Norme, di cui diremo più avanti.

Daremo prossimamente i nomi dei relatori ed i titoli delle varie relazioni; ma ricordiamo fin d'ora a tutti i soci che i contributi individuali, studi e ricerche analitiche o sperimentali, specie se relative ad uno dei temi fondamentali del Congresso, saranno accolti da tutti col maggior favore a condizione che siano inviati in tempo utile per la pubblicazione preventiva. Il tempo disponibile non è certo abbondante; ma molti nostri colleghi hanno avuto campo, in questi ultimi anni, di fare tale esperienza con le linee ad altissima tensione, che si può essere certi fin d'ora del successo tecnico della riunione.

### Le Norme.

La deliberazione forse più degna di rilievo del Consiglio Generale, perchè interessa tutto l'avvenire dell'A. E. I., è quella relativa alla unificazione della procedura per le Norme, la cui pubblicazione rappresenta senza dubbio la più importante funzione sociale del nostro Sodalizio.

Vale la pena di ricordare che le prime Norme elettrotecniche pubblicate in Italia furono quelle per gli Impianti, approvate dopo un lungo periodo di vivaci discussioni, per la iniziativa e per la tenacia del Prof. Motta. Per tali Norme e per la loro periodica revisione fu costituita una speciale Commissione permanente che si impose un chiaro e preciso regolamento di procedura. Le Norme impianti, pubblicate la prima volta nel 1910, furono così regolarmente rivedute nel 1911 e nel 1921; ma poi, per varie circostanze, la Commissione cessò di funzionare.

Le Norme per le macchine furono invece pubblicate per la prima volta nel 1916 e rivedute nel 1922, a cura sempre del Comitato elettrotecnico italiano, il quale predispose anche le Norme per gli isolatori (1924) e quelle per gli Oli (1925): ma la pubblicazione di tutte queste Norme non seguì sempre la stessa procedura. Infine nel 1924 furono pure pubblicate per la prima volta le Norme di bordo a cura di una speciale Commissione, e con procedura ancora diversa. Ora è evidente come, per l'autorità delle Norme e del Sodalizio che le emana, sia assolutamente necessario che esse vengano pubblicate sempre secondo una stessa procedura la quale assicuri a tutti gli interessati la possibilità di far sentire ampiamente le loro osservazioni in modo da raccogliere sul testo emanando il consenso preventivo della grande maggioranza degli interessati stessi. Si deve pertanto essere assai lieti che l'attuale Presidenza, continuando e completando l'opera della Presidenza precedente,

abbia riunito in un unico organismo, il Comitato Elettrotecnico Italiano, tutte le funzioni legislative delle varie Commissioni, ed abbia fatto sanzionare un unico regolamento di procedura di cui diamo più avanti il testo. Con esso viene assicurata la necessaria pubblicità preventiva a tutte le Norme e loro revisioni in modo che, quando il testo definitivo verrà sottoposto al Consiglio Generale dell'A. E. I. per la sanzione suprema, questa potrà avere tutta la necessaria solennità di una votazione senza dar luogo a nuove discussioni tecniche di dettaglio, per le quali il Consiglio Generale non è certamente la sede più adatta.

La necessità del provvedimento preso dal Consiglio Generale è stata del resto luminosamente provata da quanto è accaduto per le revisioni in corso. Data l'insistenza delle richieste che giungevano da molte parti per una revisione di tutte le Norme attualmente in vigore, e dato il desiderio di poter includere i nuovi testi nell'Annuario del 1927, di cui si è ritardata apposta la pubblicazione, il Consiglio Generale deliberava a Brescia una procedura affrettata per la revisione in parola. Per un complesso di circostanze, il lavoro potè essere condotto a fondo solo per le Norme macchine; ma al momento di sanzionarle, il Consiglio Generale ha sentito degli scrupoli per la mancata pubblicazione preventiva del nuovo testo. E si è parlato di *testo provvisorio*, senza pensare che le Norme tecniche sono sempre provvisorie, fra una revisione e l'altra. Infine il nuovo testo è stato adottato, ma coll'impegno esplicito che esso debba essere subito sottoposto a revisione e che entro il 1928 si addivenga, per tutte le Norme, al nuovo testo definitivo che possa tenere conto di tutte le deliberazioni di carattere internazionale che verranno certamente prese quest'autunno a Como nella riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Sull'argomento ritorneremo ampiamente in occasione della imminente pubblicazione dell'Annuario.

### **Turbine a vapore - Dighe di ritenuta.**

Pubblichiamo in questo fascicolo due scritti che interessano le sorgenti industriali dell'energia elettrica. Uno è il testo di una comunicazione del Prof. M. MEDICI alla Sezione di Napoli, in cui l'A. passa in rassegna i moderni criteri di progetto delle turbine a vapore ed i più recenti progressi realizzati nella loro costruzione. E' un lavoro che si ricollega, completandolo, con la monografia pubblicata qualche tempo addietro dal nostro giornale sui moderni impianti termoelettrici.

L'altro scritto è una breve nota dell'Ing. L. PASSERINI il quale studia analiticamente il cosiddetto « svergolamento » delle dighe ad archi multipli, ossia le sollecitazioni che nella struttura si manifestano per il fatto che, quando la diga viene messa in carico, essa si deforma elasticamente e, data la diversa altezza dei diversi piloni, le loro sommità non si trovano più allineate come a serbatoio vuoto.

Scritti di questo genere non possono non interessare sempre grandemente gli elettrotecnici, perchè la storia delle alterne vicende con cui furono via via considerate le centrali termoelettriche di fronte a quelle idroelettriche a serbatoio non è certo conclusa. Durante la grande guerra pareva quasi un delitto parlare in Italia di centrali termiche: in questi ultimi anni all'incontro un grande impulso si è dato, anche nel nostro paese, alla loro costruzione e non mancano oggi industriali e tecnici eminenti che le antepongono nettamente alle centrali idriche a serbatoio. Non è questo il luogo nè il momento di entrare nel vivo dell'importante questione; ma è fuori dubbio che la conoscenza sempre più completa dei due tipi di impianti, in tutti i particolari, tecnici ed economici, non potrà che giovare ad un loro sereno giudizio comparativo.

LA REDAZIONE

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**

## **INTORNO ALLE DIRETTIVE ATTUALI DELLA TECNICA PER LE TURBINE A VAPORE**

M. MEDICI



Comunicazione alla Sezione di Napoli  
il 17 e 18 dicembre 1926

### **Introduzione.**

La turbina a vapore ha in questi ultimi anni, sotto l'influenza dei mutati rapporti economici del dopo guerra, subito una notevole trasformazione nel corso del suo ulteriore sviluppo, accelerato non poco dal passaggio a potenze e numeri di giri proporzionalmente sempre più elevati e dall'introduzione e rapida applicazione nella tecnica del vapor d'acqua del vapore ad iperpressione ed ad elevato surriscaldamento.

Nuove direttive sono, perciò, venute recentemente sostituendosi ai criteri dell'anteguerra nel campo delle turbine a vapore e quindi nuove tendenze sono venute delineandosi per quanto riguarda la loro progettazione e costruzione.

La legge fondamentale, che regola lo sviluppo generale di questo come di tanti altri rami della tecnica, ossia la tendenza verso la creazione di tipi industrialmente sempre più economici e quindi tali che l'assieme delle spese di fabbricazione, ammortamento, installazione ed esercizio della motrice vadano via via maggiormente limitandosi, permane naturalmente invariata nel suo complesso, solo che, in progresso di tempo, è venuta a variare l'importanza relativa dei singoli fattori, che tale economia influenzano.

Ed è così che ai due requisiti: *minimo costo della turbomotrice e riduzione dello spazio di ingombro*, che coll'immutabile, anzi via via sempre più imponentesi come precipua condizione, di un *ampio margine di sicurezza nel funzionamento*, sembravano costituire i requisiti essenziali dell'economia industriale nella costruzione delle turbine a vapore dell'anteguerra e dell'immediato dopo guerra, è venuto ultimamente a passare in prima linea la considerazione del *consumo di vapore della turbina*, cui si annetteva finora un valore economico-industriale relativamente minore.

Che la condizione della *massima sicurezza del funzionamento*, resasi più delicata in questo campo colla crescente adozione pel vapor d'acqua di elevatissime pressioni e temperature, costituisca non soltanto un precipuo requisito tecnico in ogni tempo, ma altresì un importante requisito dell'economia industriale per le turbine a vapore si appalesa subito riflettendo che, a parte le ingenti spese causate da affrettate riparazioni, una interruzione anche breve del servizio, in periodi di ingente fabbisogno di energia, può rappresentare la perdita di molti mesi di economia nel consumo di vapore e quindi di combustibile, per cui non è consigliabile, sotto nessun riguardo, di eccedere mai, a scapito della sicurezza del funzionamento, nelle cosiddette « *potenze limiti* » delle turbine a vapore.

La riduzione del *consumo unitario di vapore* della turbina, ossia un maggiore sfruttamento delle quantità di calore rese disponibili nel ciclo, che con una migliore utilizzazione industriale del combustibile bruciato, ossia con un miglioramento nel rendimento della combustione, costituisce la tendenza più spiccata attualmente seguita nella tecnica del vapor d'acqua allo scopo di accrescere il coefficiente di rendimento termico complessivo degli impianti a vapore e portare questi a gareggiare validamente, anche sotto tale riguardo, coi migliori impianti di motori a combustione interna, non rappresenta però che soltanto uno, sebbene oggidì forse il più essenziale, dei coefficienti che caratterizzano la cosiddetta « *economia industriale* », della costruzione. Questa è notoriamente altresì funzione del costo dei materiali da costruzione, del peso dell'apparecchio motore, del consumo dei mezzi necessari al suo funzionamento (lubrificanti, ecc.), nonché dell'ingombro di spazio occorrente per la turbomotrice, dal quale dipendono le spese della sua installazione, fondazione, ecc.

Nei rapporti economici del periodo prebellico la limitazione delle spese di acquisto del macchinario e delle spese generali di impianto, e dei prodotti di energia elettrica sensi-



bilmente più importante che non il valore assoluto delle cifre di consumo del vapore e quindi del combustibile, il cui valore industriale era allora relativamente più modesto, sicchè le direttive dei costruttori di turbine a vapore, in un tale campo di concorrenza, dovevano necessariamente tendere alla massima riduzione del costo e quindi del peso della turbina, ossia in maniera precipua all'utilizzazione più economica del materiale costruttivo impiegato e colla riduzione dello spazio di ingombro, alla limitazione delle opere murarie e di fondazione della sua installazione, ossia al più alto sfruttamento del suolo.

La riduzione del costo e quindi del peso della turbina non poteva conseguirsi che a scapito della lunghezza costruttiva e del numero degli elementi di questa e condusse inevitabilmente ad un aumento sempre maggiore delle velocità del vapore nelle palettature, che d'altronde si riguardava a quell'epoca come proprio nei riguardi delle perdite principali di energia e quindi del rendimento delle palettature.

Per le allora usuali pressioni in caldaia di 15 a 20 atm., con impianti a condensazione, potevano conseguirsi coefficienti di rendimento termodinamico variabili tra 0,65 e 0,80. La parte ad A. P. della turbina lavorava però sempre in condizioni molto più sfavorevoli della porzione a B. P., poichè elaborava generalmente cadute dell'ordine dal 20 a 40 % del salto complessivo, ossia fino a pressioni che andavano, a seconda dei casi, dalle 5 alle 2 atm., molto spesso, nelle turbine ad azione ed in quelle miste, in una sola ruota Curtis a 2 gradini di velocità, caratterizzata notoriamente da un coefficiente di rendimento piuttosto basso.

Negli impianti con turbine a contropressione, nei quali scompare la parte a B. P., il cosiddetto « grado di bontà », o rendimento termodinamico, della turbina superava allora difficilmente il 70 per cento.

Nel decennio 1910-20 si appalesò, — cioè, — innegabilmente la tendenza costruttiva a diminuire, specialmente per le turbine ad azione e per quelle miste, il numero degli elementi della turbina, onde alle originarie turbine multiple a molti elementi e lavoranti perciò con modeste velocità pel vapore, dei tipi Rateau-originario e simili, andarono, in progresso di tempo, per le turbine ad azione sovrapponendosi i tipi Zoelly e derivati, nei quali il numero degli elementi venne così ridotto (7 od 8 elementi semplici ad azione), che in ciascun elemento si giunse ad elaborare cadute corrispondenti alla

A causa dei noti rapporti  $K = \frac{u}{c_1}$ , sui quali si imperviava

tutto il calcolo delle turbine a vapore, l'aumento sempre più pronunziato delle velocità del vapore nella palettatura delle turbine, condusse a velocità periferiche dei rotanti sempre più ingenti e quindi, per poter contenere le dimensioni trasversali della turbomotrice entro certi limiti, a numeri di giri di rotazione proporzionalmente sempre più elevati.

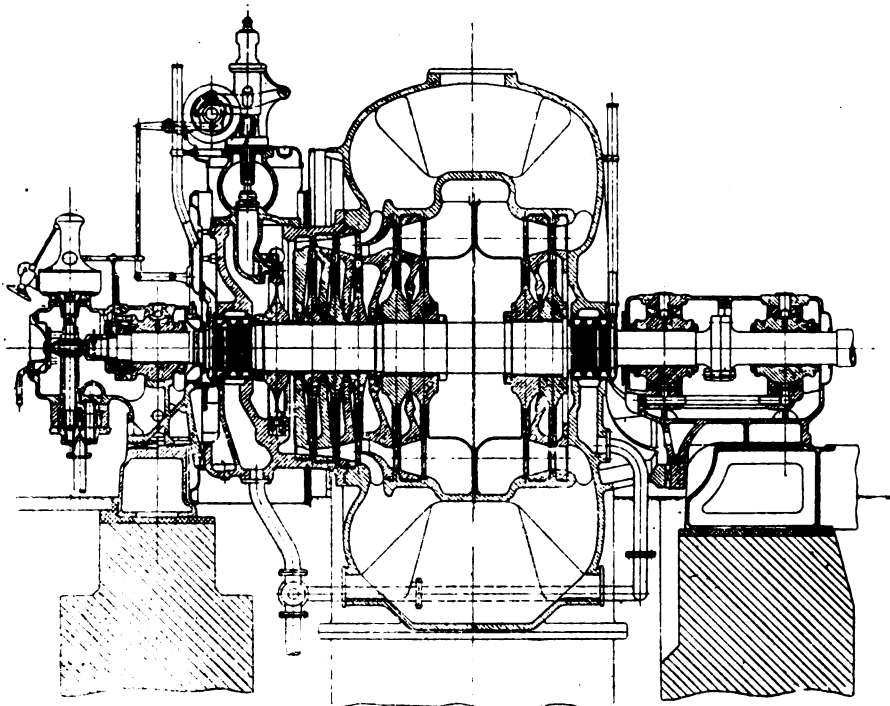


Fig. 1. — Turbina limite A. E. G. da 16.000 kW a 3000 giri.

Fin dalle sue origini, nella costruzione delle turbine a vapore multiple, si è cercato di innalzare progressivamente, quanto maggiormente era possibile, il numero di giri di rotazione dei singoli tipi. L'accoppiamento coi generatori elettrici ha però imposto sempre dei valori determinati pel numero di giri di rotazione delle turbine a vapore destinate alla produzione di forza motrice, i quali, nel caso di corrente alternata, per la frequenza sempre più unificante nell'Europa continentale sui 50 ~, sono di 1000, 1500 e 3000 giri al minuto, a seconda della potenzialità dell'unità turbomotrice, mentre in America ed Inghilterra i valori standardizzati sono rispettivamente 1200, 1500, 1800 e 3600 giri.

I vantaggi delle turbomotrici proporzionalmente ad alto numero di giri consistono, notoriamente, più nella migliore utilizzazione dei materiali costruttivi che in uno sfruttamento più completo dell'energia termica disponibile, poichè coll'adeguata sagomazione e coll'opportuno proporzionamento delle palettature, il coefficiente di rendimento termodinamico delle turbine a vapore può tenersi all'incirca uguale per diversi numeri di giri di impiego ormai standardizzato (1000, 1200, 1500, 1800 e 3000) nel caso di grandi unità destinate alla produzione di energia elettrica.

Ad esempio con un aggregato turbomotore completo da 20.000 kW, consistente della turbina, dell'elettrogeneratore e della relativa eccitatrice, ai tre valori 1000, 1500 e 3000 del numero di giri, i pesi complessivi variano in media come 1,9; 1,4 ed 1 ed i prezzi di costo come 1,6; 1,25 ed 1.

In base a tale fatto si comprende come la naturale tendenza della tecnica delle turbine a vapore nel periodo bellico e nell'immediato dopo guerra dovesse essere caratterizzato dalla creazione e dallo sviluppo di « turbomotrici di potenza limite » o, come dicesi più semplicemente, di « turbine limiti », cioè turbine di potenze proporzionalmente molto elevate rispetto al loro numero di giri di rotazione (fino a 30.000 kW per 3000 giri e fino a 90.000 kW per 1500 giri). L'introduzione delle cosiddette « turbine limiti » rappresenta un'importante fase di sviluppo della turbina a vapore, però sempre nella stessa dire-

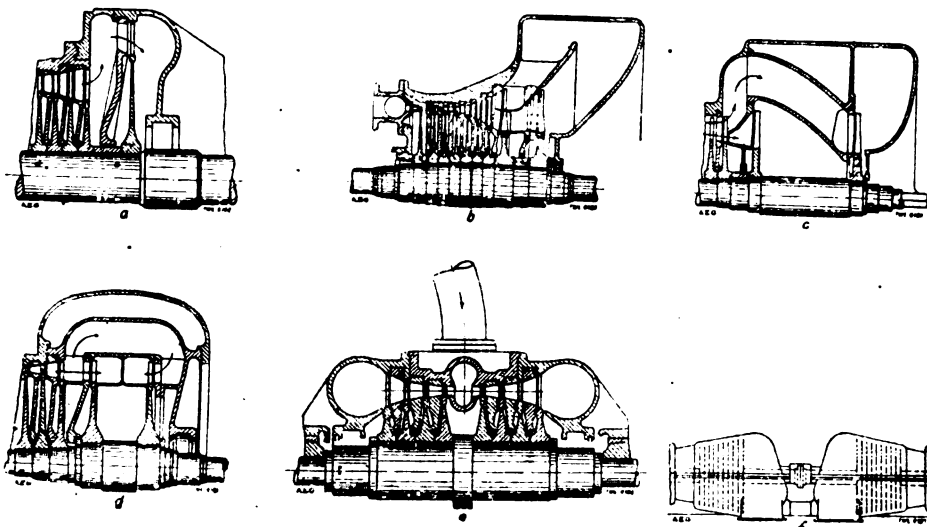


Fig. 2.

critica, con velocità pel vapore dell'ordine di quella del suono. Colla sistemazione di 1 elemento Curtis a 2 gradini di velocità in testa, si scese nelle turbine ad azione fino a 5 elementi (Turbine A. E. G. - M. A. N. - Sulzer, ecc.), e tale sistema, rispondente più a criteri economici-industriali che a sani criteri tecnico-costruttivi, si trasportò perfino nelle turbine a reazione, onde alle Parsons originarie si sostituirono frequentemente tipi misti ad azione e reazione, nei quali la porzione ad A. P. era molto spesso costituita da uno o più elementi Curtis a gradini di velocità.

zione tracciata dal decennio precedente. Esse importarono un'ulteriore riduzione del numero degli elementi della turbina, specialmente nelle turbine a reazione, nelle quali si sopprime per la porzione a B. P. la disposizione tradizionale a tamburo del Parsons e si adottò, in sua vece, un numero ridotto di dischi, il più delle volte calettati su di un tamburo di diametro molto minore.

Tale diminuzione del numero degli elementi della turbina, spesso soltanto monocapsulica nel caso delle turbine ad azione, importava alte velocità allo scarico degli ugelli o distributori e, perchè il rapporto  $\frac{u}{c_1}$  fosse contenuto in limiti ammissibili,

elevatissime velocità periferiche dei rotanti, le quali salirono oltre i 250 m/s ossia raggiunsero i limiti estremi imposti dalla resistenza dei materiali da costruzione adoperati per la palettatura. L'utilizzazione dell'energia termica nella porzione ad A. P. della turbina permaneva, naturalmente, limitata ( $\eta = 0,7 \div 0,75$ ) perchè anche coll'adozione di un numero di giri di 3000, che è quello normale di molti degli attuali motori e generatori trifasi, scaturivano dal calcolo proporzionalmente grandi diametri di girante e piccole altezze per la palettatura nei primi elementi. L'utilizzazione dell'energia termica nella porzione a B. P. della turbina risultava, viceversa, molto più alta ( $\eta$  fino a 0,85); però, per lo smaltimento delle ingenti portate di vapore, si rese indispensabile lo sdoppiamento in parallelo degli ultimi elementi od almeno dell'ultimo elemento nelle turbine ad azione (turbine limiti A. E. G. fig. 1 e 2, ecc.), e dell'intera parte a B. P. nelle turbine a reazione (turbine limiti Brown Boveri,

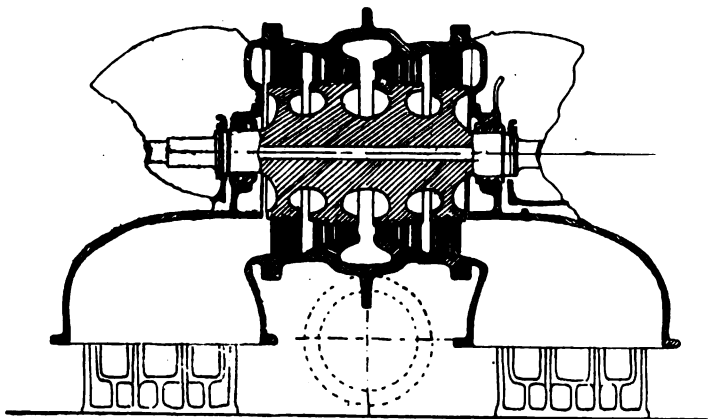


Fig. 3.

Parsons, fig. 3), ed in quelle miste (fig. 3 bis), onde contenere in adeguati limiti la perdita d'uscita o perdita allo scarico della turbina, nonchè l'adozione di particolari disposizioni costruttive per la palettatura dell'ultimo elemento e per lo scarico nella capsula onde utilizzare interamente il vuoto disponibile al condensatore.

Giunti a tale stadio di sviluppo, che sembrò rappresentare per qualche anno, allo stato attuale della tecnica metallurgica, il grado estremo del perfezionamento conseguibile nel campo delle turbine a vapore, si intravide la possibilità della generazione del vapore ad iperpressione e quindi della sua utilizzazione negli impianti di forza motrice e luce e si incominciò a riflettere che la turbina a vapore, pur corrispondendo molto bene ai requisiti di minimo ingombro, ottima utilizzazione del materiale costruttivo e possibilità di realizzare unità di ingentissima potenza a numeri di giri relativamente elevati, con sufficiente sicurezza del funzionamento, lavorava ancora piuttosto sfavorevolmente nei riguardi del coefficiente di rendimento termico e rimaneva perciò, in tale riguardo, notevolmente inferiore alle motrici a combustione interna. Infatti l'utilizzazione termica riferita alla potenza utile non superava, nelle migliori turbine a vapore di pochi anni or sono (1921) il 22 % in cifra tonda, mentre colle grandi motrici a gas si realizza frequentemente il 27 % e coi migliori motori Diesel si sale ora al 33 % ed oltre.

Il forte aumento di prezzo intervenuto nel frattempo sul mercato di acquisto dei combustibili ed il conseguente accresciuto significato industriale che ne scaturiva in merito a un'ulteriore riduzione del consumo unitario di vapore nella turbina, fece sì che il criterio della realizzazione di elevati coefficienti di rendimento venisse, recentemente, a passare innanzi alla considerazione del prezzo di acquisto della turbina e dell'ammortamento delle spese di impianto per questa. Dei diversi mezzi proposti pel conseguimento di elevati coefficienti

di rendimento per la turbina a vapore e di quelli di essi attuati, che si sono finora addimostriati come i più opportuni al-

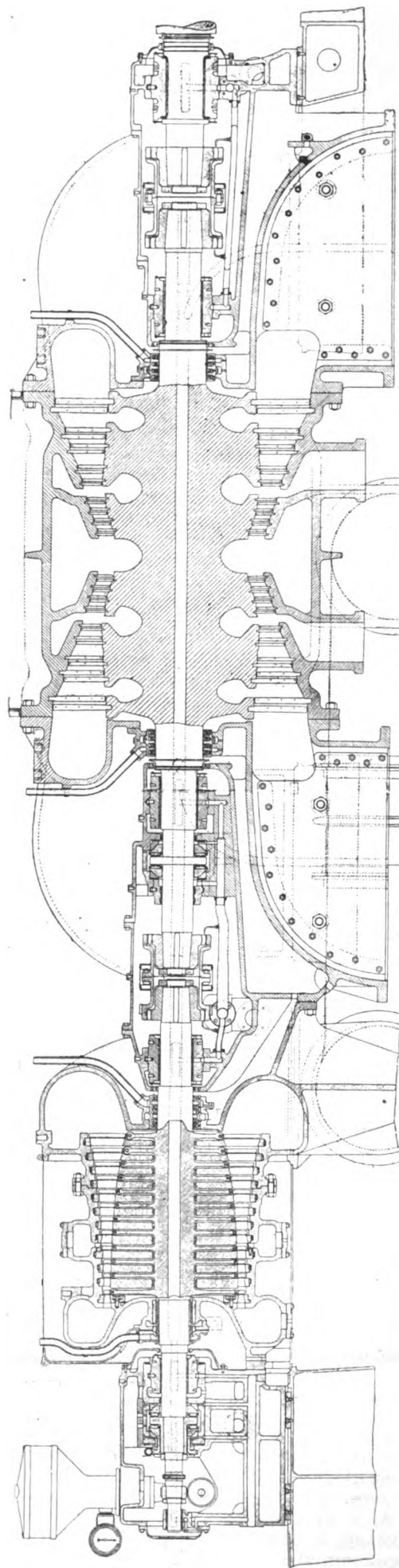


Fig. 3 bis — Turbina mista ad azione e reazione della English Elect. Co. da 20.000 kW a 3000 giri.

l'uopo, diremo più oltre in dettaglio, esaminandone di ciascuno le peculiarità caratteristiche e discutendone i vantaggi relativi.

Nelle turbine attuali, caratterizzate dall'innalzamento del coefficiente di rendimento della parte ad A. P. di quantità che possono andare fino al 10 %, si è aumentato, in generale (figura 4) considerevolmente il numero degli elementi ad A. P. della turbina, con corrispondente diminuzione in essi della velocità del vapore, e, per non accrescere eccessivamente la lunghezza a volte già relativamente lunga della porzione a B. P., si è sostituita alla consuetudinaria disposizione mono o bicapsulica della turbina, la sistemazione pluricapsulica (fig. 5) che, nel caso di pressioni iniziali del vapore molto elevate e di

$\lambda_a = (\lambda_{a1} + \lambda_{a2} + \lambda_{a3} + \dots) (1 + \rho) =$  somma delle cadute termodinamiche adiabatiche nei diversi elementi e della frazione  $\rho$  corrispondente al calore di recupero nella turbina;

al cui impiego sarebbe però da augurarsi venisse preferendosi, d'ora in avanti, quello della « cifra specifica di velocità periferica »:

$$u_s = \frac{\bar{u}}{\bar{c}} = \frac{\sqrt{\bar{u}^2}}{\sqrt{2g \cdot \lambda_a}}$$

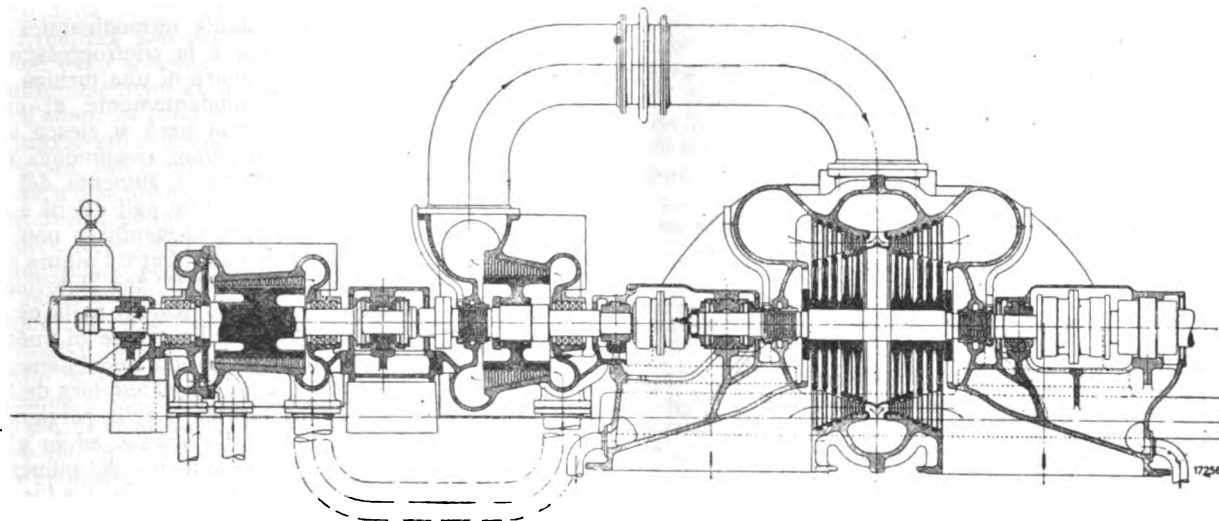


Fig. 4. -- Turbina Brown Boveri da 10.000 kW a 3000 giri.

grandi potenzialità, va talvolta fino al numero di quattro, di cui però due costituiscono abitualmente la B. P. sdoppiata in parallelo. La ripartizione della turbina a vapore in più capsule, diminuendo la differenza di temperatura tra il vapore entrante e quello uscente, riduce le tensioni termiche nelle diverse parti costruttive della turbina ed accresce la sicurezza di esercizio, con il che è possibile spingersi, con relativa facilità, a pressioni di 35 ÷ 45 atm. e temperature di surriscaldamento oltre i 400° C, riservando alla porzione ad iperpressione della turbina molto spesso una capsula a sè (fig. 6).

ove denotasi con :

$\bar{u}^2 =$  media velocità periferica al quadrato della turbina = 
$$= \frac{z_1 u_1^2 + z_2 u_2^2 + \dots}{z};$$

$\bar{\lambda}_a =$  media caduta termodinamica adiabatica per elemento (ossia  $E \bar{\lambda}_a$  se  $\bar{\lambda}_a$  è espressa in unità termiche);

$g =$  accelerazione di gravità;

da me recentemente proposta <sup>(1)</sup>, che caratterizza molto più marcatamente i diversi tipi di turbine a vapore e che ha un

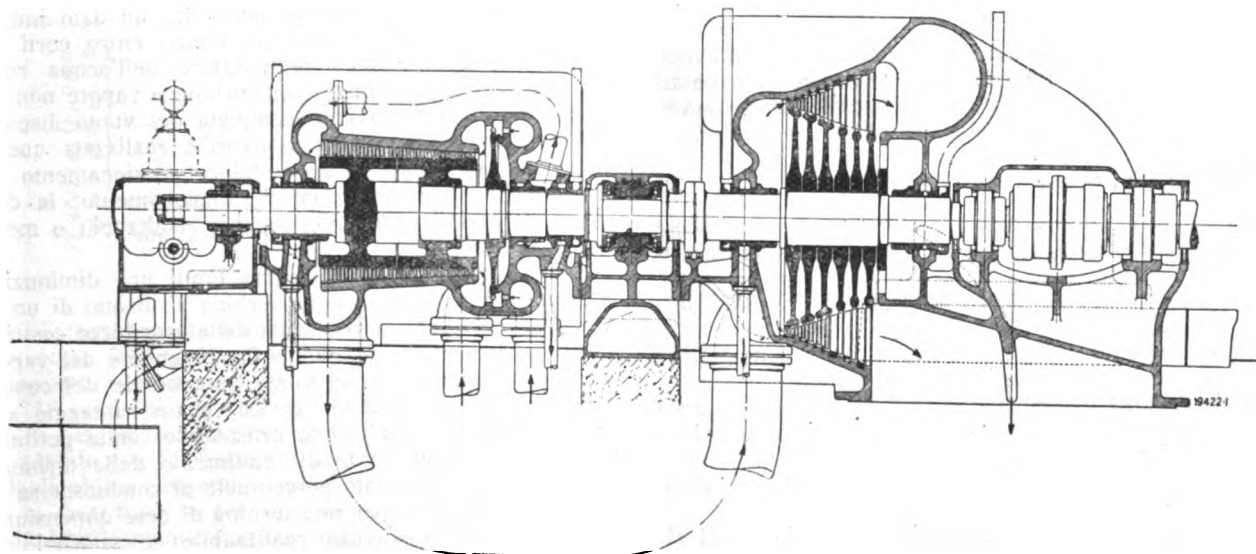


Fig. 5. — Turbina Brown Boveri da 50.000 kW a 1500 giri.

La direttiva predominante, che caratterizza lo sviluppo e la conseguente trasformazione costruttiva della turbina a vapore attuale, può senz'altro identificarsi in una tendenza sempre più pronunciata ad accrescere, con analogia a quanto d'altronde si è venuto praticando in tutte le turbomacchine più recenti, i valori della cosiddetta « cifra di qualità », che non è altro che il ben noto « numero caratteristico del Parsons ».

$$X = \frac{\Sigma u^2}{\lambda_a}$$

ove denotasi con :

$\Sigma u^2 =$  la somma dei quadrati delle velocità periferiche dei diversi elementi della turbina;

fondamento più razionale essendo una cifra indimensionale e quindi di valore invariabile nei diversi sistemi di misura di riferimento (metrico o britannico) in uso nella tecnica.

Nell'aumento di  $u_s$ , ossia nell'accrescimento di  $u^2$ , vi è però un limite, come verrà mostrato esaurientemente in seguito, oltre il quale l'accrescimento ulteriore di  $u_s$  non apporta quasi più beneficio, viceversa rende la turbina a vapore sempre più costosa. Tale limite può dirsi raggiunto se non addirittura sorpassato in alcune recentissime costruzioni di turbine a va-

<sup>(1)</sup> Confronta dell'A.: « Nota sull'introduzione di cifre caratteristiche indimensionali per le turbomacchine termiche » - L'Industria, 1926 - n. 11.

pore, onde non è nell'esclusivo aumento della  $u_s$ , bensì anche in altri miglioramenti, a parità di sicurezza e durata di esercizio, da scorgere la possibilità futura di accrescere ulteriormente il rendimento economico della turbina a vapore. Si può agevolmente prevedere che le direttive future della tecnica per le turbine a vapore, giovandosi dell'immane sforzo di miglioramento, in ispecie per quanto riguarda alcune classi speciali di queste e cioè le turbine a contropressione, quelle a prelevamento di vapore od a spillamento di questo, ecc., che può considerarsi ancora in fase di sviluppo, apportato dal periodo di relativa penuria e perciò di aumentato valore industriale del combustibile, creato dal dopo guerra e pel quale si è venuto a ridurre, in poco meno di tre anni, il consumo unitario di vapore delle turbine da 5 1/2 a poco meno di 4 kg per kWh, tenderanno, per quanto svariati possano essere i campi di applicazione della turbina avvenire, unicamente allo scopo di realizzare: *la turbomotrice a vapore della massima economia industriale colla più alta sicurezza di funzionamento*, contemperando opportunamente all'uopo i perfezionamenti singoli di cui sono ancora suscettibili i diversi fattori, che tale economia influenzano.

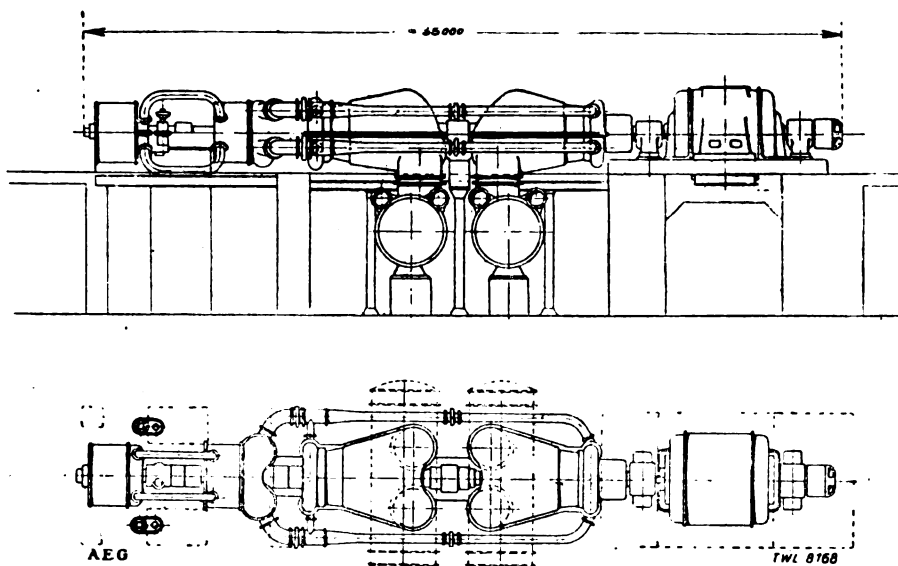


Fig. 6. — Turboaggregato tricapculico A.E.G. da 50.000 kW a 1500 giri.

Col procedere della soluzione del problema, così univocamente caratterizzato, si accentuerà allora, molto probabilmente, la tendenza già pronunziata della tecnica attuale verso l'unificazione dei tipi per ciascuna classe delle turbine a vapore.

#### Disamina delle possibilità e delle direttive attuali.

I mezzi cui si è fatto ricorso attualmente per accrescere l'economia industriale della turbina a vapore, possono riassumersi in tre grandi categorie:

1) *L'aumento della caduta termodinamica da utilizzare, mediante:*

a) l'innalzamento della pressione e della temperatura iniziale, fino al limite economicamente conveniente;

b) l'abbassamento della linea di condensazione ossia della contropressione allo scarico con una migliore utilizzazione del vuoto disponibile.

2) *Il miglioramento del processo o ciclo di lavoro della turbina, mediante:*

a) l'introduzione del processo di rigenerazione pel riscaldamento del condensato;

b) l'adozione del surriscaldamento intermedio.

3) *Il miglioramento costruttivo intrinseco della turbina, ossia l'aumento del coefficiente di rendimento esclusivo di questa, mediante:*

a) l'accrescimento dei coefficienti di rendimento delle palettature fisse e rotanti, ossia la riduzione delle perdite principali di energia nella turbina;

b) la riduzione delle perdite supplementari della turbina (perdite volumetriche, di frizione, meccaniche, ecc.);

c) la riduzione della perdita di uscita o perdita allo scarico della turbina;

d) l'aumento opportuno della « cifra specifica di velocità periferica »;

e) l'impiego adeguato del funzionamento ad azione e di quello a reazione e la loro più opportuna fusione.

Esaminiamo successivamente i limiti delle possibilità e delle convenienze relative.

I. - *Aumento del salto di calore disponibile.* — Dei due procedimenti diretti ad accrescere la caduta di calore utilizzabile nelle turbine a vapore, quello di diminuire la contropressione allo scarico ossia di accrescere, per le turbine a condensazione, il vuoto percentuale alla bocca di scarico della turbina si è presentato più spontaneo alla mente dei tecnici ed è stato perciò seguito fino dai primordi dello sviluppo delle turbine a vapore.

Poichè l'aumento della caduta termodinamica è tanto più considerevole quanto più bassa è la contropressione allo scarico, il consumo specifico di vapore di una turbina pura a condensazione diminuisce corrispondentemente al crescere del vuoto disponibile, sempre quando però si riesca ad utilizzare interamente ed ancora con un buon rendimento l'accresciuto salto termodinamico nella turbina. L'aumento del vuoto oltre certi limiti può cioè considerarsi utile agli effetti della turbina, solo se la contropressione relativa si stabilisce non soltanto nel condensatore ma altresì direttamente dietro l'ultima girante ossia qualora venga evitata una notevole caduta di pressione lungo lo scarico nella cassa.

La buona utilizzazione di vuoti elevati richiede adunque proporzionalmente grandi sezioni di scarico della palettatura dell'ultimo elemento della turbina e della porzione della capsula destinata allo scarico ed in alcune circostanze anche un aumento del numero degli elementi della turbina, ossia conduce invariabilmente ad un aumento del costo di questa, che però conviene accettare sempre quando è possibile realizzare dei vuoti elevati (96 al 98 %) senza aumento nella portata dell'acqua refrigerante, bensì soltanto per effetto di più basse temperature di quest'ultima.

Il vuoto percentuale realizzabile, caso per caso, è notoriamente funzione e della quantità e della temperatura dell'acqua refrigerante a disposizione (principalmente della ripartizione nel tempo dell'indicata temperatura), nonché dell'efficacia dell'impianto di rigenerazione del mezzo refrigerante, se un tale dispositivo si rende necessario. Esso non ha un valore assolutamente costante per un dato impianto, ma può variare nel tempo entro certi limiti ap-

punto col variare della temperatura dell'acqua refrigerante disponibile. Negli impianti con turbine a vapore non può quindi aversi una utilizzazione completa del vuoto disponibile nel condensatore che soltanto allorchè è realizzata quella condizione che si assume a base del proporzionamento della turbina. Nelle altre condizioni di funzionamento, la contropressione creata a valle della turbina risulta più o meno inadeguata al bisogno.

In particolare nelle turbine limiti una diminuzione della contropressione a valle della turbina al disotto di un certo valore, caratterizzato volta a volta dalle grandezze costruttive dell'ultimo elemento e da quelle fluidodinamiche del vapore, ossia un ulteriore aumento del vuoto percentuale del condensatore, non apporta più, a pieno carico, alcun vantaggio agli effetti dell'incremento della caduta utilizzabile, della perdita d'uscita e quindi del coefficiente di rendimento della turbina. L'ulteriore aumento del vuoto percentuale al condensatore si rispecchia, notoriamente, per una turbina di date dimensioni, in una limitazione della potenza realizzabile se si vuole elaborare completamente il salto di calore disponibile, val quanto dire in un abbassamento del valore della cosiddetta « *Potenza limite economica* » ovvero, volendo lasciare invariato il valore della potenza sviluppata in un'elaborazione incompleta della caduta termodinamica disponibile e precisamente nella perdita di quella porzione del salto corrispondente al maggiore aumento di vuoto realizzato nel condensatore, ossia in un aumento della perdita d'uscita della turbina.

Nel campo delle turbine limiti è perciò, recentemente, venuto introducendosi il concetto di « *Potenza limite economica* » della turbina, intendendo sotto tal nome quel particolare valore della potenza di una turbina a vapore di date dimensioni, per il quale si utilizza completamente la percentuale di vuoto disponibile a valle della turbina. Per le dette turbine si usa perciò parlare anche di « *espansione incompleta* » e di « *espansione imperfettamente utilizzata* », allorchè il maggior salto di

calore resosi disponibile non può venire completamente sfruttato a pieno carico, con analogia a quanto avviene, per altro sotto altri punti di vista, nel campo della motrice a vapore alternativa. Un miglioramento del vuoto disponibile non apporta nessun vantaggio, per le indicate turbine, in corrispondenza al pieno carico, mentre costituisce un guadagno ai carichi ridotti ed è per tale motivo che nelle turbine limiti il minimo consumo di vapore si realizza molto frequentemente in corrispondenza al carico  $3/4$ .

E', adunque, in ogni caso un errore spingersi troppo oltre in tale riguardo, ossia proporzionare una turbina in base al valore minimo della temperatura dell'acqua refrigerante disponibile, che si realizza solo per brevi periodi dell'anno, poichè, fatta astrazione dallo accennato aumento di costo inerente alla turbina, gli ultimi elementi di questa lavorerebbero, per la maggior parte dell'anno, in condizioni sfavorevolissime. In presenza di vuoti peggiorati e quindi di portate volumetriche di vapore molto ridotte, tali elementi con palettatura di sezione proporzionalmente molto abbondante, elaborano cadute elementari relativamente troppo piccole onde ne scaturiscono per essi velocità del vapore troppo esigue rispetto alla velocità periferica; essi forniscono allora poco lavoro, ossia come comunemente suol dirsi in gergo tecnico « *sguazzano nel vapore* ».

Comunque, per una buona utilizzazione del vuoto disponibile è da volgere la massima attenzione alla sagomazione più opportuna delle sezioni di deflusso della capsula verso lo scarico della turbina e ciò diventa naturalmente tanto più importante quanto più ci si avvicina alle « *potenze limiti* ». La tendenza sempre più spiccata verso le « *potenze limiti* » si giustifica, come si mostrerà più oltre, col fatto che nelle grandi unità tutte le perdite, ad eccezione di quella allo scarico della turbina, sono proporzionalmente più modeste che nelle piccole unità; la tendenza all'accrescimento della potenzialità delle unità è quindi uno dei mezzi che mirano all'aumento del rendimento economico della turbina a vapore. Allo stato attuale della tecnica costruttiva delle turbine a vapore non vi è limite all'accrescimento di tale potenza, altro che nei riguardi della considerazione della grandezza e ripartizione del carico dell'impianto nel tempo, della necessaria riserva da predisporre e del limite attuale delle possibilità nella potenza realizzabile per gli elettrogeneratori. Quanto maggiore è la velocità di uscita del vapore dalla palettatura dell'ultimo elemento tanto più si impone di ridurre possibilmente le resistenze che si oppongono al moto lungo lo scarico nella capsula, poichè queste, a parità di altre condizioni, crescono col quadrato dell'indicata velocità.

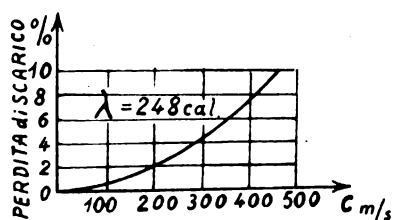


Fig. 7.

La fig. 7 mostra come aumenta rapidamente la perdita di uscita al crescere della velocità del vapore allo scarico per determinati rapporti (nel caso in fig. 7 per una caduta termodinamica di 248 cal.) del vapore lungo la turbina.

In molti casi è possibile contenere tale perdita nei limiti consentiti soltanto con l'abbondante proporzionamento delle palettature degli ultimi elementi, il che si consegue quasi esclusivamente in due maniere per la turbina ad azione e cioè: o sdoppiando semplicemente l'ultimo o gli ultimi elementi della turbina in parallelo (fig. 1) ovvero seguendo il noto dispositivo di conduzione del vapore proposto ed attuato dal Baumann nella sua « *multiple exauste Turbine* » e che consiste (fig. 8) nello sdoppiare il penultimo elemento in guisa che una porzione del vapore fluisca direttamente allo scarico mentre l'altra mediante apposito condotto distributore, va ad iniettare l'ultima girante. Tale sdoppiamento può ripetersi fino a tre volte ed in tal caso si realizzano nella turbina non meno di quattro sezioni di scarico, donde il nome dato dal Baumann alle sue turbine.

Nelle turbine a reazione si è standardizzato attualmente all'uopo lo sdoppiamento dell'intera parte a B. P. della turbina, il che presenta, tra l'altro, per le dette turbine (fig. 3) anche il vantaggio di eliminare la porzione della spinta assiale relativa alla turbina a B. P.

Sagomando la porzione della capsula a diffusore verso lo scarico può trasformarsi una buona parte dell'energia cinetica

di uscita in energia potenziale di pressione, eliminando in tal guisa quasi completamente una caduta di pressione allo scarico. Ciò implica però una serie di accorgimenti e cioè che la trasformazione della velocità in pressione si inizi precisamente dietro l'ultima palettatura rotante e proceda dolcemente e progressivamente col minimo tragitto possibile, ossia che le de-

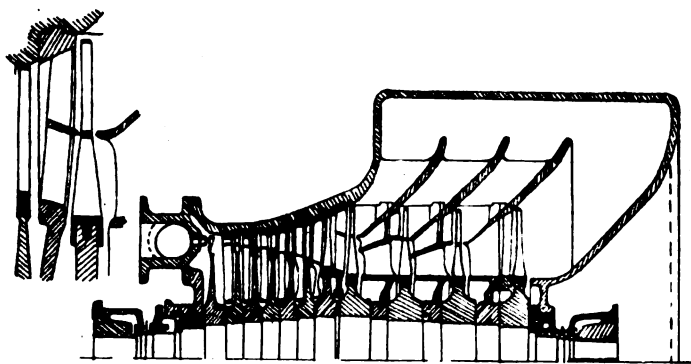


Fig. 8.

viazioni di direzione siano dolci e che le sezioni normali al deflusso della corrente fluida vadano progressivamente crescendo con continuità, che le correnti di vapore scaricantesi circonferenzialmente non si influenzino, nè si urtino reciprocamente e che si ricavi il minor numero possibile di superfici direttrici nella capsula onde contenere le perdite di attrito sulle pareti nei limiti economicamente consentiti.

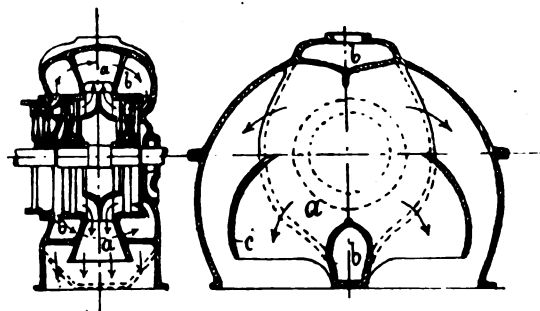


Fig. 9.

La ditta A. E. G. realizza molto bene tale sagomazione della capsula a diffusore, originariamente proposta e studiata dal Prof. Flügel per un'unità monocapsulica da 50.000 kW, connettendola talvolta, come palessa esaurientemente la fig. 9, alla molteplicità dello scarico secondo il concetto del Baumann.

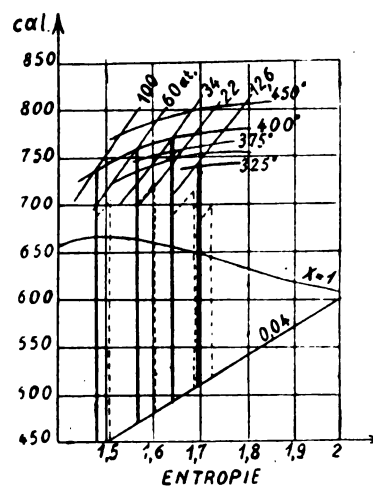


Fig. 10

Negli impianti a contropressione il valore della pressione che si stabilisce allo scarico della turbina può considerarsi come univocamente data, perchè dipende esclusivamente dalle perdite di deflusso nelle tubazioni di riscaldamento industriale, ossia dal diametro e dalla lunghezza di queste, nonché dal numero di raccordi, curvature, valvole, ecc., interclusevi, onde non si ha, in tale riguardo, alcun mezzo di miglioramento a disposizione.

Il secondo procedimento diretto ad accrescere la caduta di calore utilizzabile nelle turbine a vapore, che ha avuto rapido



impulso in questi ultimi anni col passaggio all'impiego del vapore ad iperpressione, consiste nell'accrescimento della pressione e temperatura di introduzione del vapore d'acqua nella turbina.

Il diagramma di Mollier tracciato in fig. 10 mostra che per un dato valore  $p_c$  della contropressione, la caduta termodinamica disponibile aumenta sensibilmente al crescere della pressione di introduzione del vapore nella turbomotrice, per un costante valore della temperatura di surriscaldamento e ciò malgrado che, al crescere della pressione, vada diminuendo progressivamente il valore del calore totale del vapore d'acqua. Il rapporto di tale salto al calore di generazione del vapore, che rappresenta, in un certo senso, il coefficiente di rendimento termico del processo puro a condensazione, cresce dapprima rapidamente, indi molto più lentamente. Dal diagramma si scorge altresì che, per un dato valore della pressione di introduzione l'aumento della caduta termodinamica è tanto più notevole quanto più elevata è la temperatura di surriscaldamento del vapore.

In ogni caso l'aumento apportato dal passaggio a pressioni e temperature più elevate è palesemente tanto più sensibile quanto maggiore è il valore della contropressione, sicchè mentre per gli impianti a condensazione i valori più convenienti per la pressione iniziale sembrano attualmente aggirarsi tra le 35 e 40 atm., per gli impianti a contropressione può convenire di andare anche oltre. Ne scaturisce la conclusione che l'impiego del vapore ad iperpressione è, nei riguardi economici, molto più favorevole per le turbine a contropressione che non lo sia per le turbine a condensazione e su di questo ritorneremo in seguito. Vi è anche un'altra considerazione di gran lunga più importante, che statuisce la supremazia dell'attuale turbina a contropressione nei riguardi del coefficiente di rendimento su quella pura a condensazione, ossia l'effetto dell'umidità del vapore sul coefficiente di rendimento e sulla durata delle palettature.

Nelle turbine a condensazione la pressione iniziale del vapore non può aumentarsi senza aumentare contemporaneamente anche la temperatura di surriscaldamento e ciò per duplice ragione e cioè perchè al crescere della pressione diminuisce il cosiddetto « grado di surriscaldamento », ossia la differenza di temperatura tra quella di surriscaldamento e quella di saturazione del vapore, e perchè l'espansione del vapore fino alle bassissime contropressioni ( $0,05 \div 0,03$ ) conduce nel campo delle forti umidità pel vapore, il che si riconnette non soltanto ad una diminuzione del rendimento complessivo, ma altresì alla possibilità di forti corrosioni nella palettatura della B. P.

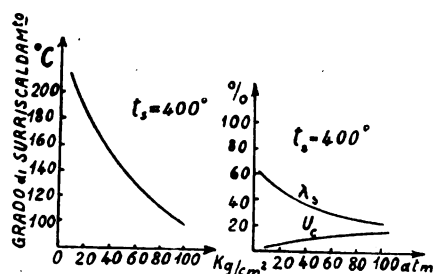


Fig. 11.

Come palesano i diagrammi in fig. 11 e 12, con una temperatura di surriscaldamento costante di  $400^\circ \text{C}$  il « grado di surriscaldamento » del vapore, che è di circa  $190^\circ \text{C}$  con una pressione di  $20^\circ \text{atm.}$ , si riduce a circa  $100^\circ \text{C}$  ad una pressione di  $100^\circ \text{atm.}$  e la porzione del salto totale di calore, che si elabora nel campo del vapore asciutto va progressivamente diminuendo al crescere della pressione iniziale del vapore da circa il 48 % a  $20^\circ \text{atm.}$  di pressione al 25 % in corrispondenza a  $100^\circ \text{atm.}$ , mentre il contenuto di umidità del vapore di scarico cresce proporzionalmente dal 6 al 15 % circa.

Per uguali rapporti di corrente il coefficiente di rendimento di una turbina diminuisce, notoriamente, tanto più quanto maggiore è la porzione del salto totale elaborata nel campo del vapore umido e quanto più profondo è lo spostamento in detto campo e ciò sembra sia da riportarsi al fatto che le sussistenti piccole gocce di acqua devono venire accelerate e trascinate dal vapore, con inerente consumo di energia e conseguente riduzione di velocità pel miscuglio vapore-acqua agente sulla palettatura rispetto a quella che competerebbe al vapore asciutto sotto la medesima caduta elementare.

L'azione nociva della forte umidità sugli ultimi elementi

delle turbine a pura condensazione, che è confermata da numerose osservazioni eseguite nella pratica, è da riportarsi dal punto di vista teorico al fatto che la indicata diminuzione della velocità di uscita dai distributori, relativa alla presenza di acqua trascinata dal vapore, alterando i rapporti dei triangoli delle velocità, viene ad accentuare il ben noto fenomeno sfavorevole

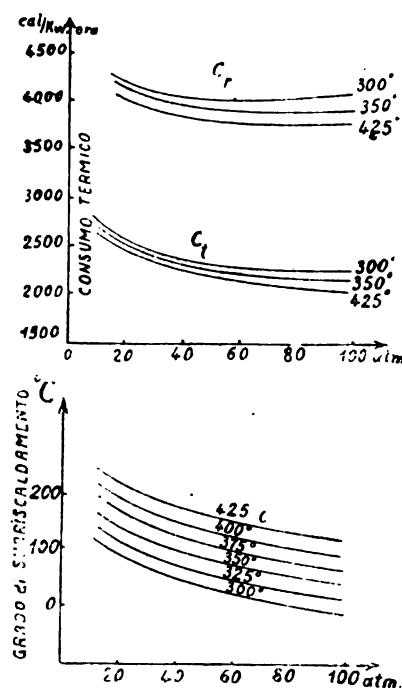


Fig. 12.

che si verifica nelle palettature molto lunghe, che occorrono verso lo scarico della turbina a vapore se si vuol contenere in limiti adeguati la perdita di uscita, e cioè che, avendo la velocità periferica valori sensibilmente diversi dal piede all'estremità delle pale, se queste hanno uguale profilo lungo tutta la loro lunghezza, la velocità relativa  $w$  del vapore al-

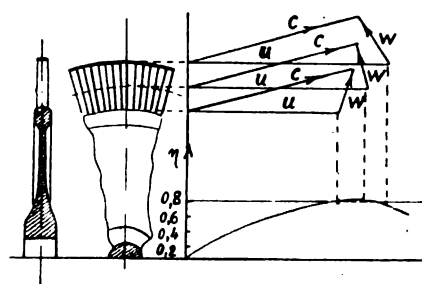


Fig. 13.

l'ingresso dei condotti giranti finisce coll'essere diretta, avvicinandosi verso il nastro circonferenziale, contro il dorso della pala, come palesa esaurientemente la fig. 13. La forza centrifuga tende a trascinare infatti le gocce d'acqua verso la periferia ove esse, come mostra chiaramente la fig. 14, urtano e rimbalzano sul tergo delle pale dando luogo a notevoli corrosioni in detti punti.

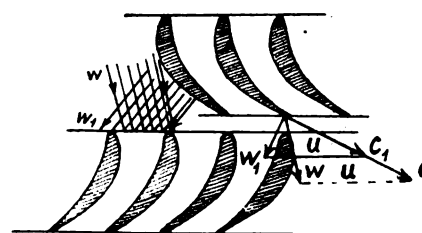


Fig. 14.

Alcuni costruttori americani, per evitare gli inconvenienti inerenti alle palettature molto lunghe, seguendo il concetto del Baumann danno alle dette pale profili progressivamente variabili dalla periferia al piede, come mostra la fig. 15, ossia la pala viene ad essere man mano più fortemente incurvata pro-

cedendo verso il piede e cioè corrispondentemente al crescere dell'angolo di deviazione del vapore.

Secondo le vedute inglesi ed americane al riguardo, si ritiene che il rendimento di un elemento di turbina è approssimativamente uguale al prodotto dell'umidità del vapore pel coefficiente di rendimento peculiare dell'elemento pel funzionamento con vapore surriscaldato od asciutto, e tale conclusione, con lievi varianti, sembra essere confermata dalle esperienze recenti <sup>(2)</sup> eseguite al riguardo. A tale peggioramento del coefficiente di rendimento col crescere dell'umidità del vapore non è certo estranea anche l'influenza del sottoraffreddamento del vapore.

E' da notare che non soltanto le elevate pressioni iniziali, in presenza di temperature di surriscaldamento proporzionalmente modeste, conducono a forti umidità del vapore lungo l'espansione nella porzione a B. P. della turbina, bensì anche la realizzazione di buoni coefficienti di rendimento ed in ispecie guisa di elevati rendimenti nella porzione ad A. P., che a loro volta sono da riportarsi principalmente all'impiego del vapore ad iperpressione.

Vi è ancora un altro motivo e cioè, col passaggio alle pressioni più elevate e quindi col crescere della caduta disponibile, è venuta a variare in progresso di tempo la ripartizione del salto disponibile tra la porzione ad A. P. e quella a B. P. della turbina. Ad esempio mentre con una temperatura di surriscaldamento del vapore di 300° C ed un vuoto di 0,96, con una pressione iniziale di 12 atm. ed una pressione intermedia di 2 atm., la caduta complessiva ammonta a 225 cal. di cui il 41,5 % viene ad essere elaborata nella porzione ad A. P. della turbina, passando a 30 atm. colla pressione iniziale, il salto elaborato dalla A. P. diventa il 52 % della caduta termodinamica totale.

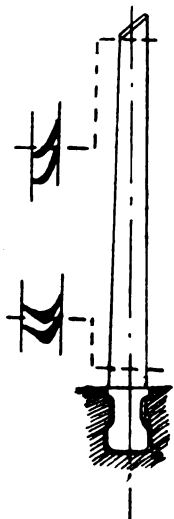


Fig. 15.

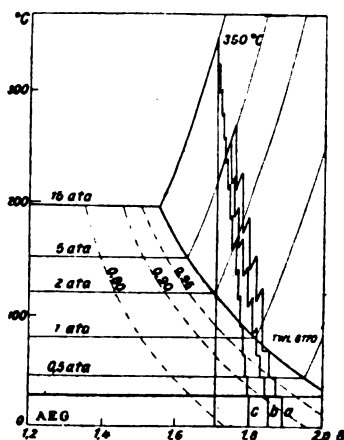


Fig. 16.

Nè è conseguita un'accresciuta importanza pel coefficiente di rendimento della porzione ad A. P. della turbina nei riguardi del coefficiente di rendimento complessivo della turbina in quanto la porzione ad A. P. delle attuali turbine ad iperpressione elabora; in completa inversione colle vecchie consuetudini, una porzione del salto totale sensibilmente maggiore di quella che compete alla B. P. Un miglioramento di rendimento della porzione ad A. P. della turbina non significa però, in senso assoluto, uguale miglioramento del coefficiente di rendimento totale per le turbine a pura condensazione, giacchè ogni miglioramento di rendimento della porzione ad A. P. implica un peggioramento più o meno sensibile del coefficiente di rendimento della porzione a B. P. della turbina.

Il valore del coefficiente di rendimento dell'A. P., definendo lo stato del vapore innanzi alla B. P. della turbina ne prescrive la caduta adiabatica e quindi in certa guisa il rendimento. Con un  $\eta_{A.P.}$  più elevato la temperatura del vapore dinanzi alla porzione a B. P. della turbina è più bassa che non con un  $\eta_{A.P.}$  più modesto e la caduta utilizzabile viene a ridursi essendo minore in conseguenza la quantità di calore di recupero. Ci si trova perciò nella progettazione delle turbine pure

a condensazione in presenza di due influenze opposte, ossia nel mentre si tende con tutti i mezzi teorici e costruttivi al miglioramento del coefficiente di rendimento termodinamico, ossia riducendo le perdite di deflusso del vapore si cerca di avvicinarsi quanto maggiormente è possibile alla trasformazione adiabatica, tale avvicinamento accresce il contenuto d'umidità del vapore agente e peggiora il rendimento della porzione a B. P. ossia conduce di nuovo ad un sensibile allontanamento dalla trasformazione adiabatica.

Il diagramma in fig. 16, che si riferisce ad una turbina a vapore dell'A. E. G. da 16.000 kW, mostra, ad esempio, che con un coefficiente di rendimento termodinamico del 75 % l'espansione del vapore nella turbina procede secondo la spezzata *a*, colla quale l'umidità del vapore dietro l'ultima girante si aggira sul 6 ÷ 7 %, con un coefficiente di rendimento termodinamico dell'80 % (spezzata *b*) il contenuto di umidità sale all'8 ÷ 10 % e con un coefficiente di rendimento termodinamico dell'85 % (spezzata *c*) esso è compreso tra il 10 ed il 14 %.

Si giunge, pertanto, alla conclusione che per quanto grandissimi furono i progressi realizzati in questi ultimi anni, allo stato attuale della tecnica, sussiste una limitazione dovuta a puri motivi termodinamici all'ulteriore innalzamento di rendimento della turbina a vapore pura a condensazione, che non sembra possa venir superata anche coll'esecuzione più accurata delle palettature. Ed è perciò che mentre per la turbina a contropressione ed altre classi speciali di turbine (a prelevamento, a spillamento di vapore, a duplice pressione, ecc.), si sono realizzati in breve tempo dei miglioramenti veramente cospicui nei riguardi del coefficiente di rendimento termodinamico, analoghi miglioramenti non sono per ora prevedibili per la turbina pura a condensazione, che abbisognerebbe di una contemporanea fondamentale miglioria per la porzione a B. P.

Una miglioria in tale riguardo è senza dubbio quella dell'adozione del surriscaldamento intermedio pel vapore elaborante in turbina, di cui passiamo ad occuparci.

**II. - Miglioramento del ciclo di funzionamento della turbina a vapore.** — L'introduzione del vapore ad iperpressione ha rimesso in luce e con maggiore interesse il problema di migliorare il rendimento termico della turbina a vapore, indipendentemente dal valore della caduta termodinamica utilizzabile, ossia cercando di migliorare il ciclo secondo cui evolve il fluido motore, col tentare di avvicinarsi maggiormente al ciclo ideale di funzionamento.

Come ciclo teorico ideale di funzionamento, il quale comprende palesemente tutte le diverse operazioni successive, che ciclicamente subisce il fluido agente e cioè: il riscaldamento, l'evaporazione ed il surriscaldamento in caldaia, l'introduzione ed espansione nella motrice fino alla contropressione disponibile, la condensazione a temperatura e pressione costante nel condensatore e la ricomprensione del condensato mediante le pompe di alimentazione alla pressione della caldaia, è invalso l'uso di riferirsi al ciclo del Rankine od altrimenti detto del Clausius, perchè questo ciclo teorico meglio di quello del Carnot, sebbene sia di questo notevolmente più sfavorevole nei riguardi del rendimento termico, sembra prestarsi al confronto coi cicli ordinari, secondo cui evolve il fluido negli impianti con motrici a vapore a condensazione.

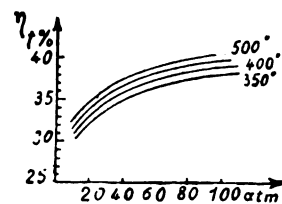


Fig. 17.

Notoriamente, secondo il ciclo del Rankine, soltanto una porzione molto piccola della quantità di vapore generata in caldaia viene trasformata in lavoro utile nella motrice, giacchè la maggior parte del calore generato viene portato via dall'acqua refrigerante (colle turbine in media il vapore di scarico porta al condensatore dalle 550 alle 600 calorie per kg di vapore) e va perduta agli effetti dell'utilizzazione. Ad esempio, con una turbina perfetta scaricante a 0,04 atm. ass., con una  $p_i = 15$  atm. e  $t_s = 350^\circ$  C il rendimento termico del ciclo è soltanto del 31 %, con una  $p_i = 30$  atm. e  $t_s = 400^\circ$  C del 36 % e con una  $p_i = 100$  atm. e  $t_s = 425^\circ$  C del 40 % in cifra tonda (figura 17).

<sup>(2)</sup> Confr.: MELLANBY AND KERR: «The limiting possibilities in steam plants» - Engineering, 1925. — BLOWNEY AND WARREN: «The increase in thermal efficiency due to superheating in steam turbines» - American Society of Mech. Eng., 1924.

I due mezzi che si sono rapidamente andati affermando allo scopo di migliorare il ciclo teorico di funzionamento rispetto al ciclo del Rankine sono: il « processo di rigenerazione » già da tempo proposto in America, ossia il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione delle caldaie con vapore di spillamento dalla turbina ed il « sistema del surriscaldamento intermedio ».

Entrambi i detti sistemi, in uno coll'impiego delle iperpressioni e temperature di surriscaldamento più convenienti, costituiscono i tre capisaldi dello sviluppo recente degli impianti con turbine a vapore. L'esame preciso dei limiti della loro convenienza esula però in parte dal campo esclusivo delle nostre considerazioni attuali essendo intimamente collegato a tutti gli altri problemi dell'impianto termico a vapore d'acqua ed in ispecial guisa al problema metallurgico costruttivo, attualmente di un interesse quasi predominante, degli apparecchi generatori del vapore (caldaie, preriscaldatori, surriscaldatori, ecc.), ad alte pressioni.

Ci limiteremo, pertanto, in questo lavoro ad un breve esame dei due indicati sistemi, principalmente nei riguardi delle migliorie che ne conseguono per la turbina. Il miglioramento del ciclo di lavoro e quindi il guadagno economico del processo a rigenerazione consiste in ciò che il calore di evaporazione del vapore di spillamento, il quale ha già fornito lavoro lungo buona parte della turbina, non viene asportato dall'acqua refrigerante del condensatore, bensì viene conservato al ciclo.

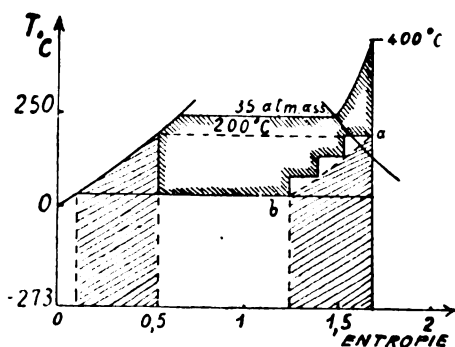


Fig. 18.

Il processo ideale, come palesa la retta *a b* in fig. 18, consisterebbe nell'effettuare lo spillamento del vapore con continuità dalla turbina e servirsi per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione della caldaia. Il guadagno teorico conseguibile nel rendimento termico degli impianti a condensazione si calcola, nel caso ideale di un numero infinito di spillamenti e quindi di preriscaldatori, del 10 % per medi rapporti. Per motivi pratici è indispensabile limitare il numero degli apparecchi preriscaldatori e quindi degli spillamenti di vapore e ciò tanto maggiormente quanto minori sono le potenze del macchinario. Per le piccole potenze è opportuno prevedere un solo spillamento con che il guadagno è dal 4 al 4,5 %, mentre per le grandi potenze si usa salire fino a 4 spillamenti. Con due preriscaldatori il vantaggio conseguibile oscilla dal 6 al 6,8 % mentre con tre preriscaldatori esso sale a 7,5 % e con 4 al 7,7 %.

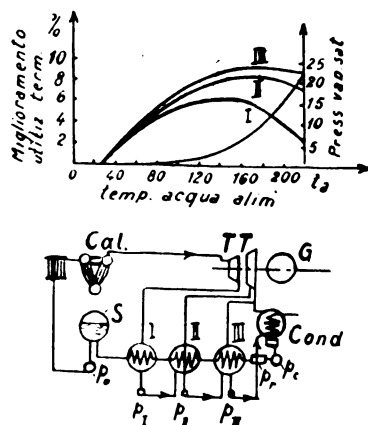


Fig. 19.

In fig. 18 è raffigurato sul diagramma entropico il caso dello spillamento a tre gradini per una turbina da 35 atm. con preriscaldamento a circa 200° C ed in fig. 19 lo schema del ciclo

relativo ed il diagramma del miglioramento conseguibile pel rendimento.

Il numero più favorevole dei gradini di spillamento ed il valore della temperatura massima di preriscaldamento devono formare oggetto di particolare indagine, caso per caso. In base a pure considerazioni termo-economiche converrebbe impiegare possibilmente un gran numero di elementi, viceversa, considerazioni di limitazione delle spese costruttive e la semplicità dell'impianto consigliano una riduzione di questi.

In generale si può asserire che per pressioni iniziali medie sono più vantaggiosi uno o due gradini giacché il terzo gradino apporta, come si è mostrato innanzi relativamente esiguo vantaggio economico. Solo oltre le 30 atm. può convenire l'impiego di un numero maggiore di gradini.

L'altezza della temperatura finale di preriscaldamento deve porsi sempre in relazione con le condizioni di lavoro dell'impianto caldaie ed economizzatori. Dai diagrammi riportati avanti si vede che quanto maggiore è la temperatura dopo l'ultimo preriscaldatore tanto maggiore è il vantaggio economico. Ora l'indicata temperatura viene, come si è già accennato, limitata dalla condizione che nell'economizzatore, spesso susseguente i preriscaldatori a vapore di spillamento ed attraversato dai prodotti gassosi della combustione, anche nelle peggiori condizioni di funzionamento, in nessun caso, può evidentemente permettersi un'eventuale formazione di vapore, cosa che potrebbe, per altro, capitare qualora, essendo le caldaie debolmente caricate, l'alimentazione venisse a ristagnarsi per lungo tempo.

La massima temperatura di preriscaldamento deve, perciò, rimanere sempre di determinate quantità (40 ÷ 60° C) sotto la temperatura di saturazione del vapore fresco e ciò tanto maggiormente quanto più ampie sono le dimensioni dell'economizzatore. Per medie pressioni del vapore si usa per lo più il preriscaldatore fino a 100 ÷ 120° C, mentre per pressioni tra 20 e 35 atm. fino a 130° ÷ 150° C ed oltre.

Lo spillamento della turbina principale offre il vantaggio che, con uguale potenza complessiva, la potenza della porzione a B. P. viene ancora a diminuire a vantaggio della potenza sviluppata dalla parte ad A. P. con il che, crescendo la quantità di vapore che defluisce lungo la A. P. aumentano anche le sezioni di deflusso e quindi le lunghezze delle palettature iniziali con conseguente aumento del rendimento e diminuisce nel contempo la perdita allo scarico della turbina a B. P. Tale spillamento accresce cioè l' $\eta_{BP}$  della turbina, ovvero, a parità di perdita di uscita, aumenta il valore della « Potenza limite » della turbina, la quale è caratterizzata notoriamente dai valori del diametro massimo ammissibile e della massima lunghezza di palettatura consentita per l'ultima girante.

Nei grandi impianti può convenire di effettuare l'intero preriscaldamento del condensato complessivo di più unità mediante il vapore di scarico di una o più turbine a contropressione o miste a prelevamento e contropressione, ciò che permette la realizzazione di una disposizione molto favorevole nei riguardi tecnico-costruttivi e di ingombro dell'impianto. Infatti con tale sistema, pur avendosi nella turbina cosiddetta di « preriscaldamento » palesemente un rendimento inferiore, perché trattasi di un'unità molto più piccola di quelle principali dell'impianto, si ha il vantaggio di eliminare una complessa rete di lunghe tubazioni e dispositivi di regolazione che sono più o meno dissipatori di energia, di permettere una più agevole sorveglianza ed una più facile messa in marcia dell'impianto, nonché di rendere la temperatura di saturazione del vapore e quindi la temperatura di preriscaldamento indipendenti dalle variazioni di carico dell'impianto.

E' inutile accennare che il processo a rigenerazione fornisce un efficace miglioramento del rendimento termico dell'impianto solo qualora il calore asportato dai prodotti della combustione venga opportunamente utilizzato altrimenti, ad esempio, in appositi preriscaldatori dell'aria necessaria alla combustione.

Il beneficio dell'adozione del « sistema del surriscaldamento intermedio » ossia dell'applicazione di uno o più surriscaldamenti intermedi pel vapore agente nella turbina è da riportarsi su di tutto alla eliminazione dell'effetto antiescusso che le forti umidità del vapore hanno sul rendimento degli elementi a B. P. della turbina. Il surriscaldamento intermedio consiste precisamente nel prelevare una o più volte successivamente l'intera portata del vapore, che ha già lavorato in una porzione della turbina, surriscaldarla a pressione costante e rinviarla in turbina perché seguiti ad essere elaborata. Poiché surriscaldatori separatamente riscaldati sono antieconomici, il surriscaldamento intermedio viene di norma effettuato utilizzando il ca-

lore dei prodotti della combustione in appositi surriscaldatori intermedi intercalati in caldaia.

Ultimamente si è proposto di eseguire il surriscaldamento intermedio anzichè a spese dei prodotti della combustione, mediante apposito vapore prelevato dal primo surriscaldatore della caldaia, però tale sistema è ancora nella fase di studio.

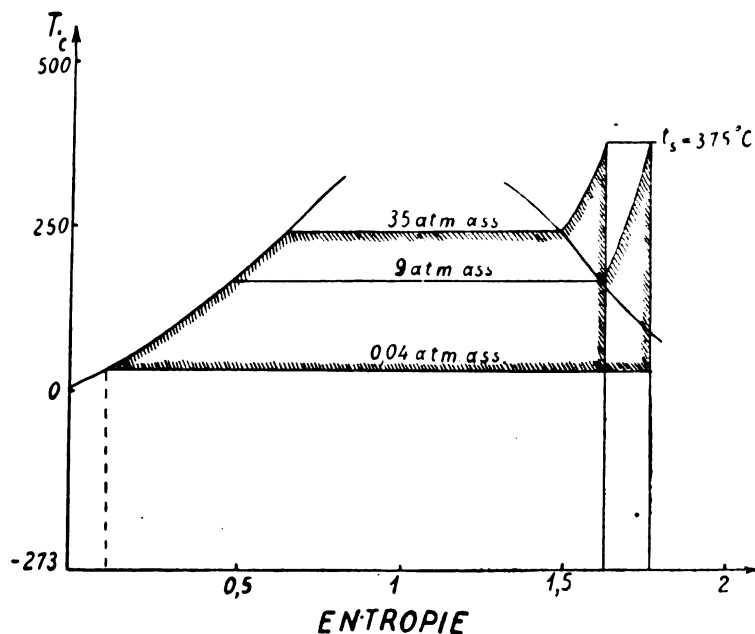


Fig. 20.

Sebbene teoricamente anche il rendimento termico di simili cicli di funzionamento sia palesemente maggiore del semplice ciclo del Rankine, come mostra chiaramente il diagramma in fig. 20, il vantaggio peculiare del surriscaldamento intermedio consiste principalmente nel miglioramento di rendimento termodinamico che esso importa per la porzione a B. P. delle turbine a condensazione e tale beneficio si ricollega molto bene a quello apportato dal « processo di rigenerazione » sicchè conviene riunire i due sistemi in pratica, con il che vengono a sommarsi i benefici relativi, come è reso palese dall'esame dei diagrammi in fig. 21.

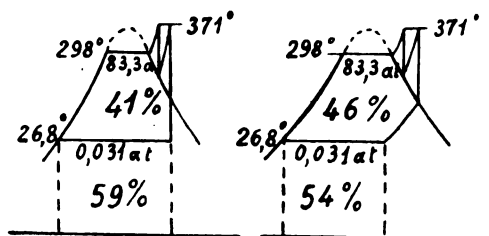


Fig. 21.

In effetti il prelevamento e la riconduzione del vapore dalla motrice in caldaia e viceversa si connettono ad inevitabili perdite di pressione e temperatura e rende indispensabile l'impiego di dispositivi, che ne complicano l'attuazione e ne scemano i vantaggi teorici.

Ciò che può variare, caso da caso, è il valore della temperatura colla quale conviene prelevare il vapore dalla turbina ed il grado di surriscaldamento che è più opportuno somministrargli.

Le opinioni circa il punto più opportuno per il surriscaldamento intermedio sono ancora le più disparate, tanto più che la turbina nel caso di surriscaldamento intermedio, venendo ad elaborare palesemente un salto complessivo alquanto maggiore, abbisogna di un numero maggiore di elementi; inoltre occorrono materiali costruttivi di ottima qualità a causa delle elevate temperature e diventano più costose entrambe la caldaia e la turbina. E forse questa è la ragione perchè in Europa tale sistema trova ancora limitatissimo impiego.

(Continua).

## □ SULLE DIGHE AD ARCHI MULTIPLI □

L. PASSERINI

Nel fascicolo di novembre dell'« Energia Elettrica » ho letto la nota del Chiarissimo Sig. Prof. Arturo Danusso, nota di commento alle osservazioni sulla diga sperimentale americana.

Poichè la questione delle dighe è di particolare interesse per noi italiani, spero di far cosa utile, nell'esporre queste mie modeste osservazioni, maturate in conseguenza del crollo del Gleno.

Chiedo venia fin d'ora agli specialisti se il mio ragionamento peccherà di un « grosso modo » poco confacente alla materia: le calcolazioni sono state fatte solo per inquadrare l'intuizione entro limiti concreti, essendo immediata l'obiezione che non sia valida l'applicabilità del metodo, che esporrò, a solidi della forma di una pila.

Non essendoci però dato altro mezzo per seguire più da vicino il fenomeno, ho ritenuto utile servirmi ugualmente di questa via.

In quanto allo spirito della nota premetterò che esso non è di critica, ma di indagine puramente tecnica, sopra un argomento ch'io credo di trattare per la prima volta.

\*

Consideriamo una diga ad archi multipli, gettata attraverso una vallata: il profilo trasversale della gola imporrà alle pile un'altezza varia, esclusivamente dipendente dal profilo stesso e dalla natura delle fondazioni.

Se noi supponiamo di mettere in carico lo sbarramento noteremo nelle pile degli spostamenti elastici, massimi in sommità, ed in stretta dipendenza con l'altezza dello sperone.

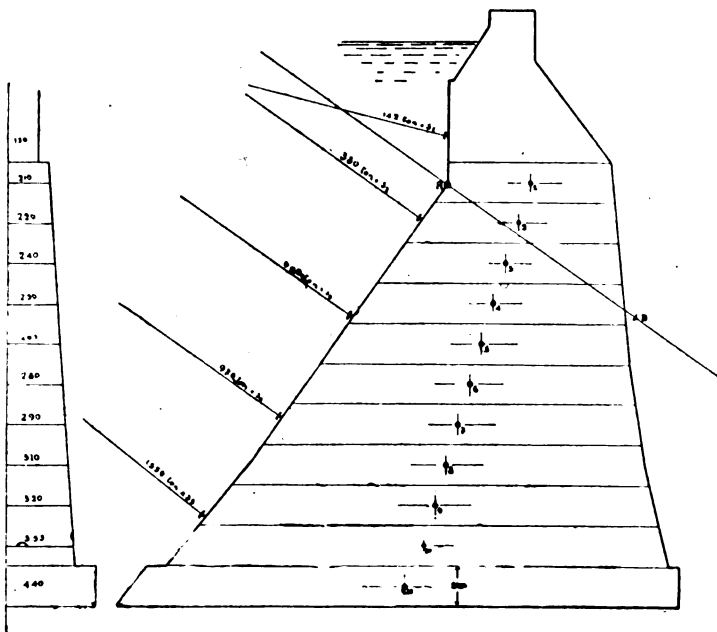


Fig. 1.

E poichè l'estremità alta degli speroni si trova allo stesso livello in tutte le pile, mentre l'altezza di esse è varia, a diga in carico troveremo le estremità spostate dalla loro posizione in misura diversa e quindi non più fra loro allineate.

Ne risulteranno nel manto delle sollecitazioni di svergolamento e di flessione più o meno grandi, a seconda appunto della maggiore o minore diversità di altezza delle pile di sostegno e delle quote considerate.

Scopo della presente è di valutare in via approssimata la sollecitazione che si può avere all'imposta dell'arco per la flessione, nel caso limite in cui esso arco si appoggi tra una pila di grande altezza, libera di muoversi elasticamente, ed un'altra incorporata con una parete di roccia.

Il computo tien conto esclusivamente dei cedimenti elastici della pila: la presenza di cedimenti elastici dell'ordine di 3/4 di mm nella roccia di fondazione, come è stato valutato nella diga sperimentale, o, peggio, la presenza di cedimenti

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.**

d'altro genere, non faranno che esasperare le sollecitazioni, che stiamo studiando.

La prima operazione che eseguiremo è la determinazione dello spostamento del punto *A* della pila disegnata in fig. 1 in direzione *A, B*, normale all'appoggio dell'arco, da serbatoio vuoto a serbatoio completamente invaso.

La pila della fig. 1 è quella di una diga esistente, in cui sono state ufficialmente riscontrate sollecitazioni accettabili, inferiori anzi a quelle di altre, di stabilità provata.

Accanto al profilo della pila è indicato il diagramma degli spessori dalla base alla sommità.

Divisa in strati orizzontali dell'altezza di due metri e supposti tali strati di forma prismatica, se ne sono determinati i pesi elastici *W*, che si sono riportati numericamente in una tabella, pesi elastici ingranditi per comodità di 1000 *E*.

Nel baricentro di ogni prisma sono stati tracciati gli assi degli ellissi di elasticità, tenendo conto degli sforzi di taglio.

Il semiasse orizzontale ha il valore:  $\varrho = \frac{h}{\sqrt{12}}$  mentre il semiasse verticale è:  $\varrho_1 = \sqrt{\frac{l^2}{12} + \frac{h^2}{4}}$  ove *l* = costantemente 2 m mentre gli *h* sono da misurare per ogni strato.

In base al teorema di reciprocità ho supposto la forza agente in posto di *A, B* e le direzioni degli spostamenti sugli assi delle forze *s*<sub>1</sub>, *s*<sub>2</sub>, *s*<sub>3</sub>, *s*<sub>4</sub>, cosa che mi permette di determinare l'antipolo della sola *A, B* nei vari ellissi di elasticità.

Poi i momenti delle forze, supposte a turno in *A* rispetto ai baricentri degli ellissi, li ho applicati negli antipoli di cui sopra, determinandone i momenti statici rispetto alle *s*<sub>1</sub>, *s*<sub>2</sub>, *s*<sub>3</sub>, *s*<sub>4</sub>. Questi ultimi sono i momenti centrifughi cercati.

Nel determinare i pesi elastici proporzionali 1000 *E w*, si è supposto *E* = 10<sup>6</sup>.2 tonn./m<sup>2</sup>, per cui essi sono risultati 2 × 10<sup>9</sup> più grandi.

Le *F*, forze, sono state prese al vero, in tonnellate.

La sommatoria dei momenti centrifughi ci dà:

$$311,53 + 579,35 + 688,6 + 496,2 = 2075,68.$$

Lo spostamento è quindi:

$$s = \frac{2075,68}{2 \cdot 10^9} \text{ metri} = 1,04 \text{ mm}.$$

Dunque nell'ipotesi che *E* = 2.10<sup>6</sup> tonn./m<sup>2</sup> il punto *A* si sposta da vuoto a pieno carico di 1,04 mm in senso normale all'impasta dell'arco.

\*

Determiniamo ora quali sollecitazioni s'inducono per questa sola causa nell'arco, che s'incasta in *A*, supponendolo non armato.

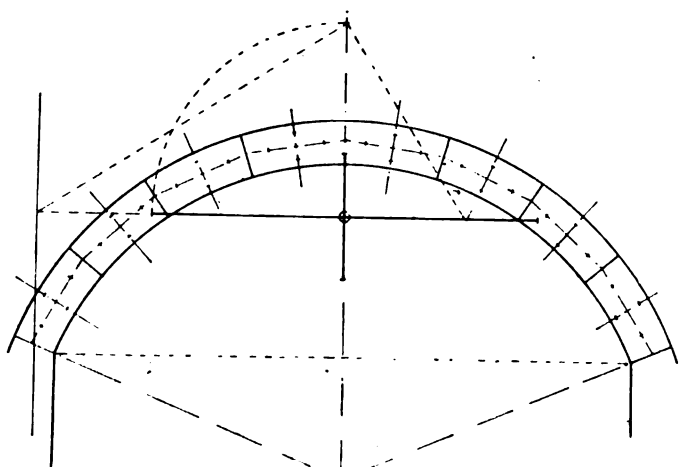


Fig. 2.

L'arco sia quello della figura 2, di raggio d'intradosso di m 2,25 e di raggio di estradosso di m 3,70 (l'interasse delle pile è di m 8), cioè dello spessore di 45 cm.

Diviso in otto tronchi elementari, lunghi ognuno m 1,025, posto *E* = 2,5 × 10<sup>6</sup> tonn./m<sup>2</sup> — *J* = 0,0076 m<sup>4</sup>, si ha:

$$G = \frac{135}{E} \text{ peso elastico elementare, mentre il peso elastico totale è } \frac{1080}{E}.$$

Tracciati gli assi, trascurando l'azione di taglio, cioè con  $\delta_1 = \frac{l}{\sqrt{12}} = 0,296 \text{ m}$  e  $\varrho = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,13$ , si determini l'ellisse centrale di elasticità di tutto l'arco, mediante il tracciamento dei due assi principali.

Lo spostamento dell'impasta sinistra è una traslazione semplice normale alla corda; la forza, che deve ad essa reagire, deve quindi essere baricentrica (antipolare del centro di rotazione, che è allo infinito) e deve essere coniugata alla normale alla direzione dello spostamento.

Nel nostro caso cade quindi sull'asse normale alla corda. Tale forza ha poi per valore il quoziente che si ottiene dividendo lo spostamento pel momento d'inerzia del peso elastico di tutto l'arco rispetto alla direzione dello spostamento.

Abbiamo cioè *F* = 580 kg.

Tale forza causa sull'incastro destro un momento di  $580 \times \frac{8}{2} = 2320 \text{ kgm}$  cui corrisponde  $\sigma = \frac{232000}{760000} 22,3 = 6,83 \text{ kg/cm}^2$ , che è di tensione allo estradosso e di compressione all'intradosso e che quindi si somma direttamente alle sollecitazioni ivi esistenti (il  $\sigma$  trovato trascura la componente assiale, che è esigua).

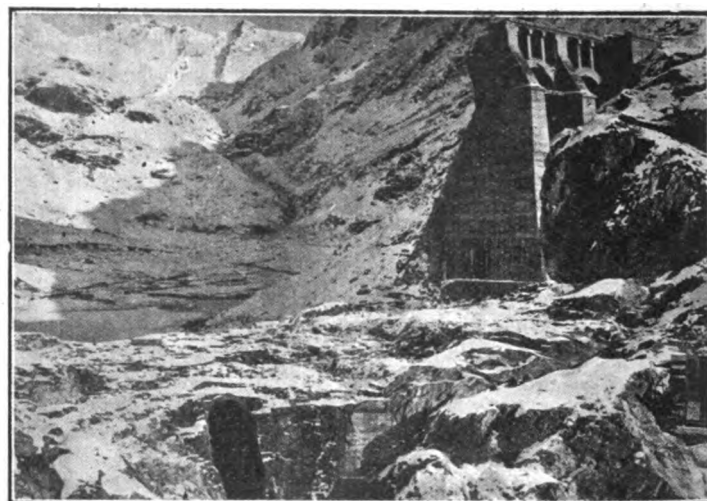


Fig. 3.

Come si vede, nell'ipotesi più liscia, che le cose cioè corrono secondo le più legittime previsioni, la sollecitazione non è trascurabile, benché sia ancor piccola. Essa non è riducibile con l'aumentare dello spessore dell'arco. Anzi, a differenza di tutte le altre sollecitazioni finora considerate, questa cresce, con l'aumentare della sezione, pel semplice motivo che la forza *F*, cresce colla quarta potenza dello spessore, mentre la sollecitazione unitaria diminuisce secondo la terza potenza dello spessore dell'arco.

Abbiamo dunque che la sollecitazione unitaria cresce linearmente con lo spessore dell'arco.

Sotto questo solo punto di vista conviene quindi diminuire lo spessore dell'arco anziché aumentarlo.

La sollecitazione non si avrebbe se l'arco non fosse incastrato, ma articolato in qualche modo a cerniera dalle due parti, con tenuta mediante giunto elastico.

Basterebbe per questo da una certa quota in su praticare due tagli sulle imposte, provvedere a smaltire le componenti di forza normale e di spinta dell'arco, non solo, ma a coprire il momento torcente causato sulla prima pila dal momento d'incastro della seconda voltina.

Questo nel caso in cui non si ritenesse addirittura di rendere tutte le parti alte delle voltine libere in certo qual modo di seguire i cedimenti di sommità delle pile, senza reagire con azioni secondarie complesse.

In questo caso, se si conosce già il poligono delle successive risultanti interne dovuto ai carichi ed alle iperstatiche dell'arco incastrato, è più facile dedurre direttamente da esso il poligono delle successive risultanti per l'arco a due cerniere, che non con una ricerca nuova di sana pianta.

Basta infatti applicare gli enunciati del Chiarissimo Prof. Danusso sul raffronto dei sistemi elastici variamente vincolati, nel caso di eliminazione graduale di un vincolo per volta, o di quelli sul passaggio diretto per eliminazione di due vincoli in una sola volta.



\*

Fatte queste osservazioni, nel settembre scorso mi sono voluto recare alle rovine della diga del Gleno, per constatare direttamente se qualche prova potessi avere sulle maggiori sollecitazioni nelle voltine estreme.

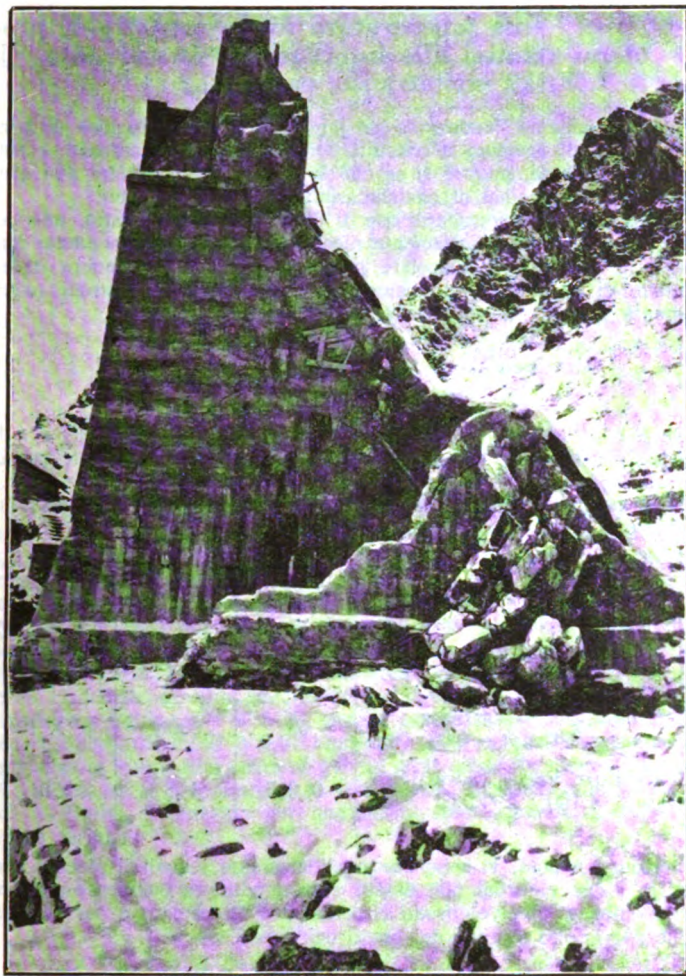


Fig. 4.

La mia osservazione si arrestò infatti sopra i seguenti particolari, rilevabili nelle figure 3, 4, 5.

Il taglio alla sponda sinistra (fig. 3) è netto e suprema vi si nota la violenza dell'elemento liquido: segno questo che l'acqua vi ha lavorato quando ancora era massimo il battente nel lago e cioè fin dallo inizio del crollo.

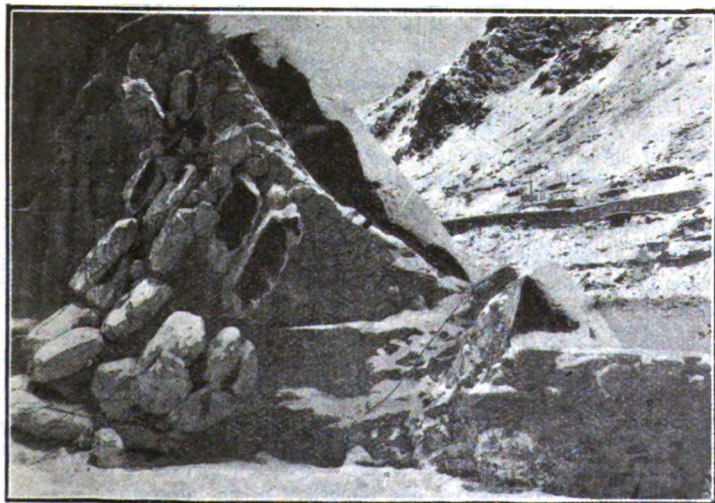


Fig. 5.

Il taglio sulla destra della falla è limitato da un'erosione slabbrata ed irregolare (fig. 4), con residui di calcestruzzo ancora appesi ai tondini, proprio nella parte più bassa (fig. 5): indizi sufficienti a far concludere che il crollo e l'azione diretta

dell'acqua vi sono giunti quando la vena fluida aveva già perduto parte della sua violenza, cioè in un tempo posteriore a quello in cui si manifestò l'azione sulla sponda sinistra.

Ora, benchè sia chiaro che la causa di sollecitazioni secondarie da me fatta rilevare con l'applicazione numerica ad un caso limite, non possa menomamente causare un disastro, appare che, manifestandosi un cedimento eccezionale di pile, il primo punto, in cui avverrà il distacco, sarà quello in cui maggiori saranno le sollecitazioni.

Nel caso del Gleno la sponda sinistra.

Rilevata così l'esistenza teorica e pratica di questo genere di sollecitazioni mi è parso doveroso il segnalarlo perchè se ne tenga conto nel calcolare queste mirabili costruzioni, orgoglio legittimo della moderna ingegneria, che attraverso a tali opere si è sentita meno indegna delle sapienti economie della Natura. La quale, benchè padrona della materia, non ha dato alla luce esseri con ossa massiccie, nè ha voluto pieno lo stelo delle pianticelle, ma ha insegnato alle sue più umili creature un'architettura insuperabile nelle sue leggi: lo impedire alla moderna ingegneria di estrinsecare i suoi impulsi, per costringerla a battere vie consuete è regresso, che non esito a paragonare alla rinuncia dello impiego delle alte tensioni in pro' di una maggior sicurezza, che si potrebbe in ogni caso discutere e probabilmente dimostrare effimera.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla utilizzazione dell'energia solare.

A proposito della lettera del Prof. Dornig pubblicata a pag. 104, il Sig. Carlo Boggia ci scrive a lungo ricordando la parte da lui presa negli studi di cui il Prof. Dornig ha riferito, rivendicando in modo particolare la sua paternità dell'idea dei bacini artificiali, di quella dello sfruttamento dei mari tropicali con centrali galleggianti, tubi flessibili, ecc., ecc. La parte avuta dal Sig. Boggia negli studi in questione risulta esplicitamente dalle precedenti pubblicazioni e comunicazioni del Prof. Dornig riassunte anche dal nostro Giornale (pag. 774, del 25 novembre 1922) ed il nome del Sig. Boggia è stato sempre ricordato nelle polemiche che si sono svolte sulle riviste francesi; cosicchè riteniamo che la questione non possa dar luogo a ulteriori discussioni.

\* \*

### Costruzioni elettromeccaniche italiane ed americane.

Riceviamo:

*Spett. Redazione del Giornale «L'Elettrotecnica» - Milano.*

*Leggo nei numeri del 25 dicembre 1926 e del 25 gennaio 1927 del Giornale alcune interessanti osservazioni degli Egr. Ingg. Sicardi e Prof. Morelli sulla pratica americana in fatto di costruzione di grandi unità elettriche con speciale riguardo ai trasformatori.*

*Tali osservazioni si riferiscono in particolar modo a ciò che è stato fatto o che si fa da una grande Casa americana, la Westinghouse Electric Company.*

*Leggo poi sempre nello stesso numero del 25 gennaio del corrente anno alcune osservazioni degli Egr. Ingg. Cauro e Pandiani dello spett. Tecnomasio Italiano Brown Boveri, sulla pratica italiana in fatto di costruzione di grandi trasformatori.*

*Gli Egr. Ingg. Cauro e Pandiani hanno perfettamente ragione quando affermano che non occorre di andare in America per vedere il massimo relativamente a costruzione di trasformatori; basta riferirci soltanto a quello che si è fatto e si continua a fare in Italia.*

*La tendenza europea in fatto di costruzione di trasformatori ci porta prima di tutto all'impiego di unità trifasi anzichè monofasi e quasi sempre, per la palese ostilità delle Autorità preposte ai servizi telegrafici e telefonici, all'uso di apparecchi con neutro isolato piuttosto che con neutro a terra.*

*Evidentemente il riunire in una sola unità la potenza che potrebbe essere divisa in tre parti e l'impiego del neutro isolato anzichè del neutro stabilmente a terra, portano a costruire delle unità di dimensioni e pesi anche di molto superiori a ciò che si è fatto fino adesso in America.*

*Per soffermarmi ad un solo esempio basterà citare che la Compagnia Generale di Elettricità ha attualmente in costruzione delle unità trifasi a 42 periodi, a tre avvolgimenti da 32.500 kVA su ciascuno dei tre avvolgimenti, tensioni 8500, 62.000 Y volt, 133.000 Y volt, rispettivamente sui circuiti primario, secondario e terziario. Se si considera il materiale attivo (ferro e rame) che entra a costituire ciascuna unità,*



con questo materiale si potrebbe costruire un trasformatore trifase a due avvolgimenti, 60 periodi, tensioni 10.000/150.000 V volt neutro isolato per una potenza di certo non inferiore ai 60.000 kVA.

E' necessario però osservare che l'isolamento di un trasformatore per funzionamento con neutro stabilmente a terra rispetto ad uno per funzionamento con neutro isolato non è soltanto una questione di riduzione nel noto rapporto (probabilmente 1,73) come affermano gli Egr. Ingg. Cauro e Pandiani.

Rimanendo invariata la tensione di linea e continuando a mantenere una buona parte dei fenomeni transitori inerenti alle linee ad alta tensione specialmente nel caso di grandi lunghezze, l'isolamento dei trasformatori con neutro stabilmente a terra rispetto a quelli con neutro isolato è un problema più complesso di quello che potrebbe sembrare.

Ad ogni modo l'isolamento dei trasformatori con neutro isolato rispetto a quelli con neutro a terra dovrebbe stare in un rapporto minore di quello sopra indicato.

Con la massima osservanza.

Ing. BERTO CERRETELLI  
della Compagnia Generale di Elettricità.

\* \*

### Sulla trazione ad accumulatori.

Riceviamo:

Ill.mo Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica.

Nella Comunicazione tenuta dall'Ing. Luigi Ventrella alla Sezione di Torino della A. E. I. il 4 giugno s. a., intitolata: « Considerazioni sulla possibilità della trazione elettrica con accumulatori », e riportata nei numeri 2 e 3 di codesta Rivista, è detto (vedi n. 3, pag. 63, colonna seconda, capoverso secondo) che la linea Verona-Caprio-Garda è esercita con automotrici munite di accumulatori Hensemberger.

Siccome invece tale linea è esercita con automotrici munite di accumulatori Tudor, costruiti e forniti dalla Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici, da me diretta, Le sarei obbligato se, a rettifica di tale errata notizia, Ella vorrà dare cortese ospitalità a questa mia in uno dei prossimi numeri della Rivista.

Credo poi opportuno anche segnalare ai lettori della Rivista che, oltre le linee indicate nella comunicazione dell'Ing. Ventrella, varie altre ve ne sono su cui è già stata introdotta, o sta per esservi introdotta, la trazione con automotrici elettriche ad accumulatori Tudor, quali, per esempio, vari tronchi delle Tramvie Parmensi, la linea Torino-Pilone-Virle-Carmagnola, la linea Saluzzo-Pinerolo, la linea Saluzzo-Rovello-Barge, ecc.; e sarebbe certo assai desiderabile che su questo genere di applicazioni i nostri colleghi, interessati allo sfruttamento delle forze idroelettriche italiane, portassero la loro attenzione in modo assai più vivo di quanto non sia stato fatto finora, a tutto vantaggio non soltanto loro, ma anche dell'economia nazionale. Senza infatti attendere l'avvento di alcuna « araba fenice » in fatto di accumulatori elettrici leggeri, sta il fatto che già quelli attualmente conosciuti ed usati consentono, entro certi limiti e se ben applicati, risultati pienamente soddisfacenti tanto dal punto di vista tecnico, quanto dal punto di vista finanziario.

La ringrazio anticipatamente per l'ospitalità e la prego gradire i miei migliori saluti.

Ing. F. Rossi

Consigliere Delegato della Soc. Gen. It. Accumulatori Elettrici.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L'ELETTROTECNICA - Periodico trimensile.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate .....	cad.	L. 100,—
	più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno .....		» 100,—
» per l'Estero .....		» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....		» 4,—
» per l'Estero .....		» 8,—
	più per postali	» 1,50

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli <i>Impianti elettrici</i> .....	L. 4,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

J. SLYMAN — La temperatura di un contatto e problemi relativi alle interruzioni di corrente. (J. A. I. E. E., ottobre 1926, pag. 930).

L'A. richiama l'attenzione sul fatto noto della formazione di scintille all'atto di apertura di circuiti percorsi anche da correnti a tensioni molto basse, mentre si sa che la scarica in un gas fra due elettrodi richiede tensioni di qualche centinaio almeno di volt.

Partendo dalla considerazione di due elettrodi a contatto, uno dei quali va divenendo infinitamente piccolo, l'A. ricava la seguente formula che permette di calcolare la temperatura che si genera in un contatto di superficie estremamente ridotta, fra due elettrodi relativamente grandi. La formula è la seguente:

$$T^{\circ} = \frac{E^2}{33,5 k \rho}$$

dove E è la tensione applicata,  $\rho$  è la resistività (in ohm/cm<sup>3</sup>) e k la conduttività termica (in calorie per cm<sup>2</sup> e per grado) del materiale di cui sono costituiti gli elettrodi.

La tabella seguente dimostra quali alte temperature si generino nell'ultimo istante del distacco di due elettrodi.

ELETTRODI	E = 1 V	E = 10 V	E = 100 V
Metallo $\rho = 10^{-5}$ ; $k = 1$	3000°	3° × 10 <sup>4</sup>	3° × 10 <sup>7</sup>
Spazzole di carbone $\rho = 0,01$ ; $k = 0,05$	60°	6000°	6° × 10 <sup>5</sup>
Scaricatore tipo « Autovalve » $\rho = 100$ ; $k = 0,02$	0,015	1,5	150°

Come, è noto, vi sono due modi mediante i quali il piccolo spazio fra i due elettrodi può essere reso conduttore: o per emissione termoionica da quell'elettrodo che funziona da catodo, o per ionizzazione per effetto termico dei gas o dei vapori.

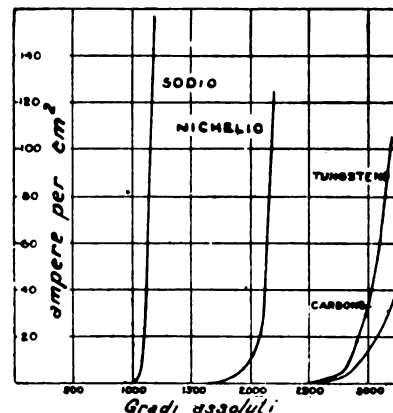


Fig. 1. — Correnti termoioniche da metalli.

La figura 1 fa vedere quali sia la relazione fra temperatura ed emissione termoionica per diversi metalli; la figura 2 dimostra invece la relazione fra temperatura e corrente di termoionizzazione nei gas.

Come si vede, sia nell'un caso che nell'altro, per avere correnti di qualche importanza, bisogna arrivare a temperature elevatissime, superiori al punto di ebollizione del materiale degli elettrodi. Ad esse si arriva in ogni modo sebbene i fenomeni di vaporizzazione tendano ad abbassare la temperatura degli elettrodi; basta pensare che la densità di passaggio d'energia tende a divenire infinita quando la superficie di contatto va a zero.

Da quanto detto deriva che l'apertura di un interruttore metallico sarà sempre accompagnata da una scarica anche se la tensione in gioco è di pochi volt, scarica che prenderà la forma di un arco se la tensione è almeno di 15 o 20 volt.

La tabella dimostra però che è possibile aumentare notevolmente la tensione necessaria alla formazione dell'arco, usando materiale di elevata resistività. Di ciò si è approfittato nella costruzione degli scaricatori tipo « autovalve ».

Prima di giungere alle considerazioni esposte, l'A. aveva pen-

sato che fosse possibile eliminare l'arco, operando nel vuoto. Venero a tale proposito eseguite esperienze coll'apparecchio di figura 3, nel quale due elettrodi portati da molle erano fatti staccare, in una camera a vuoto, mediante l'azione di un'elettrocalamita. Si sperimentò con elettrodi Cu-Cu; Fe-Fe; Ni-Ni; Ni-Fe; Ni-Cu; C-Fe; C-Ni; C-Cu, alimentati a 110 V corrente continua in un circuito privo di induttanza.

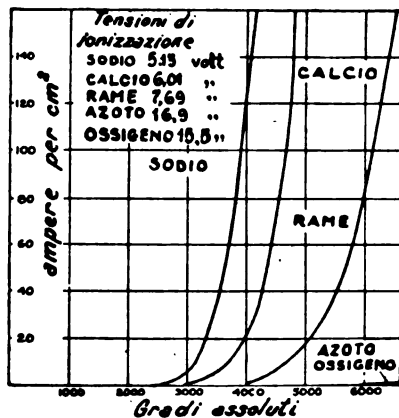


Fig. 2. — Correnti di termoionizzazione.

Le prove dimostrarono che anche con un vuoto di 0,001 mm di mercurio, si produceva una scarica luminosa anche con correnti di 1 o 2 A; essa diveniva sempre più intensa e persistente col crescere della corrente. I contatti si rovinano molto rapidamente dimostrandosi incapaci di sopportare correnti di 40 o 50 A. Tale risultato è spiegato dal fatto che non era possibile in alcun modo impedire la formazione di altissime temperature all'ultimo istante del contatto.

Riferendosi ai fenomeni di commutazione nelle dinamo, l'A. osserva che nelle dinamo generalmente la tensione fra le lamelle del collettore è ridotta a 1 o 2 V; poichè le spazzole di carbone hanno una resistività di 0,001 a 0,01 ohm/cm², dalla tabella precedente appare che la temperatura che si genera è di circa 60°; una differenza di tensione di 10 V porterebbe a temperature assolutamente intollerabili. Il limite di tensione per una buona commutazione è quindi di natura termica.

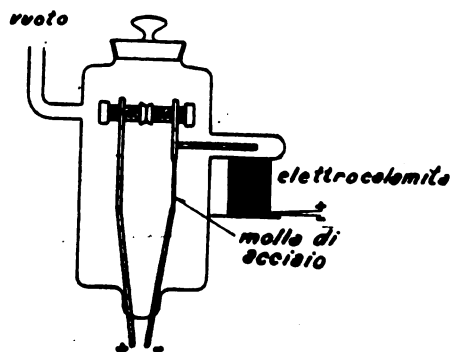


Fig. 3. — Interruttore nel vuoto.

Anche il fatto noto che per una caduta di potenziale al disotto di un certo valore fra spazzole e collettore, o fra spazzole e anelli mobili, passa soltanto una piccola corrente, la quale diviene molto più grande al di là di quella differenza di tensione, può essere spiegato supponendo che tale tensione, per così dire limite, sia quella per cui i punti (relativamente pochi) di intimo contatto raggiungono una temperatura sufficiente per rendere conduttore lo spazio circostante. A riprova di tale considerazione l'A. cita il fatto che per spazzole di eguale conduttività termica si riscontra proporzionalità fra il quadrato della caduta di potenziale e la resistività della spazzola.

R. S. N.

#### ELETTROTECNICA GENERALE.

**T. SPOONER — Perdite nelle fasciature dei motori.**  
(J. A. I. E. E., gennaio 1926, Vol. 45, N. 1, pag. 14).

Nei piccoli motori a corrente continua per trazione gli avvolgimenti sono fermati con legature poste in scanalature poco profonde del corpo di indotto; esse sono larghe all'incirca da mm 12 a 19 e sono distanziate fra loro di circa mm 70 ÷ 80. Agli estremi dell'indotto si usano fasciature molto più larghe, ma noi considereremo solo quelle sulla parte centrale. Spesso si suppone che le perdite nelle fasciature siano trascurabili, oppure che il calore da esse prodotto sia subito dissipato; sta tuttavia il fatto che, anche se non forniscono calore

agli avvolgimenti ed ai denti di indotto, ne ostacolano la dispersione e scaldano l'aria nel traferro.

Per gli esperimenti che descriveremo sono state fatte fasciature con filo di acciaio da mm 1,15 e da mm 1,6 avente la resistività di 18,5  $\mu\Omega$ -cm avvolto sotto forte pressione su di una striscia di ferro dolce stagnato da mm 0,318 isolata dal nucleo indotto con un nastro di amianto. In alcuni casi per ridurre le perdite sono state divise le fasciature in due separate ed isolate fra loro. Le saldature furono fatte con stagno puro avente la resistività di 13  $\mu\Omega$ -cm. Le prove furono eseguite su un piccolo motore a quattro poli, in cui potevano essere alternativamente collocati due indotti, aventi il diametro di mm 229 e la lunghezza di mm 178, uno (A) con 31 denti, l'altro (B) con 16; essi avevano tre scanalature profonde mm 3,18 e larghe mm 19 per le fasciature, che consistevano o di 14 giri di filo da mm 1,15 o di 8 giri di filo da mm 1,6 (per questo tipo fu usata la fasciatura semplice e la doppia). Il motore era provvisto di due serie di poli: una normale e l'altra con gli orli smussati di mm 1,59; le prove furono eseguite con tre traferri: mm 2,54, mm 5,08, mm 7,62 e per tre velocità: 600, 1200, 1800 giri al 1'' (i poli smussati furono usati solo per il traferro da mm 2,54).

Le perdite per correnti parassite più importanti nelle fasciature, saldature e strisce stagnate sono quelle dovute al flusso radiale, perchè, per quanto al flusso tangenziale corrisponda la massima densità, il piccolo spessore della fasciatura impedisce la formazione di forti correnti parassite dovute a quest'ultimo; le perdite per isteresi maggiori corrispondono invece al flusso tangenziale. Questo flusso tangenziale, che passa da un'orlo polare al vicino attraverso le fasciature è massimo nel punto che si trova immediatamente prima dell'orlo polare, è alquanto più basso nella posizione mediana fra due poli ed è nullo al centro del polo. Questa diminuzione del flusso al punto di mezzo fra due poli produce un ciclo di isteresi secondario in aggiunta a quello principale e quindi un aumento nelle perdite per isteresi, che è notevole, perchè il ciclo secondario è fortemente dissimetrico. Il campo a cui sono soggette le fasciature è ellittico, però agli effetti delle perdite per isteresi si è supposto alternativo. Il maggior flusso di traferro passa nei tratti dei denti liberi dalle fasciature, riducendo così relativamente la induzione nelle porzioni di denti sotto le fasciature, poi tende a tornare uniforme sotto di esse producendo un flusso normale al piano di laminazione e quindi un aumento delle perdite per correnti parassite.

Si noti che i risultati delle prove sono riferiti ai valori della induzione media dell'estremità del dente, ma che invece l'induzione radiale nelle fasciature può ridursi anche a metà di tale valore per effetto della maggior riluttanza della scanalatura in cui le fasciature sono alloggiate.

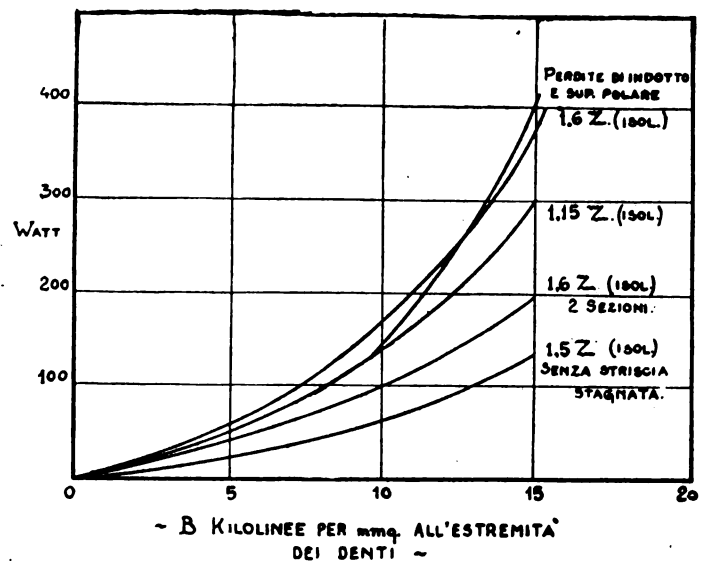


Fig. 1.

La fig. 1 riporta alcune curve delle perdite nelle fasciature per l'indotto A (traferro 0,2, velocità 1200 giri al 1''), insieme con la curva delle perdite del nucleo indotto, dei denti e della faccia polare. Le perdite variano esponenzialmente con la frequenza e l'induzione nell'estremità dei denti, circa col quadrato della larghezza delle fasciature; variano solo leggermente col traferro (forse perchè per i traferri maggiori si ha un flusso radiale maggiore, ma si ha una riduzione nelle variazioni del flusso), anche i poli smussati hanno poca influenza. La fig. 2 mostra le curve per il calcolo delle perdite nelle fasciature per fasciature isolate fatte con filo da mm 1,6 disposte in un'unica sezione di 8 fili, con striscia di ferro stagnato. E' risultato dalle prove che le perdite per i due indotti aventi denti diversi sono circa le stesse. Se le fasciature non sono isolate si possono avere perdite fortissime (per la macchina in prova si sono avuti parecchi kilowatt) giacchè i lamierini dell'indotto sono chiusi in corto circuito sull'albero e le fasciature verrebbero a chiudere così dei buoni circuiti per le correnti parassite. Il flusso radiale è quello che da origine alla maggior parte delle perdite (circa l'85 per cento) e le correnti

parassite generate da esso sono di tale importanza da impedire apprezzabilmente le variazioni di flusso al passaggio sotto l'orlo polare.

Si noti che per basse e medie induzioni le fasciature a doppia sezione hanno circa le stesse perdite di quelle a sezione unica.

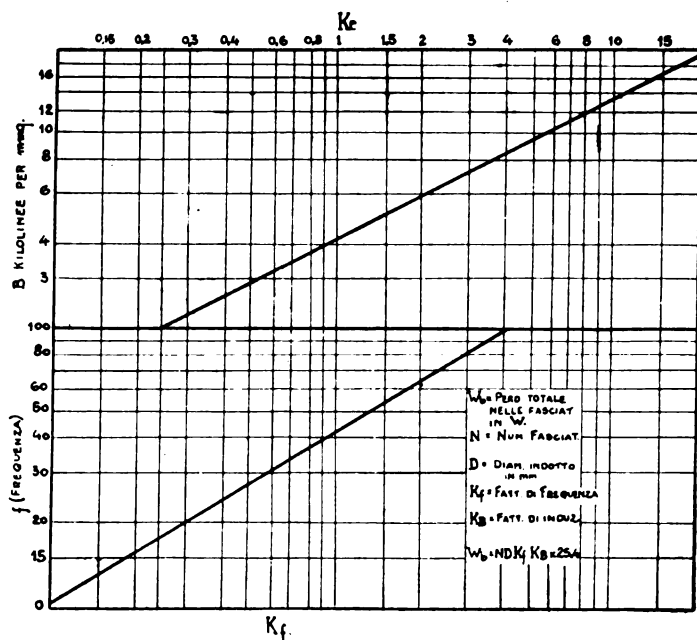


Fig. 2.

Uno studio matematico della questione non è stato fatto fino ad ora per la difficoltà nella determinazione della strada probabile delle correnti parassite. Omettendo la striscia di ferro stagnato sotto le fasciature si ha una riduzione nelle perdite, ma la costruzione è meno soddisfacente; non è neanche prudente omettere l'isolamento sotto la fasciatura. Si possono usare fasciature non magnetiche, ma esse hanno proprietà meccaniche inferiori e poco effetto sulle perdite. G. Ba.

## GENERATORI ELETTRICI.

**W. A. HOLLAND — Comando e protezione di dinamo per distribuzioni a tre fili.** (Gen. El. Rev., agosto 1926, pag. 531).

Come è noto, le dinamo per distribuzione a tre fili sono macchine, nelle quali viene collegata a punti opposti dell'avvolgimento dell'indotto una spirale induttiva, dal cui centro si deriva il filo neutro; usualmente tale spirale è separata e fissa ed i collegamenti con la dinamo sono fatti a mezzo di due anelli calettati sull'albero e due spazzole. Si ha allora una dinamo così detta con divisore di tensione.

L'A. espone quale è l'apparecchiatura necessaria per queste dinamo esaminando il caso più comune di dinamo compound con funzionamento in parallelo. L'avvolgimento in serie è diviso in due sezioni poste l'una sul lato positivo e l'altra su quello negativo e ciò per ottenere una migliore ripartizione del carico; sono necessarie così due sbarre di egualizzazione. In totale si avranno dunque: una sbarra positiva, una sbarra di egualizzazione positiva, una sbarra negativa, una sbarra di egualizzazione negativa ed una sbarra neutra.

In tal caso occorre un interruttore automatico unipolare con un amperometro su ciascun polo della macchina; un interruttore a leva bipolare pure su ciascun polo in serie coll'interruttore automatico per i collegamenti alla corrispondente coppia di sbarre di linea e di egualizzazione; un interruttore a leva unipolare per il collegamento alla sbarra neutra.

Si può semplificare l'apparecchiatura ponendo in luogo dei due interruttori automatici unipolari e dei due interruttori a leva bipolari, un interruttore automatico tetrapolare a tre maniglie da potersi manovrare separatamente.

La manovra per l'inserzione in parallelo, nel primo caso, è la seguente: si regola il campo in derivazione in modo da portare la tensione uguale a quella di linea; si chiudono i due interruttori a leva bipolari collegando così le due sezioni del campo in serie con la linea; si torna a regolare la tensione: ciò può essere necessario per effetto dell'inserzione dei suddetti campi in serie; si chiudono i due interruttori automatici unipolari uno dopo l'altro; infine si regola il carico per mezzo del campo in derivazione.

Per togliere dalla linea la dinamo si porta a zero il carico di essa, manovrando il regolatore di campo, si aprono gli interruttori automatici e infine gli interruttori a leva.

Nel secondo tipo di apparecchiatura è possibile la chiusura simultanea sulle due sbarre di egualizzazione per mezzo di una delle maniglie che agisce sui due poli centrali: con le altre due maniglie si chiuderanno uno dopo l'altro i poli esterni per il collegamento

alla linea; all'apertura l'interruttore tetrapolare interrompe simultaneamente i contatti nei quattro poli.

E' stata posta la questione se sia preferibile chiudere prima i collegamenti con le sbarre di egualizzazione e poi quelli di linea o eseguire la chiusura contemporaneamente. Ora poichè ordinariamente la tensione della macchina da inserire si tiene un po' superiore a quella della linea, se si chiudono contemporaneamente i circuiti di egualizzazione e di linea si corre il pericolo di disturbi nella distribuzione del carico ben maggiori della piccola fluttuazione, che si ha con il chiudere prima i campi in serie sulle sbarre di egualizzazione, tanto più che questa fluttuazione non si evita neppure con la chiusura contemporanea degli interruttori. Quindi è sempre preferibile chiudere in precedenza i collegamenti con le sbarre di egualizzazione.

All'apertura è indifferente che i collegamenti con le sbarre di egualizzazione siano aperti contemporaneamente oppure dopo dell'apertura dei collegamenti di linea. C. G. E. (\*)

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

**EVERETT L. LEE — L'uso del wattmetro dinamometrico per la misura delle perdite nel dielettrico e del fattore di potenza dei cavi.** (J. A. I. E. E., agosto 1926, pag. 746).

L'A. riassume la storia dell'impiego del wattmetro dinamometrico per queste misure, dal 1880 in poi, ricordando fra l'altro lo studio degli Ingg. Barbagelata ed Emanueli, e conclude che la teoria dell'istrumento è ormai stabilita e che ormai le difficoltà consistono soltanto in una corretta applicazione del metodo.

L'ordine di misura delle grandezze con cui si ha a che fare in questi casi, riferendosi a un campione di tre metri di lunghezza di un cavo monofase a 43.000 V o trifase a 33.000 V, è press'a poco il seguente:

Tensione da applicare: da 50.000 a 100.000 V; temperatura da 20° a 100°; perdite nel dielettrico da 0,05 a 25 W; fattore di potenza (in anticipo) da 0,002 a 0,10; corrente di carica, da 1,5 a 20 milliamper.

L'avvolgimento di corrente del wattmetro può in generale essere alimentato direttamente dalla corrente stessa del cavo in prova; qualora non si possa fare a meno dell'uso di uno shunt, oltre alla solita correzione per l'eventuale diverso coefficiente di temperatura dello shunt e della bobina dell'apparecchio, occorre anche fare la correzione per ogni eventuale sfasamento che possa sussistere fra le due correnti nello shunt e nell'apparecchio.

La bobina di tensione va invece praticamente sempre alimentata attraverso trasformatori di tensione. Poichè praticamente si deve ritenere che essi siano sempre affetti da un errore di fase di almeno due minuti, ne deriva naturalmente una causa d'errore nella misura del fattore di potenza del cavo. Non è possibile ottenere una approssimazione maggiore del 5 % per i valori del fattore di potenza minori di 0,01, e per valori di 0,005 o meno si hanno errori dell'ordine del 10 per cento.

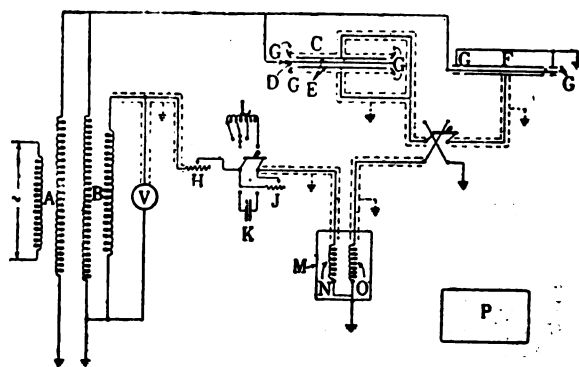


Fig. 1. — Schema dei circuiti per il metodo del wattmetro dinamometrico e dei condensatori in aria.

A trasformatore d'alimentazione - B trasformatore dell'apparecchio - C condensatore in aria - D, E piatti ad alta e bassa tensione del condensatore - F campione di cavo - G anelli di guardia - H reostato esterno - I reostato ausiliario - K condensatore compensatore - L induttanza compensatrice - M wattmetro dinamometrico - N bobina di tensione del wattmetro - O bobina di corrente del wattmetro - P Potenzimetro per la taratura.

Le linee punteggiate indicano gli schermi metallici connessi a terra.

Una ulteriore causa d'errore proviene dallo sfasamento proprio del circuito del wattmetro, cosicchè non è in pratica da attendersi una approssimazione con errore minore di quello del 10 per cento.

Come è noto si può a ciò rimediare coll'uso di condensatori in aria (ne furono usati anche in anidride carbonica sotto pressione) ad alta tensione e aventi perdite praticamente trascurabili, inseriti sull'alta tensione. Inserendo uno di questi condensatori e variando op-

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Eletticità.

portunamente la reattanza del circuito di tensione, si può ridurre a zero il wattmetro che resta così compensato esattamente per gli errori esistenti di sfasamento; successivamente si può passare alla misura sul cavo. La figura 1 rappresenta lo schema dei dispositivi, e vi sono anche indicati gli schermi e le connessioni a terra occorrenti per eliminare gli errori dovuti ai campi elettrostatici od elettromagnetici.

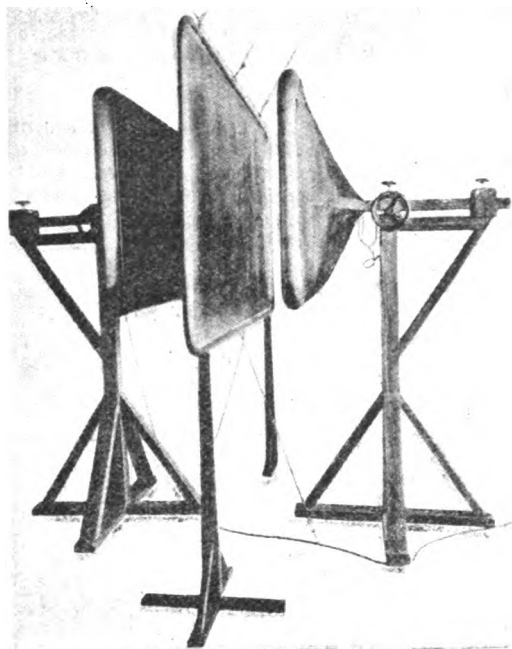


Fig. 2. — Condensatore in aria e capacità variabile.

Sono attualmente in commercio diversi tipi di condensatori in aria per queste misure; la figura 2 ne rappresenta uno a capacità variabile fra 0,0001 e 0,002 microfarad, per tensione massima di 100.000 volt; il piatto centrale ad alta tensione è di m  $2,75 \times 1,52$ , quelli laterali sono di m  $2,14 \times 1,07$ . Il tipo di figura 3 ha capacità fissa di 0,0004 microfarad, per 100.000 V massimi; le dimensioni sono eguali a quelle precedenti.

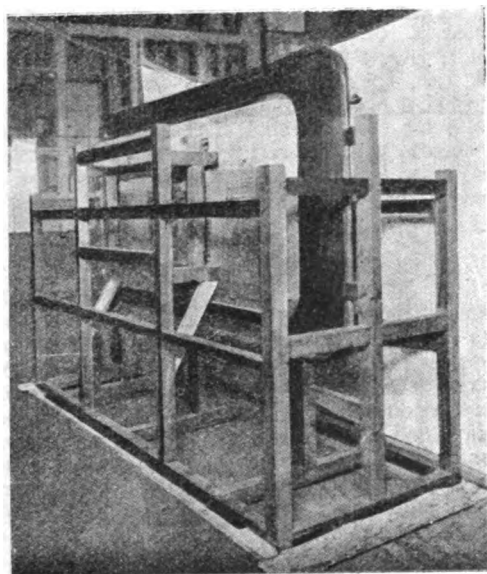


Fig. 3. — Condensatore in aria e capacità fissa.

Praticamente non è possibile avere condensatori a perdite nulle; si arriva però a sfasamenti di solo mezzo minuto.

La condizione migliore si ha quando la capacità del condensatore è eguale a quella del cavo; a ciò si riesce facilmente con spezzoni di cavo di pochi metri. Per lunghi tronchi di cavo occorre ricorrere a dei shunt e cambiare la bobina del wattmetro dopo la taratura; si introducono però nuove cause di errore; l'A. ritiene preferibile ricorrere in tali casi ai metodi del ponte.

Un altro metodo di misura è quello di riduzione a zero coll'uso di una induttanza variabile, inserendo prima il condensatore campione e poi il cavo da provare.

L'A. parla poi dell'uso di resistenze, ricordando in particolare il metodo Barbagelata-Emanueli. Riporta alcune esperienze di confronto eseguite col metodo del condensatore in aria e con quello della resistenza a colonna liquida secondo il metodo Ryan. Si ottennero dei

risultati sufficientemente concordanti, come è indicato in figura 4, fuorché alle più basse tensioni. L'A. ritiene però che il metodo della colonna d'acqua, non sia per sé, più preciso di quello col condensatore in aria.

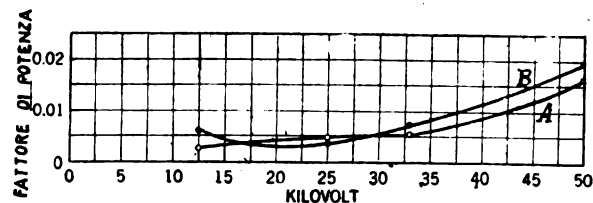


Fig. 4. — Misure di confronto su cavo trifase col metodo del wattmetro compensato (A) e della colonna liquida (B).

Il metodo della risonanza, presenta dei vantaggi, ma è di difficile applicazione dato il campo relativamente vasto di variazione delle proprietà dei campioni di cavo, di diversa natura, lunghezza, ecc.

Più difficili ancora sono le misure delle perdite e del fattore di potenza nei cavi trifasi.

Riassumendo brevemente i metodi noti, l'A. mette in rilievo come essi presentino fra i rispettivi risultati, errori che arrivano facilmente al 20 per cento. Insiste sulla necessità di realizzare un elemento campione da usare in queste misure, e ritiene che attualmente il metodo di misura più opportuno, se impiegato colle necessarie precauzioni, sia quello del wattmetro dinamometrico con condensatori in aria.

R. S. N.

## MOTORI ELETTRICI.

CH. LICHTENBERG — Equipaggiamenti di comando automatico per impianti di laminatoi. (Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 418).

I comandi automatici negli impianti di laminatoi e dei relativi ausiliari sono ormai largamente diffusi in America. E' noto che questi comandi sono studiati in modo da avviare, proteggere e fermare i macchinari elettrici dell'impianto, secondo una successione predeterminata di movimenti e senza l'intervento dell'azione di alcun operatore.

Negli impianti di laminatoi esistono, quasi sempre gruppi di conversione motore-generatore per ottenere la corrente continua necessaria all'azionamento dei vari motori; poichè la continuità del servizio interessa grandemente in questo genere di impianti, si dispongono normalmente due sorgenti di energia a corrente continua, quella normale e quella di soccorso; i dispositivi automatici provvedono da sé a staccare una linea ed attaccare l'altra in caso che l'energia venga a mancare dalla sorgente normale. Automaticamente viene eseguito l'avviamento dei sincroni dei gruppi di conversione e la loro messa in sincronismo, ed essi sono anche automaticamente protetti contro una quantità di possibili cause perturbatrici, come funzionamento monofase, sovracorrente sulla corrente alternata, mancanza di eccitazione nel sincrono, inversione di potenza, ecc.

Anche la regolazione della tensione si fa automaticamente e la distribuzione della corrente continua negli impianti di laminatoi è avvantaggiata dall'adozione di comandi automatici, poichè si può ottenere la richiusura automatica dell'interruttore, dopo che il corto circuito o il sovraccarico si sono eliminati. Gli interruttori vengono aggiustati in modo che debbano scattare solo in caso di forti e prolungati sovraccarichi e ciò allo scopo di interrompere il meno che sia possibile il servizio. Naturalmente gli equipaggiamenti automatici non devono essere abbandonati a sé stessi, per averne un buon funzionamento, ma devono essere periodicamente ispezionati e sottoposti a frequenti revisioni e ripuliture.

Il costo di un comando automatico varia entro ampi limiti a seconda dei molti fattori variabili, che devono essere presi di volta in volta in considerazione: normalmente il maggior costo per rendere automatica una sottostazione di conversione per gli impianti di laminatoi viene ad essere coperto dal risparmio nelle spese di personale nei primi due anni del suo funzionamento. Anche tenendo conto delle spese generali di manutenzione e sorveglianza, il costo dei servizi di personale per un impianto automatico è pari a circa un quarto di quello per un corrispondente impianto normale. Inoltre gli impianti automatici presentano una maggiore sicurezza di funzionamento che non quelli manuali, perchè nulla qui è lasciato all'iniziativa dell'operatore, che per quanto attento, può distrarsi e sbagliare, ma è preordinato in una successione di movimenti rigidamente interdipendenti l'uno dall'altro.

Da uno sguardo complessivo circa il cammino fatto in America in questo genere di installazioni, si vede che nel 1914 erano installati appena 300 kW di impianti automatici; da allora al 1925 si è giunti a ben 700.000 kW di macchine rotanti comandate automaticamente in più di 800 installazioni.

Questa crescente diffusione è il miglior elogio di questo genere di impianti.

C. G. E.



## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. G. JENSEN — **Apparecchio portatile per la misura delle intensità di campo elettromagnetico prodotto da stazioni radiotelefoniche.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 14, N. 3, giugno 1926, pag. 333).

Il rapido sviluppo e l'aumento d'importanza della radiodiffusione (« broad-casting ») hanno fatto sentire la necessità di determinare il campo elettrico delle stazioni trasmettenti radiotelefoniche. Per eseguire tali misure occorre un apparecchio relativamente semplice, che permettesse di effettuarle in modo rapido. Erano già stati costruiti apparecchi del genere, consistenti in ricevitori a super-eterodina con telaio, ma avevano l'inconveniente che l'esattezza delle misure eseguite con questi dipendeva unicamente dalla conoscenza più o meno precisa della resistenza del telaio, grandezza facilmente variabile con le condizioni del tempo. Per avere dunque risultati attendibili, era necessario determinare più volte questa resistenza durante il corso delle misure.

l'intensità, e ad una coppia termoelettrica che serve a determinare il valore.

Il potenziometro è costituito da un certo numero di resistenze collegate nel modo indicato dalla figura, avvolte antinduttivamente sopra un toro di fibra. La capacità di tale avvolgimento è piccolissima e la sua induttanza può essere determinata con la formula:

$$L = 2l \left( \lg e \frac{d}{p} + \frac{1}{4} - A \right)$$

dove  $l$  è la lunghezza totale del filo,  $p$  il raggio del filo,  $d$  la distanza fra le spire adiacenti e  $A$  una costante che varia da 0 a 0,45 quando il numero delle spire varia da 0 all'infinito.

Tenendo conto di questa autoinduzione l'impedenza risulterà maggiore dell'1 per cento della resistenza soltanto per frequenze maggiori di 3.000.000 di periodi. Intanto fino a queste frequenze sarà possibile effettuare le misure con una approssimazione almeno dell'1 per cento. Per frequenze superiori l'impedenza cresce rapidamente e non è più consigliabile usare l'apparecchio poichè i risultati diverrebbero incerti.

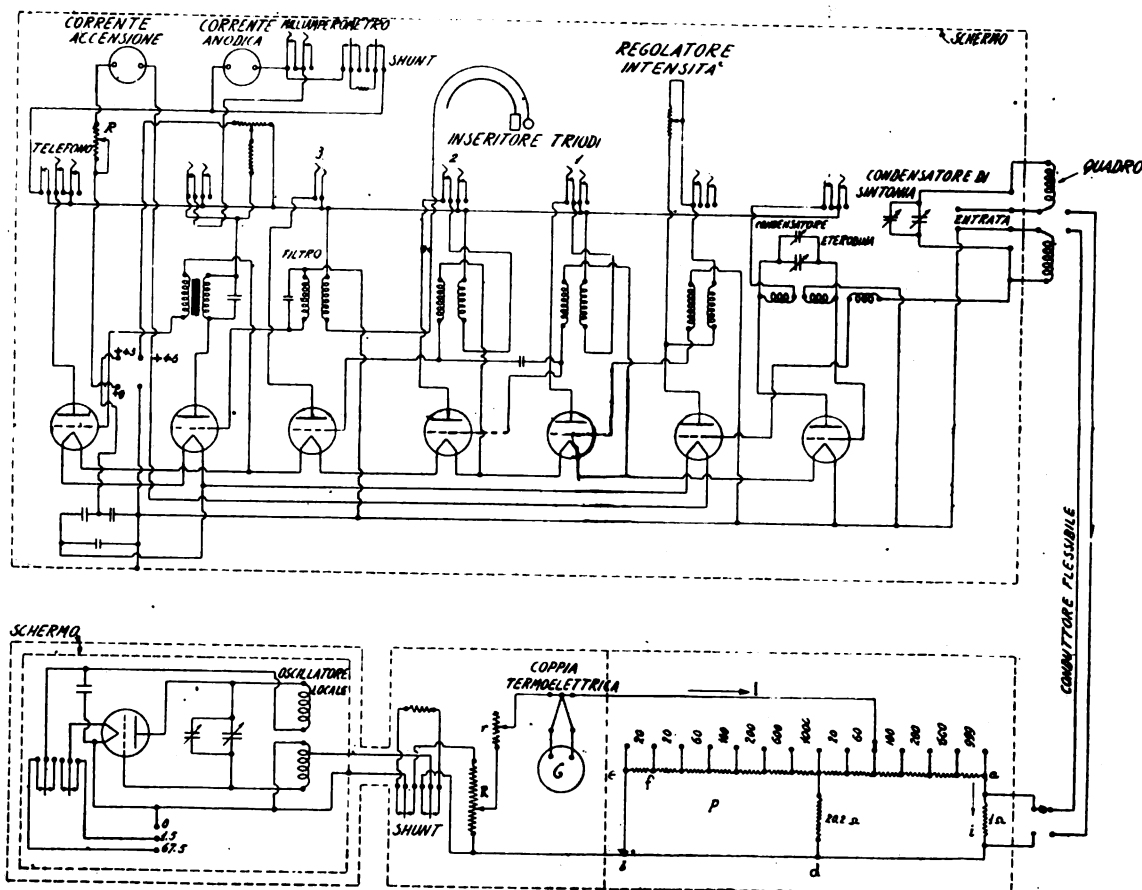


Fig. 1.

La « Bell Telephone Company » ha recentemente realizzato un apparecchio per questo scopo, che elimina tale necessità. La figura rappresenta schematicamente l'apparecchio, il quale comprende un ricevitore a supereterodina con telaio e un oscillatore locale, che può indurre sul ricevitore una f. e. m. nota con l'intermediario di uno speciale potenziometro. Il principio della misura è molto semplice. Sostituire alla f. e. m. indotta nel telaio dai segnali in arrivo un'altra f. e. m. della stessa frequenza e di grandezza nota, in modo che, essendo l'altezza efficace del telaio facilmente determinabile, si possa con la conoscenza di quella ricavare il campo elettrico (fig. 1).

Per indicare la intensità di ricezione dei segnali vi è un milliamperometro inserito nel circuito anodico dell'ultimo triodo del ricevitore. Le bobine dell'eterodina e dell'oscillatore locale sono ad avvolgimento toroidale in modo da eliminare accoppiamenti parassiti fra queste e il telaio.

Il potenziometro (rappresentato nella figura sotto il milliamperometro del circuito anodico) serve per neutralizzare la componente continua della corrente anodica attraverso il milliamperometro, in modo da potere utilizzare tutta la scala dello strumento per misurare la variazione del valore medio della corrente anodica provocata dall'arrivo dei segnali.

Il circuito del telaio o quadro si chiude, come è indicato dalla figura, sopra una resistenza nota, normalmente del valore di 1 ohm. Nella parte inferiore della figura sono rappresentati l'oscillatore locale e il potenziometro, che sono accuratamente schermati per evitare qualsiasi induzione sul telaio. Per questo scopo anche le batterie necessarie per il funzionamento dell'apparecchio sono situate entro lo schermo, onde eliminare accoppiamenti parassiti dovuti alle connessioni esterne.

La corrente ad alta frequenza prodotta dall'oscillatore locale va al potenziometro attraverso alcune resistenze, che permettono di regolarne

La massima attenuazione della corrente ad alta frequenza prodotta dall'oscillatore si ottiene portando il contatto del potenziometro nel punto  $f$ . In queste condizioni la corrente  $i$  attraverso la resistenza di 1 ohm è  $1/10000$  della corrente  $I$  misurata dalla coppia termoelettrica. Poichè questa permette di misurare fino a 1 mA, così è possibile disporre di tensioni fino a  $1/10$  di  $\mu V$ , note con l'approssimazione almeno dell'1 per cento. Verifiche sperimentali sono state eseguite a mezzo del voltmetro amplificatore e non sono state trovate differenze maggiori dell'1 per cento.

Le misure di intensità del campo vengono effettuate con il seguente procedimento:

Si sintonizza il ricevitore sul segnale in arrivo e si ruota il telaio fino ad avere la massima intensità di ricezione. Poi si agisce sul regolatore di intensità in modo da avere una lettura sufficientemente ampia sul milliamperometro anodico. Si pone quindi in azione l'oscillatore locale e si regola sulla stessa frequenza delle onde in arrivo. Si fa poi ruotare il telaio fino a eliminare il segnale e si agisce sul potenziometro in modo da avere nel milliamperometro di placca la stessa lettura che si aveva per l'azione dei segnali. Se  $a$  è il rapporto dato dal potenziometro fra  $i$  e  $I$ , la tensione ai capi della resistenza di 1 ohm, uguale a quella indotta dal segnale, sarà:

$$e = a I \text{ volt.}$$

Se  $A$  è l'area in  $\text{cm}^2$  e  $N$  il numero delle spire del telaio, l'altezza efficace di questo in cm sarà data da:

$$h = \frac{1}{3} 10^{-10} 2 \pi f A N$$

e l'intensità del campo  $E = \frac{e}{h}$  in  $\frac{\mu V}{m}$  per  $I$  in mA e  $f$  in kilocicli, sarà:

$$E = \frac{a I}{f} \frac{3 \cdot 10^{12}}{2 \pi A N} = K \frac{a I}{f}$$

L'apparecchio nella sua forma presente permette di effettuare misure di intensità di campo da 20 a 30.000  $\frac{\mu V}{m}$  per onde da 250 a 500 m. Variando i valori delle resistenze del potenziometro la portata dell'apparecchio può arrivare anche a 200.000  $\frac{\mu V}{m}$ . Se si adottassero bobine intercambiabili per gli oscillatori, anche la gamma di lunghezza d'onda potrebbe essere notevolmente aumentata, ma non è conveniente scendere sotto i 200 m perchè il potenziometro non darebbe più valori sufficientemente esatti. C. Mt.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

**F. F. BRAND — Trasformatori da 28886 kVA a 220 000 V per la Pensylvania Power and Light Company.** (Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 499).

L'A., premesso che per trasmissioni ad altissima tensione ragioni economiche consigliano l'impiego di unità di grande potenza, descrivere i trasformatori monofasi da 220.000 volt e 28.886 kVA della G. E. Co. per la «Pensylvania Power and Light Company», i quali possono considerarsi i più grandi del mondo, finora costruiti, per queste elevatissime tensioni.

Per il calcolo di detti trasformatori fu necessario tener conto di due pericolose condizioni di funzionamento:

1) La zona in cui essi dovevano essere installati, presenta frequenti perturbazioni atmosferiche.

2) Inoltre nelle reti collegate dai trasformatori sono in gioco grandi quantità di energia, per cui le correnti di corto circuito possono essere rilevantisime.

I trasformatori sono del tipo a nucleo a tre avvolgimenti disposti concentricamente. L'avvolgimento di maggior tensione (terziario) è collocato vicino al nucleo e il primario all'esterno; la disposizione concentrica permette un buon isolamento rispetto alle scariche atmosferiche e una buona resistenza meccanica.

Il nucleo costituito di lamierini al silicio verniciati, è irrobustito da un solido telaio; date le sue enormi dimensioni, ha due distinti circuiti magnetici concentrici separati da un canale d'olio.

Cilindri di «Ercolite» sono usati per separare gli avvolgimenti a bassa dal nucleo e gli avvolgimenti tra di loro; le bobine sono del tipo ad elica aperta o a disco, a seconda dell'avvolgimento, e speciali distanziatori le mantengono in posto costituendo dei passaggi per l'olio fra bobine e cilindri isolanti e fra sezioni di bobine.

Il fattore di sicurezza, che è tenuto a base nel calcolo del trasformatore, è tale che questo può resistere non soltanto al massimo valore di sovratensioni temporanee, ma può far fronte anche ad un ripetersi di esse per migliaia di volte senza esserne danneggiato.

Negli avvolgimenti ad alta tensione tra sezione e sezione di bobine è interposto un diaframma di cartone. Esso elimina la possibilità di corti circuiti locali dovuti a impurità dell'olio circolante nei canali pure interposti tra sezione e sezione.

I supporti isolanti degli avvolgimenti sono di materiale bakelizzato molto resistente meccanicamente, non assorbente e non deformantesi. Al secondario e terziario sono collegati piccoli trasformatori isolati posti all'interno del cassone per la misura della temperatura.

C. G. E.

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**J. SORDET — Il problema dell'elettrificazione in Francia.** (Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 465).

L'elettrificazione in Francia fu iniziata frammentariamente secondo le esigenze e le disponibilità locali senza un piano coordinato: però quando si venne ad un progetto di elettrificazione fatto secondo uno schema di intercollegamento si vide che quanto era stato fatto precedentemente poteva essere benissimo assorbito nel quadro di una elettrificazione generale.

La Francia si divide in due parti nettamente distinte, dal lato della produzione idroelettrica e la linea divisoria di queste due parti è segnata da una retta diretta da Nord-Est a Sud-Ovest, dall'estremità settentrionale della catena dei Vosgi all'estremo occidentale dei Pirenei. Al nord di questa linea ideale sono le pianure e le zone più o meno collinose non utilizzabili per produzione di energia elettrica con mezzi idrici: al sud invece si trovano i massicci montuosi del territorio francese a cominciare dai Vosgi al Giura, alle Alpi, al Massiccio Centrale e ai Pirenei. Mentre i Vosgi e il Giura non rappresentano centri importanti di produzione di energia elettrica, le Alpi, il Massiccio Centrale e i Pirenei sono le zone dove lo sfruttamento

idroelettrico può essere più intenso. Di guisa che la zona francese di produzione elettrica è limitata a queste tre configurazioni montuose per la parte idrica ed è completata dagli impianti termici della regione mineraria del Nord. Se si pensa che la somma degli impianti installati raggiunge una potenza di oltre cinque milioni di kW, mentre la potenza media prodotta e distribuita corrisponde a soli 3,5 milioni di kW si vede come l'utilizzazione attuale degli impianti non sia completa a ragione della fluttuazione di disponibilità di energia idrica nelle varie zone. Si calcola perciò che con opportune reti di intercollegamento fra i vari impianti esistenti si potrebbe meglio utilizzare gli eccessi stagionali di potenza delle varie zone, avviando su Parigi, grande centro di utilizzazione, tali maggiori potenze disponibili e consentendo un risparmio in carbone negli impianti termici di 1,5 miliardi di franchi. Le superlinee di intercollegamento progettate sono le seguenti:

Massiccio Centrale-Pirenei, Massiccio Centrale-Parigi, Massiccio Centrale-Alpi, Alpi-Parigi, Zona Mineraria del Nord-Parigi. Questo piano è in parte eseguito e deve essere completato con una linea lungo la costa del Mediterraneo dalla frontiera italiana alla valle della Durance al Nord di Marsiglia. Per questi intercollegamenti si tende anche in Francia ad allargare i gruppi di imprese controllate da un unico ente finanziario allo scopo di eliminare concorrenze dannose e di coordinare lo sfruttamento degli impianti delle varie Compagnie consociate. C. G. E.

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

**W. J. DAVIS — Resistenza alla trazione di locomotori e treni elettrici.** (Gen. El. Rev., ottobre 1926, pag. 685).

Nonostante il gran numero di dati sperimentali raccolti sulla resistenza alla trazione dei treni, troppo poco sinora era stato fatto per coordinare fra loro i risultati ottenuti e fissare le basi più semplici ed esatte per i successivi calcoli sull'argomento; le formule, le tabelle e le curve, che l'A. propone nel suo articolo, provvedono appunto a colmare in modo esauriente questa lacuna.

L'A. considera la resistenza totale, come somma di tre termini. Il primo termine, costituito essenzialmente dall'attrito dei perni, ma contenente anche altri elementi come l'attrito volvente sulle rotaie, deve ritenersi costante rispetto alla velocità e variabile linearmente col peso per asse, almeno se quest'ultimo si mantiene nei limiti normali di 5 a 20 tonnellate per asse. Il secondo si compone invece per la più parte dell'attrito fra il bordo delle ruote e le rotaie, oltre ad altri attriti minori per scosse, vibrazioni, ecc.; esso dovrebbe ritenersi direttamente proporzionale alla velocità e inversamente proporzionale al passo rigido dei veicoli, ma l'A. preferisce invece considerarlo funzione lineare della sola velocità, cambiando però opportunamente il coefficiente da caso a caso, secondo che si tratti cioè, di locomotori, vetture viaggiatori, carri merci, treni di automotrici, automotrici isolate. Venendo infine al terzo termine, rappresentato dalla resistenza dell'aria, l'A. osserva che esso si compone della pressione frontale, dell'attrito laterale e della depressione posteriore e che di questi tre elementi, tutti proporzionali al quadrato della velocità, il primo e l'ultimo sono anche proporzionali all'area della sezione trasversale e variano grandemente con la forma delle testate, mentre il secondo è proporzionale all'area delle superfici laterali e varia con la scabrosità di queste; supponendo però che anche questo secondo elemento vari linearmente con l'area della sezione trasversale, l'A. esprime complessivamente tutte le resistenze dell'aria con un sol termine proporzionale all'area della sezione trasversale e al quadrato della velocità, cambiando però anche qui opportunamente il coefficiente di proporzionalità secondo che si tratti dell'uno o dell'altro dei cinque tipi di veicolo già citati.

Le formule e le corrispondenti serie di tabelle e di curve proposte dall'A. si basano su materiale rotabile di tipo normale, con lubrificazione a olio e buone condizioni generali di funzionamento; esse risultano di applicazione molto più ampia e precisa di tutte le altre formule precedentemente usate, come l'A. dimostra con opportuni esempi.

I coefficienti numerici adoperati nelle varie formule rappresentano il risultato di esperienze indipendenti compiute da diversi tecnici, facendo uso in generale di carri dinamometrici o di prove a vuoto o anche, per la resistenza dell'aria, di piccoli modelli posti in gallerie di prova. C. G. E.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

*Il comando individuale degli assi per locomotive a grande velocità.* — La trasmissione del movimento dai motori agli assi è uno dei problemi attorno ai quali maggiormente si sono affannati i costruttori di locomotive elettriche. Fin dagli inizi dell'applicazione dell'elettricità anche sui veicoli a grande velocità, un sistema di trasmissione che non richiedesse l'applicazione dei biellismi più o meno complicati.

Il più antico dei sistemi, la sospensione dei motori « tipo tram », ottimo per potenze e velocità relativamente modeste, non è consigliabile per grandi locomotori.

In America ha avuto una certa diffusione il tipo « gearless », i cui svantaggi sono analoghi a quelli del « tipo tram »; ed infatti il « gearless » non riuscì ad introdursi in Europa.

La potenza e la velocità dei locomotori vanno assumendo dei valori sempre più ragguardevoli, cosicché la questione della trasmissione è assunta oggi ad importanza fondamentale. Scartati i biellismi, anche perché le alte velocità richiederebbero l'impiego di ruote di diametro esagerato, rendendo lunghi ed eccessivamente pesanti i locomotori, si è finito con l'applicare un motore a ciascun asse.

Fra i molti dispositivi proposti, uno dei primi è stato quello, abbastanza noto, della *Westinghouse* costituito da un albero cavo infilato sull'asse motore; la trasmissione del movimento dall'uno all'altro di questi organi concentrici avviene per mezzo di molle press'a poco lungo un cerchio.

Più recente e di concezione radicalmente diversa è il comando individuale « *Brown Boveri* », ideato dal signor Buchli, brevemente descritto da « *L'Elettrotecnica* », vol. X, n. 6 (25 febbraio 1923).

Ambo i sistemi, largamente applicati da parecchie ferrovie, dimostrano la convenienza dell'impiego del comando individuale degli assi nei locomotori pesanti a grande velocità.

Sulla base dei successi ottenuti, molti costruttori si sono dati alla ricerca di dispositivi di trasmissione, ricorrendo talvolta a dei mezzi veramente originali: così per esempio si è recentemente parlato dei nuovi locomotori francesi ed austriaci con motori ad asse verticale e comando per mezzo di ingranaggi conici ed alberi cavi.

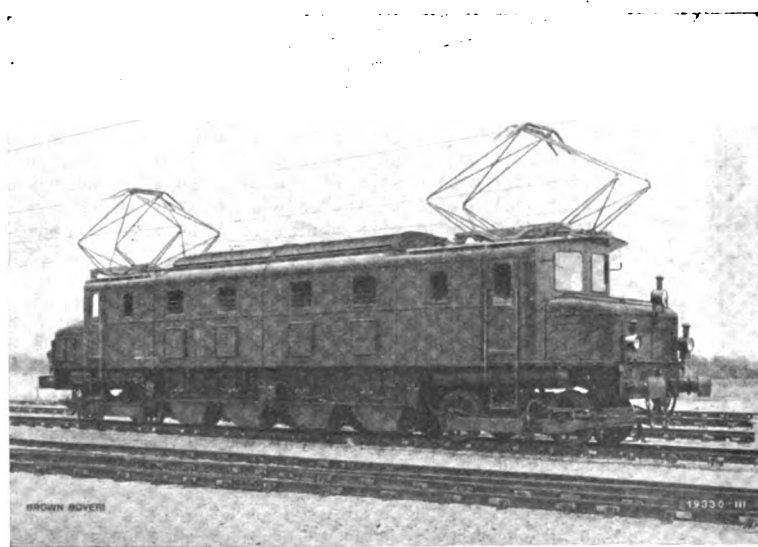


Fig. 2. — Ferrovia Paris-Orléans.  
Locomotore da 3000 kW, 130 km/h con comando individuale degli assi.

La maggior parte dei sistemi di comando individuale si basa, come il *Westinghouse*, sull'interposizione di organi molleggiati fra il motore e l'asse. A un movimento dell'uno rispetto all'altro, corrisponde una compressione o una estensione delle molle, cosicché l'impiego di elementi elastici, più che un metodo atto ad escludere completamente le ripercussioni che gli spostamenti relativi hanno sull'uniformità della trasmissione degli sforzi, è generalmente un palliativo, un modo di attutire le variazioni, senza eliminarle del tutto. Infatti se in seguito agli spostamenti dell'asse rispetto al motore hanno luogo delle variazioni della tensione delle molle, in ultima analisi si vengono ad aggiungere al sistema delle nuove forze le quali, pur non alte-

rando in misura dannosa, la coppia motrice, producono delle sollecitazioni che si sovrappongono a quelle che si debbono trasmettere.

Il sistema *Brown Boveri*, sebbene privo di molle o di organi a lunghezza variabile, lascia all'asse la più completa libertà di movimenti, senza che perciò venga modificato il rapporto fra le velocità o fra gli sforzi ai cerchioni da una parte ed al motore dall'altra. Appunto l'accoppiamento per mezzo di organi rigidi, costituiti da due giunti sferici, e da due settori dentati è il fatto saliente del dispositivo, che presenta parecchi vantaggi peculiari. Così, per esempio, esso consente una ragguardevole eccentricità fra l'asse della ruota dentata e quello della ruota motrice, dettaglio importante in quanto che, accorciando la distanza fra gli assi della coppia d'ingranaggi, esso permette di aumentare il rapporto delle velocità, ferma restando la distanza mi-

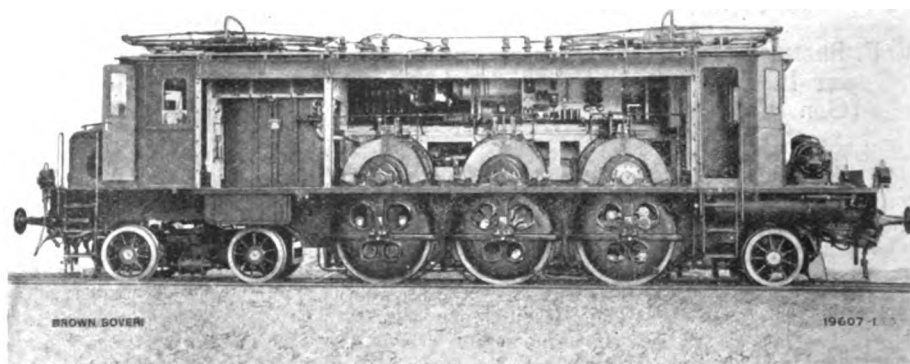


Fig. 1. — Ferrovie Federali Svizzere.  
Locomotore tipo 2C1. Vista lato comandi individuali. Parete laterale smontata.

nima fra la rotaia e la cassa di protezione della ruota dentata, prescritta dalla sagoma limite. Un'altra applicazione della libertà di movimento dell'asse si ha nelle locomotive costruite combinando il primo degli assi motori col relativo asse portante, in guisa da formare un vero e proprio carrello: e ne deriva una riduzione del passo rigido. Quando gli assi motori sono in numero di quattro o più, questa riduzione rispetto alle locomotive con comando a bielle assume non di rado un'importanza capitale nei riguardi del tipo di costruzione o del peso totale.

Interessanti e forse decisive sono le conclusioni alle quali sono giunte le Ferrovie Federali Svizzere sulla base dell'esperienza di parecchi anni di trazione elettrica. Riferiamo in proposito alcune cifre pubblicate in un conciso articolo del Prof. Kummer, nella *Schweizerische Bauzeitung* del 6 gennaio 1926.

L'anzidetta Amministrazione ha in servizio, da parecchio tempo, tre tipi di locomotori a grande velocità e precisamente:

- 1) Locomotori tipo 2C1 con comando individuale degli assi sistema *Brown Boveri*;
- 2) Locomotori tipo 1C1 e 2C1 con comando individuale degli assi sistema *Westinghouse*;
- 3) Locomotori tipo 2C1 con comando a biella bassa, non molto dissimile dalla disposizione che si riscontra nei locomotori tipo analogo, ma di rodiggio 2D1.

In seguito le Ferrovie Federali si trovarono nella necessità di mettere in servizio delle locomotive a quattro assi motori, rosicché al primo dei tipi di cui sopra, venne ad aggiungersi un tipo analogo, ma di rodiggio 2D1.

Un anno fa, prima di passare alle Ditte costruttrici l'ordinazione di un numeroso lotto di locomotori, le Ferrovie Federali Svizzere decisero di unificare i tipi di locomotori a grande velocità. Le statistiche accuratamente compilate di cui dispone detta Amministrazione hanno fornito elementi in numero sufficiente per formare una sicura base di giudizio.

I relativi studi hanno portato alla normalizzazione dei locomotori provvisti del comando individuale degli assi sistema *Brown Boveri*; e d'ora innanzi tutti i locomotori a grande velocità saranno composti di elementi corrispondenti a quelli che costituiscono i locomotori *Brown Boveri* tipo 2C1. Si continuerà a costruire dei locomotori tanto a tre quanto a quattro assi motori, ma indipendentemente dal tipo del rodiggio ciascuno degli assi formerà un'unità « standard »: ruote da mm 1610 di diametro, rapporto degli ingranaggi 1:2,57, motore da 525 kW orari. Il locomotore figura 1, che si potrebbe chiamare il prototipo delle locomotive a comando individuale degli assi, col sistema in questione costruite in grande serie (sulle Ferrovie Federali ve ne sono in servizio circa 70), ha le caratteristiche seguenti:

Sistema di corrente . . . . .	monofase
Tensione media . . . . .	15.000 volt
Potenza oraria . . . . .	1.500 kW



Sforzo massimo d'avviamento	13.000	kg.
Velocità massima	90	km/h
Peso	94	tonn.
Peso massimo ammissibile per asse	20	»
Passo rigido	4	m.
Lunghezza fra i respingenti	14,7	»

Nel campo della corrente continua e delle velocità altissime, sono notevoli le locomotive tipo 2 D 2 della Ferrovia Paris-Orléans, fig. 2,

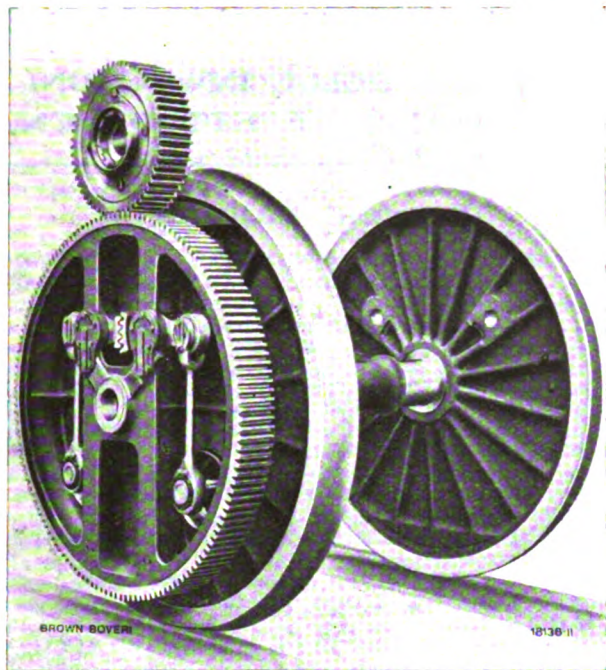


Fig. 3. — Ferrovia Paris-Orléans.  
Asse con comando individuale 750 kW, 130 km/h.

munte del medesimo sistema di comando degli assi; gli ingranaggi sono bilaterali, due per ciascun asse. Le sale sono libere di spostarsi nel senso assiale.

La potenza di ciascun motore è assai ragguardevole: circa 750 kW. Gli altri principali dati di queste locomotive sono:

Sistema di corrente	continua
Tensione	1.500 volt
Potenza oraria ai cerchioni	3.000 kW
Sforzo massimo d'avviamento	21.600 kg
Velocità massima	130 km/h
Peso	120 tonn.
Peso massimo ammissibile per asse	18 »
Diametro delle ruote motrici	1.750 mm.
Interasse rigido	5,750 m.
Lunghezza fra i respingenti	17,780 »

E' facile convincersi che, se si avesse voluto ricorrere al comando di bielle, la velocità di 130 km/h avrebbe imposto l'impiego di ruote di diametro inusitato, superiore a due metri. A parte questa difficoltà, il locomotore avrebbe dovuto essere suddiviso in due parti almeno, della lunghezza e del peso complessivo notevolmente superiori a quelli anzidetti.

Un altro caso tipico di locomotore la cui costruzione in una sola parte è stata attuata soltanto grazie al comando individuale degli assi, è quello illustrato dalla fig. 4. Si tratta di una locomotiva delle Ferrovie Giapponesi dello Stato, con quattro assi motori da ben 415 kW ciascuno, malgrado lo scartamento di soli 1067 mm.

Sistema di corrente	continua
Tensione	1.500 volt
Potenza oraria ai cerchioni	1.650 kW
Sforzo massimo d'avviamento	13.000 kg
Velocità massima	90 km/h
Peso	76 tonn.
Peso massimo ammissibile per asse	15 »
Diametro delle ruote motrici	1,600 m.
Interasse rigido	1,900 »
Lunghezza fra i respingenti	13,200 »

Ciascuno dei due assi motori esterni forma un carrello col rispettivo asse portante: le ruote motrici possono quindi spostarsi rispetto ai motori tanto nel senso assiale che in quello verticale; e per

di più compiono dei movimenti angolari notevoli in corrispondenza delle curve e degli scambi della linea. I carrelli costituiscono un'ottima guida per l'entrata delle curve; l'interasse rigido si riduce alla distanza che passa fra i due assi morti centrali, cosicchè il locomotore risulta perfettamente snodato e può sviluppare i 90 km/h sul binario di 1067 mm senza subire scosse o trepidazioni eccessive mentre la sollecitazione del binario non risulta praticamente molto superiore a quella che produrrebbe una vettura rimorchiata avente il medesimo peso per asse.

In Italia il comando individuale degli assi per locomotori a grande velocità e per potenze elevate non è stato applicato finora, soprattutto perchè la trazione con corrente trifase a 16,7 periodi è strettamente legata all'impiego di motori a bassa velocità. All'estero il sistema si diffonde rapidamente: nel giugno 1926 si trovavano in servizio ed in avanzato allestimento 146 locomotori per comando individuale sistema Brown Boveri, di complessive 14.000 tonnellate con 465 assi motori.

C. Co.

#### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

*Ribassi accordati ai visitatori della Fiera Viennese.* — Le Ferrovie dello Stato italiane accordano ai visitatori ed espositori della Fiera Viennese (13-20 marzo) nel periodo dal 9 a tutto il 18 marzo un ribasso del 30 per cento per il viaggio di andata e di ritorno, con validità di venti giorni. All'atto del ritiro dei biglietti si dovrà esibire oltre la tessera di legittimazione per la Fiera anche un modulo di legittimazione da viaggio (Richiesta di viaggio), ottenibile presso gli Uffici di rappresentanza e d'informazione della Fiera Viennese in Italia.

La Società di navigazione aerea «Aerea» di Venezia accorda sulla linea Roma-Venezia-Vienna un ribasso del 10 per cento sul prezzo normale.

Le Ferrovie austriache concedono ai visitatori della Fiera nel periodo dal 9 a tutto il 23 marzo 1927 un ribasso del 25 per cento tanto per il viaggio di andata che per quello di ritorno.

La Società di navigazione Cosulich accorda un ribasso del 25 per cento sulle sue tariffe mediterranee.

Come noto, i visitatori della Fiera Viennese non abbisognano di alcun visto ai passaporti per l'entrata in Austria, purchè si legittimino con un valido passaporto e con la tessera di legittimazione per la Fiera.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

*Un nuovo tipo di raddrizzatore di corrente* viene annunciato in America. Esso sarebbe molto semplice di costruzione. L'apparecchio consiste di un disco di rame con una faccia ricoperta di uno strato di ossido, e di un secondo disco metallico che costituisce l'altro elettrodo. In condizioni opportune la corrente passa più facilmente dallo strato di ossido al rame che non nella direzione opposta. Una caratteristica curiosa dell'apparecchio è data dal fatto che la direzione del

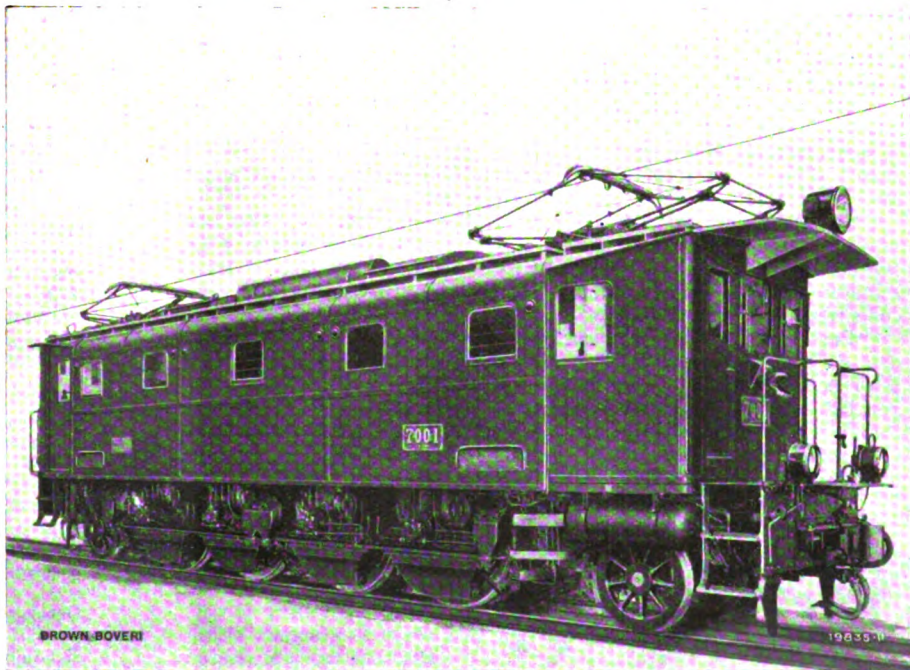


Fig. 4. — Ferrovie Giapponesi dello Stato.  
Locomotore tipo 1 D 1 a scartamento ridotto 1650 kW, 90 km/h.

flusso degli elettroni è inversa a quella che si desumerebbe in base alla teoria fondata sul funzionamento del tubo a vuoto. Le teorie generalmente emesse per spiegare i fenomeni di rettificazione per contatto, (teorie basate su fenomeni di elettrolisi o di termoelettricità) risultano insostenibili nei riguardi del nuovo apparecchio. La sede del fenomeno della rettificazione sembra localizzata presso la giunzione fra il rame e lo strato di ossido formato su di esso.



## :: NOTE LEGALI ::

### L'imposta sulle industrie e commerci in relazione alle Società elettriche.

Sono note ai lettori del giornale le controversie innumerevoli scritte in occasione della applicazione della ormai cessata tassa di esercizio, controversie nate dalla diversa interpretazione che davano della legge i Comuni ed i contribuenti, vedendo i primi un esercizio ovunque si manifestasse una attività dell'Ente tassabile mentre i secondi sostenevano che esercizio non c'era che là dove c'era produzione.

Moltissimi produttori o venditori di energia elettrica, in special modo, hanno avuto contestazioni d'indole amministrativa e giuridica con le autorità comunali poichè il genere della loro industria li faceva più di altri soggetti alla tassa in questione in svariati Comuni.

Cessata tale tassa e sostituita in base al R. D. 18 novembre 1923, n. 2538 con la Imposta comunale sulle Industrie, Arti e Professioni da applicarsi dal 1° gennaio 1925 la questione è stata risolta nel modo seguente:

Ogni contribuente viene tassato in base ad una quota percentuale sulla Imposta di Ricchezza mobile; tale quota viene poi ripartita dallo stesso fisco tra i diversi Comuni ove il contribuente ha un esercizio industriale commerciale, d'arte o professionale; ovverosia concorrono alla ripartizione del reddito tutti quei Comuni ove si ha la esistenza materiale di un esercizio.

Sembrerebbe perciò che la questione non dovesse più avere importanza per il contribuente poichè per una Società, accertata una somma da pagare, è indifferente che essa sia pagata ad un Comune piuttosto che ad un altro e che sia incassata da due piuttosto che da uno e così via.

Sta di fatto però che i Comuni i quali percepiscono la loro quota parte di imposta sulle industrie ne traggono motivo per la imposizione di altre tasse e così altri enti (per esempio la Tassa camerale) da cui l'interesse dei contribuenti a non disinteressarsi nella ripartizione della tassa ed aver cura che essa venga divisa tra quei Comuni ove effettivamente vi è produzione di reddito.

Sorge perciò nei confronti delle Società produttrici di energia questo quesito di importanza non piccola: agli effetti della Imposta comunale sulle Industrie e Commerci quali Comuni hanno diritto di concorrere alla ripartizione del reddito di Ricchezza mobile per la applicazione della imposta?

Siccome la legge 18 novembre 1923, n. 3 dice che la imposta grava sul reddito o parte di reddito che si produce nel Comune, ne viene di conseguenza logica che hanno diritto alla ripartizione del contributo i Comuni ove esistono centrali di produzione (reddito industriale) e quelli ove l'energia viene venduta (reddito commerciale).

Quale parte poi del reddito totale sia l'uno o l'altro è difficile a dirsi e ciò varia da contribuente a contribuente poichè in tale determinazione di coefficiente entrano molti e svariatissimi dati.

Ma sono solo queste due categorie di Comuni che hanno diritto alla ripartizione o hanno diritto di concorrervi anche quei Comuni ove vi sono stazioni intermedie, ove non si produce un reddito ma esistono cabine di trasformazione o smistamento che concorrono anche loro se pur indirettamente alla produzione del reddito?

Su tali cabine secondo il R. D. 20 dicembre 1923, n. 2069 non grava la imposta Fabbricati poichè a norma di legge il reddito è assorbito dalla Ricchezza mobile e in base a tale disposizione di legge sembrerebbe che anche i Comuni ove esse sono impiantate dovessero concorrere alla ripartizione del reddito.

Per contro stanno le istruzioni del Ministero delle Finanze in data 31 maggio 1924 le quali stabiliscono che per l'imposizione della tassa occorre produzione di reddito *in loco, effettivo ed autonomo*, per cui a nostro avviso non possono comprendersi tra i Comuni che hanno diritto di concorrere alla ripartizione quelli ove esistono semplici cabine di trasformazione, smistamento, ecc., impianti ai quali tra l'altro sarebbe impossibile attribuire una quota di reddito.

Il fatto di non essere colpiti dalla Imposta fabbricati non vuole significare che tali cabine siano capaci di produzione di reddito, vuol solamente dire che esse sono i mezzi coi quali viene a prodursi altrove un reddito che acquista la sua figura giuridica e si concreta appunto solo là ove sono impianti di produzione e distribuzione.

\* \*

### Modificazione al R. D. L. 4 marzo 1926, n. 681.

Il R. D. L. 16 dicembre 1926, n. 2372 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 1° febbraio 1927, porta una aggiunta al comma 3° dell'art. 7 del Decreto 681 stabilendo il diritto di rivalsa per la revisione dei prezzi a quelle Società che avendo acquistato energia da Aziende in cui lo Stato è compartecipe si son viste modificare i prezzi di acquisto in base alla facoltà di cui allo stesso comma, facoltà che era stata concessa alle aziende produttrici ma non a quelle rivenditrici. Resta confermato perciò da questo decreto il concetto da noi tante volte manifestato che i contratti posteriori al 31 ottobre 1919 non son rivedibili, ad eccezione di quelli stipulati dopo tale data ma

prima del 22 luglio 1923, quando non sono che la midificazione di contratti anteriori al 31 ottobre 1919 e di quelli stipulati entro il 31 dicembre 1923 da aziende in cui lo Stato sia compartecipe, ed in tale caso secondo il decreto 4 marzo 1926 hanno diritto alla revisione anche le Società rivenditrici che si sono viste modificare i prezzi di acquisto in base a questa disposizione. Norma che corrisponde ad un giusto diritto delle Società rivenditrici e che colma una lacuna del decreto 681, evidentemente sfuggita al legislatore.

AVV. LEONE PESCI.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani. (\*)

- N. 178498 — GALVANOPHOREN WERKE (Système Vogt) S. SZUBERT COMMANDIT GESELLSCHAFT (Soc.): Lampadina elettrica tascabile. — 20-9-1919.
- N. 209817 — GRADENIGO V.: Segnalazione luminosa di dispositivi di uso comune in ambienti oscuri. — 24-4-1922.
- N. 209761 — GUAGLIUMI N.: Dispositivo d'illuminazione per la marcia indietro negli automobili. — 14-4-1922.
- N. 206045 — MISSIROLI C., CAVALLO G., MANESTA E.: Processo per l'introduzione del filamento nella rigenerazione delle lampade elettriche ad incandescenza. — 27-12-1921.
- N. 228906 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOEILAMPEN: Dispositivo per chiudere simultaneamente per fusione un certo numero di tubi di vetro. — 12-3-1924.
- N. 228919 — La stessa: Macchina per riportare un tubo di vetro su ampolle di vetro. — 14-3-1924.
- N. 230702 — NOCCIOLI A.: Galleggiante per lumi ad olio. — 14-5-1924.
- N. 229782 — ROMANO G., DAMASIO C.: Morsa autocentrante, per fissaggio globi delle lampade elettriche per macchine a chiudere. — 18-4-1924.
- N. 182907 — SOC. ELECTRO-CHIMIE et d'ELECTRO-METALLURGIE: Procédé et appareil pour la préparation des pierres à briquets. — 22-3-20.
- N. 186584 — SPRENGSTOFFWERK e Dr. R. NAHNSEN A. C. A. G.: Lampada elettrica a filo metallico. — 19-6-1920.
- N. 235725 — VAVRA A.: Bruciatore a olio specialmente adatto per illuminazione. — 20-5-1924.
- N. 198023 — BARTOLOMEO C.: Lampada ad incandescenza a diverse intensità e a circuiti sostituibili (Cpl). — 26-4-1922.
- N. 196107 — LIBERA A.: Dispositivo per impedire i furti di lampadine elettriche (Cpl). — 10-5-1921.
- N. 203390 — RAGIONIERI A. e MADRIGALI O.: Sistema per applicare meccanicamente il lucignolo nei cosiddetti lumi da notte, e nuovo mezzo di fermatura del lucignolo stesso. — 13-6-1922 (Cpl).
- N. 153564 — ARNO' R.: Générateur électrique de la chaleur, accumulant la chaleur produite. — 25-3-1916.
- N. 156210 — Lo stesso: Perfezionamenti nei fornelli elettrici accumulatori di calore. — 27-9-1916.
- N. 172905 — « CALOR » (Soc. An.): Système de radiateur électrique portatif à élément chauffant facilement amovible et réflecteur orientable. — 16-1-1919.
- N. 184379 — FESTA A. G.: Dispositivo per il riscaldamento di liquidi per mezzo della corrente elettrica. — 8-4-1919.
- N. 175185 — GOW C. C. C. D. F.: Perfectionnements apportés au réglage de la puissance absorbée dans les fours électriques. — 1-5-1922.
- N. 180453 — JOHANSSON W. K.: Contatto di collegamento per apparecchi a riscaldamento elettrico con dispositivo di sicurezza contro il surriscaldamento. — 23-12-1919.
- N. 209872 — KEBS H. e WOLFF E.: Petite machine magnéto-électrique multipolaire avec aimant permanent fait en une pièce. — 2-5-1922.
- N. 183645 — THE MORGAN CRUCIBLE Coy Ltd: Perfezionamenti nei forni riscaldati elettricamente. — 16-3-1920.
- N. 209920 — NORSCH HYDRO ELEKTRISK KVAELSTOFFAKTIELSKAP: Dispositif pour utilisation rationnelle de la chaleur et refroidissement effectif des gaz partant des fours électriques à arc-gamme polyphasés avec longs arcs électriques sans contre-électrodes. — 8-5-22.
- N. 176170 — PIQUEREZ E.: Résistance pour four électrique. — 9-7-1919.
- N. 207977 — SEREGNI E.: Elemento termoelettrico a isolante scomponibile. — 11-3-1922.
- N. 209578 — SIEMENS ELEKTROVARME GESELLSCHAFT m. b. H.: Fornello riscaldato elettricamente per la preparazione di vivande con riscaldamento dall'alto. — 3-4-1922.
- N. 209993 — VIDERSTAND A. G. für ELEKTRO VARME-TECHNIK: Dispositivo per riscaldare elettricamente liquidi. — 15-5-1922.
- N. 230617 — La stessa: Disposizione degli elettrodi per riscaldatori elettrici di liquidi. — 30-4-1924.
- N. 196919 — ARNO' R.: Perfezionamenti nei comuni processi di combustione impiegando aria calda prodotta elettricamente (Cpl). — 12-3-1921.
- N. 199062 — CERUTTI R.: Forno elettrico trifase per cottura di materiali vari, come mattoni rossi, tegole ed affini nonché refrattari di qualsiasi specie, funzionante a resistenze di carbone e grafite (Cpl). — 31-5-1921.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)





## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### REGOLAMENTO

#### per la compilazione, approvazione e pubblicazione delle Norme dell'A. E. I.

approvato dal Consiglio Generale nella seduta del 26 febbraio 1927.

Art. 1. — Le Norme, che riguardano il modo di attuare nella tecnica le applicazioni dell'elettricità, sono emanate dall'Associazione Elettrotecnica Italiana (A. E. I.).

Art. 2. — La compilazione e revisione delle Norme dell'A. E. I. è affidata al Comitato Elettrotecnico Italiano (C. E. I.).

Art. 3. — La compilazione di nuove Norme può essere intrapresa dal C. E. I. di propria iniziativa, ovvero per mandato dell'A. E. I. La revisione delle Norme già pubblicate è intrapresa dal C. E. I. secondo le disposizioni dell'articolo seguente, e in modo tale, che il nuovo testo definitivo possa essere sanzionato entro tre anni dall'approvazione del testo precedente.

Art. 4. — Il testo preliminare delle Norme di nuova compilazione ovvero delle Norme rivedute, predisposto dal C. E. I., viene pubblicato negli Atti dell'A. E. I. sotto il titolo di « Schema di Norme..... » o « Schema di revisione delle Norme..... » proposto dal Comitato Elettrotecnico Italiano ».

Ciascun socio dell'A. E. I. può inviare alla sede centrale le sue osservazioni in merito allo Schema proposto, entro tre mesi dalla sua pubblicazione.

Le osservazioni sono trasmesse dalla Presidenza Generale dell'A. E. I. al C. E. I., il quale le prende in esame ed entro cinque mesi dalla pubblicazione dello schema, presenta alla Presidenza Generale il testo definitivo delle Norme.

Art. 5. — Le norme presentate a termini dell'articolo precedente dal C. E. I. alla Presidenza Generale dell'A. E. I., vengono da questa sottoposte alla approvazione del Consiglio Generale dell'A. E. I. Il Consiglio Generale delibera sull'accettazione delle Norme in esame e sulla data della loro entrata in vigore.

\* \*

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI FIRENZE

##### Riunione dei Soci dell'11 gennaio 1927 - ore 21.

Il Presidente commemora il Consocio scomparso, Ing. Ernesto Corsini, ricordando l'operosità e le doti di cortesia che lo resero caro a quanti ebbero ad avvicinarlo. Ricorda pure l'altro Consocio Enrico Benedetti che in un campo modesto lasciò larga messe di geniali dispositivi meccanici di sua invenzione.

Quindi dà la parola al Prof. Pasqualini, il quale svolge il soggetto della sua conferenza: « Il mondo che vibra ».

E' impossibile riassumere in poche parole la smagliante conferenza, alla quale si interessarono moltissimo le signore intervenute. Per entrare in argomento, cominciando dai fenomeni acustici, l'oratore affermò che « Il mondo che vibra » non è altro che il mondo in cui viviamo. Perché tutto è vibrazione e risonanza. Noi inconsciamente associamo il concetto di vibrazione a quello della vita. Diciamo che una città vibra di attività, che una riunione vibrava di allegria e così via. Forse con ciò non si trasporta metaforicamente un'espressione fuori del campo del sentimento, ma inconsciamente si dice una verità; forse anche nel campo dello spirito siamo dominati dalle vibrazioni e dalle risonanze: infatti i fenomeni ritmici ci procurano piacere o dolore.

Considera poi le vibrazioni acustiche che si propagano da corpo a corpo attraverso l'aria ma non escono dal nostro pianeta. Noi siamo circondati da aria che vibra in infiniti modi per cause naturali e cause artificiali. Di tutte le vibrazioni che si compongono si eliminano, si riflettono e fanno vibrare i corpi contro cui urtano, noi percepiamo direttamente per mezzo dell'orecchio solo una piccola parte.

Accenna come il suono è fenomeno soggettivo. La natura è muta. Chi è privo d'orecchio può percepire le vibrazioni in altro modo che non è il suono. Cita il caso di sordi nati che distinguevano i rumori.

Passa poi a considerare le vibrazioni che si trasmettono in tutto lo spazio interplanetario fra corpi che sono distanti bilioni di chilometri. Parla dell'origine di queste vibrazioni. Accenna al modello atomico di Bohr e ai quanti di energia. Rileva come fra le infinite vibrazioni che vanno da lunghezze d'onda di migliaia di chilometri, come nei fenomeni elettromagnetici, fino ai millesimi di milionesimo di millimetri nei raggi penetranti di Millikan, noi percepiamo direttamente solo quelle pochissime comprese fra la lunghezza d'onda di

7-3 millesimi di millimetro per mezzo del nostro occhio che ci fa avere l'impressione della luce. La luce è un fenomeno soggettivo — non esistono né luce, né colori, ma soltanto vibrazioni.

Accenna ai modi indiretti per i quali percepiamo le altre vibrazioni all'infuori di quelle che impressionano il nostro organo adeguato.

Chiudendo, dice che la scienza che studia i mondi lontanissimi e i rapporti fra gli infinitesimi allarga sempre più i confini delle sue cognizioni, ma nello stesso tempo aumentano gli interrogativi. Si allontana sempre più, ma aumenta di estensione quella barriera sulla quale, dice Mussolini, è scritto Dio.

La bella conferenza interessò sommamente gli uditori che espressero il desiderio di sentire ancora la parola dell'oratore, il quale protestava che questa era la sua conferenza d'addio, cosa alla quale nessuno ha voluto credere.

\* \*

#### SEZIONE DI TORINO

##### Assemblea generale dei Soci - 1° febbraio 1927.

Presiede l'Ing. Comm. Palestro.

Segretario: Ing. G. Cicogna.

Le seduta viene aperta alle ore 21,15. Letto il verbale della seduta precedente, viene approvato all'unanimità.

Il Presidente riferisce sulle deliberazioni prese dal Congresso di Brescia al quale egli ha partecipato. Spiega le ragioni che hanno indotto la Sede Centrale ad aumentare la quota sociale specialmente per il costo del giornale *L'Elettrotecnica* che rappresenta una spesa non indifferente per l'Associazione. Il contributo alla Sede Centrale dovette essere aumentato di L. 15 per socio. Per le spese sempre maggiori per il funzionamento della Sezione si è pure dovuto ricorrere ad un aumento di altre L. 15, aumento discusso e deliberato dal Consiglio della Sezione. Resta così definito di portare la quota annuale a L. 100 per i soci individuali residenti, a L. 85 per i soci individuali non residenti, mentre per i soci collettivi la quota annuale viene determinata in L. 300 annuali.

Un supplemento straordinario di L. 15 viene poi richiesto ai soci per il corrente anno, contributo che viene richiesto per far fronte alle spese che si renderanno necessarie per la Commemorazione Voltiana che avverrà in Como; in tale occasione vi sarà la Riunione del Comitato Internazionale Elettrotecnico, e si dovrà ricambiare ai Delegati stranieri che interverranno, le cortesie che vennero sempre usate ai Delegati italiani nelle loro visite all'estero. Occorre dunque che ogni socio contribuisca con la modesta quota richiesta al fine di ottenere la possibilità materiale di far fronte alle ingenti spese che si sono preventivate.

Il Presidente riassume quindi brevemente i punti più salienti del suo triennio di carica come Presidente della Sezione.

In tale triennio vennero compiute numerose visite di soci ad importanti impianti elettrici, vennero tenute numerose ed interessantissime conferenze da diversi eminenti studiosi, come l'Ing. Thovez, Ing. Prof. Grassi, Prof. Barbagelata, Ing. Peri, Ing. Dalla Verde, Ing. Ventrella, mentre egli stesso ha più volte cercato di dare vita alla Sezione con comunicazioni, specialmente sugli accumulatori leggeri tipo « Pouchain », sulle lunghe linee ad altissima tensione, sui cavi in esercizio sulle grandi reti, ecc.

Ricorda che nel 1925 gli Elettrotecnici francesi vennero numerosi a visitare gli impianti elettrici in Italia e la Sezione di Torino fu larga di cortesie e di ospitalità verso gli ospiti. Egli è lieto di poter dire che i colleghi francesi conservano il migliore dei ricordi del riuscito viaggio ed in particolar modo del loro soggiorno in Piemonte.

La Sezione di Torino ha poi partecipato con numerosi soci alla gita in Francia compiuta dall'Associazione nostra lo scorso anno, dimostrando così un vivo interesse a tutte le manifestazioni di vita sociale.

Nel 1926 un gruppo di studenti francesi inviato in Italia dal Ministero delle Poste e Telegrafi francesi, è stato accolto con ogni premura dalla Sezione nostra che in poche ore ha potuto organizzare un ricevimento e interessanti visite riuscite molto gradite agli ospiti.

Il numero dei soci della Sezione nel triennio non si è modificato che lievemente essendo nel 1924: 710 gli individuali e 46 i collettivi, e nel 1926 rispettivamente 745 e 45. Comunica che vi fu bensì un forte aumento di nuovi soci ma per contro si dovettero radiare circa cento soci per morosità.

Dopo tali comunicazioni di indole generale, approvate senza discussione dalla numerosa assemblea, si è proceduto alla elezione delle nuove cariche sociali, di parte del Consiglio.

Risultarono eletti:

Presidente:	Ing. Cav. Giuseppe Arigo . . . . .	Voti 89
Vice Presidente:	Ing. Dott. Grand'Uff. Nicola Pavia . . . . .	» 89
Segretario:	Ing. Giampietro Cicogna . . . . .	» 88
Cassiere:	Ing. Dario Morbiducci . . . . .	» 87
	Ing. Carlo Bertolazzi . . . . .	» 84
	Ing. Cav. Giovanni Bertoldo . . . . .	» 83
Consiglieri:	Ing. Agostino Dalla Verde . . . . .	» 84
	Ing. Cav. Carlo Stanzani . . . . .	» 84

*Consiglieri Delegati presso la Sede Centrale:*

Ing. Rinaldo Biroli . . . . .	Voti 86
Comm. Antonio Formica . . . . .	" 86
Ing. Prof. Ettore Morelli . . . . .	" 86
Ing. Hans Gustavo Lutz . . . . .	" 86
Ing. Carlo Palestino . . . . .	" 86
Ing. Giuseppe Parmeggiani . . . . .	" 86
Ing. Pio Venturini . . . . .	" 86

Il Consiglio Direttivo della Sezione resta così composto per il triennio 1927-29:

**Presidente:** Ing. Cav. Giuseppe Arigo;  
**Vice Presidente:** Ing. Dott. Grad'Uff. Nicola Pavia;  
**Segretario:** Ing. Giampietro Cicogna;  
**Cassiere:** Ing. Dario Morbiducci;

**Consiglieri:** Ing. Carlo Bertoldo; Ing. Carlo Busso; Ing. Carlo Bertolazzi; Ing. Agostino Dalla Verde; Ing. Cav. Carlo Stanzani; Cav. Michele Giaccone-Griva.

**Consiglieri Delegati presso la Sede Centrale:** Ing. Rinaldo Biroli; Comm. Antonio Formica; Ing. Hans Gust. Lutz; Prof. Ing. Comm. Ettore Morelli; Ing. Comm. Carlo Palestino; Cav. Ing. Giuseppe Parmeggiani; Ing. Pio Venturini; Ing. Clemente Bordiga; Ing. Felice Goffi; Ing. Carlo Lisco; Ing. Francesco Mottura; Ing. Conte Cav. Uff. Alessandro Orsi; Ing. Virgilio Paschetto; Ing. Cav. Uff. Carlo Sodano.

Il Presidente Ing. Palestino dà quindi il saluto augurale alla nuova Presidenza che viene a succedergli, e l'augurio che rivolge alle persone che la costituiscono, ritiene sia una realtà di bene, di prosperità e sviluppo per la nostra Sezione la quale deve seguitare a battere il passo alla testa delle Sezioni.

Le persone che costituiscono il nuovo Consiglio danno sicuro affidamento di accettare con entusiasmo la carica per il bene del nostro Sodalizio che in via indiretta è bene per il nostro Paese.

Poiché dà il benvenuto della Sezione a nome dei soci tutti all'illustre Prof. Ing. Gian Carlo Vallauri che è presente alla riunione. Egli è stato trasferito a Torino a dirigere la Scuola di Elettrotecnica della nostra R. Scuola di Ingegneria, e quindi la Sezione di Torino avrà l'onore di annoverarlo fra i suoi soci.

Il Prof. Ing. Gian Carlo Vallauri risponde augurandosi che l'Associazione possa sempre più progredire specialmente con l'ausilio prezioso delle Sezioni che si ripromette siano tutte attive e fiorenti come quella di Torino. In ultimo il Presidente che scade non può esimersi dal manifestare con vive e cordiali parole tutta la sua riconoscenza ai collaboratori del Consiglio che lo hanno aiutato e sorretto nel suo triennio. In particolare volge un grazie al Vice-Presidente, al Segretario ed al Cassiere, Rag. Pallavicini che con rammarico egli vede abbandonare la carica di cassiere che per ben nove anni ha tenuto con somma cura, abnegazione, precisione e correttezza. Volge un saluto ai soci tutti che lo hanno fatto sempre segno a tanta simpatia e si augura che tutti contribuiscano nell'ambito delle loro forze a rendere attiva la nostra Sezione.

Inizia quindi la sua comunicazione: «Sull'esercizio dei grandi impianti elettrici» riassumendo quanto di grandioso ed importante egli ebbe a vedere nel suo recente viaggio nell'America del Nord. Passarono sullo schermo chiare diapositive delle più importanti centrali idrauliche e termiche da lui visitate, sulle quali diede tutti gli elementi tecnici ed economici più interessanti.

La conferenza venne vivamente applaudita ed allo sciogliersi della riunione i numerosi soci presenti fecero una spontanea e simpatica dimostrazione di affetto e riconoscenza all'Ing. Palestino, alla quale egli rispose commosso ringraziando vivamente.

La seduta venne tolta alle ore 23,30.

\* \*

## SEZIONE VENETA

**Verbale dell'Assemblea ordinaria tenuta il 30 gennaio 1927 alle ore 11, presso la Società del Cellina a Venezia.**

Sono presenti il Presidente Prof. F. Lori, il Segretario Ing. R. Marin, il Cassiere Ing. M. Mainardis, i Consiglieri Ing. Danioni, Ing. Marzolo, Ing. Pitter, e numerosi soci.

Assenti giustificati, il Vice Presidente, Ing. Ghetti ed i Consiglieri, Ing. Carazzolo, Ing. Goldbacher, Ing. Milani e Ing. Voltolina.

Il Presidente apre la seduta. Il Cassiere dà lettura del resoconto finanziario 1926 che viene approvato nei termini a parte indicati.

Il Segretario dà lettura della Relazione Morale del triennio 1924-25-26, dalla quale risulta che nel triennio il numero dei soci è aumentato da 165 a 222, e che nel triennio l'attività della Sezione è stata notevole con 22 tra conferenze e comunicazioni di soci; con tre visite ad impianti e manifestazioni elettrotecniche varie.

Quindi il Presidente pone ai voti la proposta di aumento a L. 75 della quota soci individuali per il 1927, ferma restando a L. 200 la quota soci collettivi. La proposta è approvata.

Il Cassiere dà quindi lettura del Bilancio preventivo 1927 che viene pure approvato nei termini a parte indicati.

Passando ad altro punto dell'Ordine del giorno, il Presidente invita l'assemblea a fare proposte per l'utilizzazione delle disponibilità di cassa.

Il socio Del Nunzio propone che una parte del fondo sia devoluta all'Istituto di Elettrotecnica di Padova per ricerche oscillografiche con l'oscillografo catodico.

Segue una discussione che viene riassunta dal Presidente con la constatazione che l'assemblea vede con simpatia tale proposta. Il Presidente osserva però che lo studio e la eventuale attuazione di essa dovranno essere compito del nuovo Consiglio.

Si dovrebbe ora passare alla nomina delle nuove cariche sociali, ma dato lo scarso numero di presenti, ed in omaggio alla consuetudine sezionale, si delibera di procedere per referendum.

La seduta è tolta alle ore 11,45.

Dopo la seduta i soci si riunirono in una cordiale colazione sociale.

**Resoconto finanziario anno 1926.***Introiti:*

In Cassa al 31 dicembre 1925 . . . . .	L. 29.271,60
Quote arretrate (1925) . . . . .	" 495,—
" 1926 . . . . .	" 12.490,—
" 1927 . . . . .	" 575,—
Vendita Norme . . . . .	" 18,—
Contributi straordinari . . . . .	" 2.297,60
<b>Totale</b>	<b>L. 45.147,20</b>

*Spese:*

Versato alla Sede Centrale il saldo contributo 1926 . . . . .	L. 11.460,—
Spese per stampati . . . . .	" 233,20
" " bolli . . . . .	" 30,—
" " postali . . . . .	" 614,90
" " diverse . . . . .	" 864,10
<b>Disponibilità di Cassa:</b>	
per Fondo di Riserva . . . . .	L. 25.000,—
per la Gestione . . . . .	" 6.945,—
<b>Totale</b>	<b>L. 31.945,—</b>
<b>Totale</b>	<b>L. 45.147,20</b>

**Incremento Soci.**

	31 dicembre 1922	31 dicembre 1923	31 dicembre 1924	31 dicembre 1925	31 dicembre 1926
Soci individuali	121	148	181	192	203
" collettivi	15	17	20	18	18
" vitalizi	—	—	1	1	1

**Preventivo finanziario anno 1927.***Introiti:*

In Cassa al 1° gennaio 1927 . . . . .	L. 31.945,—
Quote arretrate (1926) . . . . .	" 300,—
" 1927 . . . . .	" 19.050,—
Contributi straordinari . . . . .	" 1.715,80
<b>Totale</b>	<b>L. 53.010,80</b>

*Spese:*

Contributo alla Sede Centrale . . . . .	L. 15.420,—
Spese per stampati . . . . .	" 600,—
" " bolli . . . . .	" 40,—
" " postali . . . . .	" 650,—
" " diverse . . . . .	" 900,—
<b>Totale</b>	<b>L. 17.610,—</b>
Disponibilità di Cassa . . . . .	" 35.400,80 (*)
<b>Totale</b>	<b>L. 53.010,80</b>

(\*) Delle quali L. 14.101,25 rappresentate da cartelle del Prestito.

*Il Presidente:*

Prof. FERDINANDO LORI

*Il Cassiere:*

Ing. MARIO MAINARDIS

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *L'isolamento delle linee aeree, le Norme per gli isolatori e la Riunione di Como.*

Il breve articolo dell'Ing. SELMO, riportato più avanti, pervenutoci quando nulla si sapeva ancora in merito al programma della prossima riunione annuale, si inquadra assai bene fra gli argomenti che dovranno discutersi a Como, in Ottobre. Esso infatti documenta i risultati pratici ottenuti ricorrendo, per selezionare alcune partite di isolatori, alla cosiddetta prova fisica, che consiste, com'è noto, nel sottoporre ripetutamente gli isolatori ad un brusco e notevole salto di temperatura. L'efficacia di una siffatta prova è tutt'altro che pacifica — lo stesso scritto dell'Ing. Selmo può offrire argomenti agli opposti partiti — e sarà interessante, a Como, raccogliere e coordinare le opinioni in proposito dei più competenti ingegneri di esercizio e dei più autorevoli fabbricanti di isolatori. Il Comitato Elettrotecnico Italiano, che deve procedere l'anno prossimo ad una revisione radicale ed estensiva delle norme per gli isolatori, fa fin d'ora assai conto sui lavori che verranno presentati nel prossimo congresso e sulle discussioni che ad essi seguiranno.

Abbiamo detto « revisione estensiva » perchè è desiderabile che le norme, le quali attualmente considerano solo gli isolatori di porcellana, si occupino anche di quelli di diverso materiale: vetro - pirex - materiali sintetici, ecc., il cui uso va indubbiamente diffondendosi. E lo studio comparativo sperimentale di isolatori di ugual tipo, ma di diverso materiale potrebbe e dovrebbe fornire argomento a qualche interessante comunicazione. Certamente lavori di tal genere non si improvvisano; ma chissà quanti fra i tecnici delle nostre società, con lo sviluppo di linee ad altissima tensione verificatosi in Italia in questi ultimi anni, avranno avuto occasione di fare prove, ricerche ed esperienze! Ad essi particolarmente qui ci rivolgiamo: perchè vogliano, con una piccola fatica, raccogliere e riordinare i risultati dei loro studi, inviandoceli nel più breve tempo possibile per la pubblicazione. La maggior solennità che il Congresso di Como verrà senza dubbio ad assumere per la ricorrenza del centenario voltiano, esige che anche per la qualità e per la quantità del suo contenuto tecnico la XXXII riunione dell'A.E.I. debba rimanere memorabile.

### *L'opera di Alessandro Volta.*

Si è iniziata la distribuzione del volume edito da U. Hoepli a cura dell'A.E.I. e ad opera del Prof. Massardi; ma già prima che essa si iniziasse, le richieste dei Soci erano pervenute in numero così grande da assicurare un rapido esaurimento dell'edizione. Siamo certi che non appena il volume comincerà ad essere conosciuto, la richiesta ne andrà aumentando, perchè esso appare come una di quelle opere che si raccomandano da sole. Ed è giusto, e noi siamo sicuri di interpretare in questo il sentimento di tutti i Consoci, che si tributi viva riconoscenza per una così ben riuscita iniziativa al prof. Sartori, che come Presidente Generale volle la pubblicazione e ne diede le direttive, al prof. Massardi che curò tutta la compilazione e la corredò di contributi originali; al Segretario Generale che con grande impegno, superando ogni difficoltà, è riuscito ad allestire completamente la pubblicazione e a farla comparire alla data prefissa; alla gentile Signora Comboni — infine — che si assunse generosamente il delicato compito della revisione delle bozze.

LA REDAZIONE.

### INTORNO ALLE DIRETTIVE ATTUALI DELLA TECNICA PER LE TURBINE A VAPORE □ □ □ □ □ □ □

M. MEDICI



Comunicazione alla Sezione di Napoli

il 17 e 18 dicembre 1926

(Continuazione e fine, v. N. 7, pag. 142).

#### III. - Miglioramento intrinseco costruttivo della turbina. —

Benchè la turbina a vapore abbia innegabilmente subito in poco più di 25 anni dei perfezionamenti costruttivi molto più sensibili che non si siano realizzati durante un intero secolo per la motrice a vapore a stantuffo, pur tuttavia è da meravigliare come fin qualche anno or sono siano sfuggiti all'indagine scientifico-tecnica sulle turbine a vapore alcuni, forse i più importanti tra i dettami fondamentali di una razionale costruzione onde per lunghi anni si fu condotti per esse a delle direttive costruttive generali fisicamente poco giustificabili.

Contrariamente alla prima norma fondamentale cui devono soddisfare le costruzioni veramente razionali e che consiste nel costituire la turbina a vapore con elementi singoli ciascuno di elevato rendimento e nel sagomare la struttura di rivestimento esterna della turbomotrice in guisa da adattarsi nel miglior modo all'andamento generale della corrente fluida, che, colla loro adozione, ne viene a scaturire, si procedette per lungo tempo, irrazionalmente, in senso opposto, ossia prestabilita una certa forma esterna per la turbina a vapore ed assunto un certo numero, generalmente limitato, di elementi per questa, si venivano a scegliere più o meno arbitrariamente i diametri relativi, di guisa che la conduzione della corrente fluida lungo la turbina ne risultava più o meno forzata in alcuni punti.

I costruttoriolgevano cioè la loro attenzione più ad una sagomazione esterna semplice ed estetica della turbomacchina ed alla maggiore riduzione possibile della sua lunghezza e quindi del suo costo che non alla razionale conduzione del vapore lungo i diversi organi della turbina. Inoltre le scarse ricerche sperimentali disponibili nella tecnica sul moto del vapore nei condotti a sezione variabili, che intervengono nella costruzione delle turbine a vapore, non potevano fornire soddisfacenti conclusioni circa il modo come darsi origine ad elementi singoli di turbina di elevato rendimento, giacchè esse venivano eseguite su condotti fissi e quindi ad esse sfuggiva palesemente la valutazione del nucleo più importante di perdite quali intervengono realmente in un elemento funzionante di turbina a vapore, ne sembra che le ultime recenti esperienze dello « Steam Nozzle Committee » (1923) abbiano apportate conclusioni definitivamente più attendibili al riguardo.

La teoria elementare non era cioè in condizioni di fornire dati sufficienti per cui l'ingegnere potesse senz'altro giudicare se un preventivo modello di turbina fosse o pur non in stato di conseguire effettivamente i richiesti coefficienti di rendimento per le palettature. Ora è chiaro che il nesso del problema costruttivo per la turbina a vapore deve consistere appunto nell'indagine di quale sia la più favorevole conduzione per la vena fluida lungo la turbina ed in particolare lungo le palettature e negli interspazi tra queste compresi, giacchè palesemente solo colla riduzione delle perdite principali ed entro certi limiti di

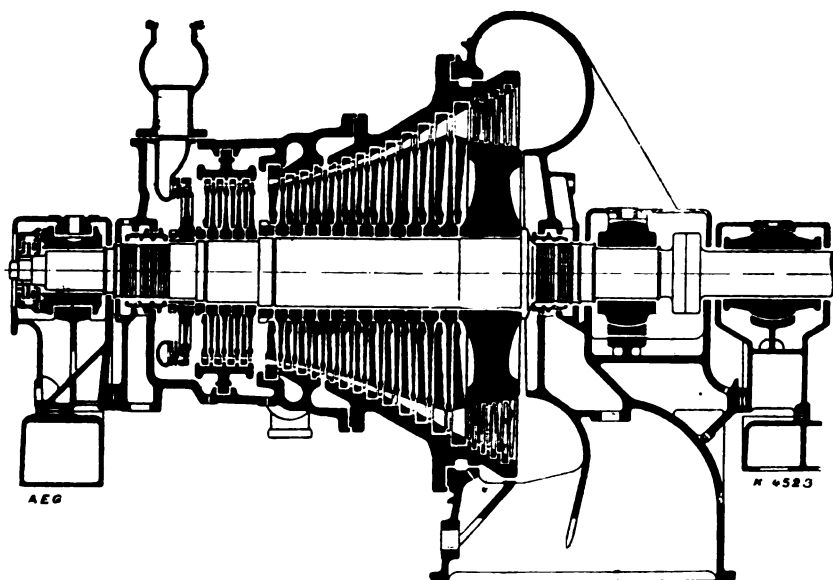


Fig. 22.

quelle supplementari della turbina è possibile, a parità di altre condizioni, costruire delle unità che realizzano coefficienti di rendimento notevolmente superiori di quelli finora abituali.

una corrente fluida esente da salti bruschi per le lunghezze e per le sezioni utili delle palettature e da angoli morti in turbina.

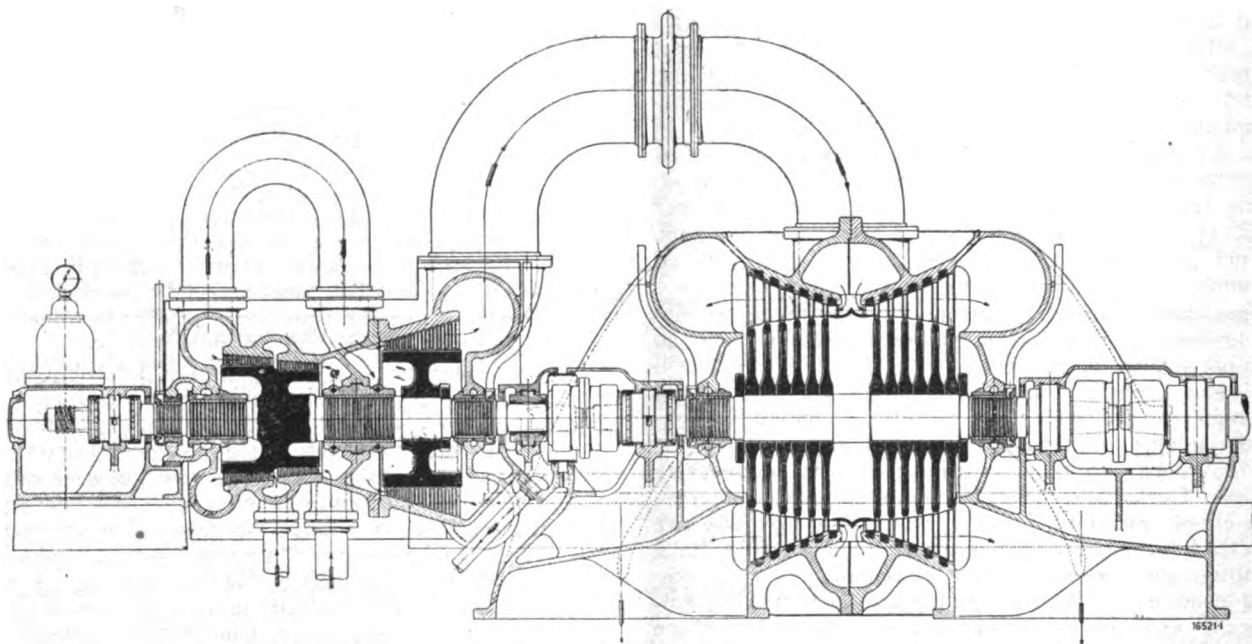


Fig. 23.

Il miglioramento intrinseco della turbina a vapore attuale è infatti da riportarsi per la maggior parte alla riduzione contemporanea delle perdite principali e supplementari della turbomotrice conseguita con una conduzione ed elaborazione più razionale del vapore lungo i diversi organi di questa e coll'opportuna fusione lungo la turbina dei due processi di funzionamento caratteristici delle turbine a vapore: quello ad azione e quello a reazione.

La condizione più importante da realizzare per l'andamento generale della corrente fluida lungo l'assieme della palettatura di una turbina a vapore è evidentemente che l'aumento delle sezioni offerte al deflusso del vapore dall'ammissione allo scarico lungo la turbina e quindi l'incremento nella lunghezza delle palettature avvenga progressivamente in maniera dolce e continua, cosicchè vengano evitate le perdite per moti vorticosi ingenerate dalla presenza di spazi morti di vapore tra le palettature successive e tra queste e l'involucro di rivestimento. La linea esterna di contorno, che delimita ed individua il percorso della corrente fluida lungo il corpo complessivo di rotazione costituito dalle palettature fisse e rotanti con i loro nastri circonfenziali di bandaggio dovrebbe risultare una curva continua senza spezzature ed angoli. Naturalmente per soddisfare nella maniera più razionale all'esposta condizione bisogna raffigurarsi il percorso della vena fluida nel suo sviluppo complessivo e non nella sola rappresentazione in una sezione assiale che, palesemente, a causa delle curvature dei condotti, non è che puramente schematica.

Un esempio magistrale è riportato nella fig. 22 che rappresenta una turbina monocapsulica da 11.000 kW a 1500 giri dell'A. E. G. di Berlino lavorante tra 12,5 atm. eff. e 325° C ed un vuoto del 96 %. L'indicata turbina è costituita da un

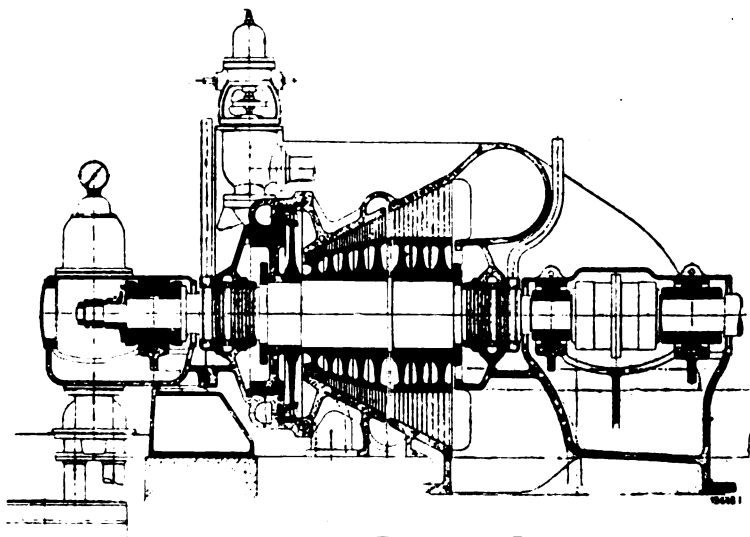


Fig. 24.

elemento Curtis a due gradini di velocità, 16 elementi ad azione semplici e 5 elementi a reazione portati da un unico disco.

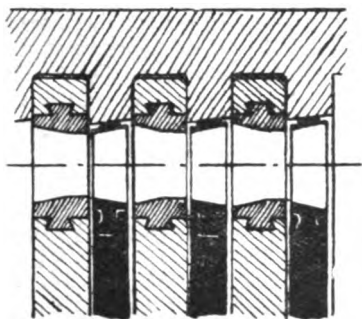


Fig. 25.

Lo sdoppiamento in parallelo degli ultimi elementi permette evidentemente di soddisfare molto più facilmente agli esposti requisiti. Per le turbine a reazione l'ideale nei riguardi

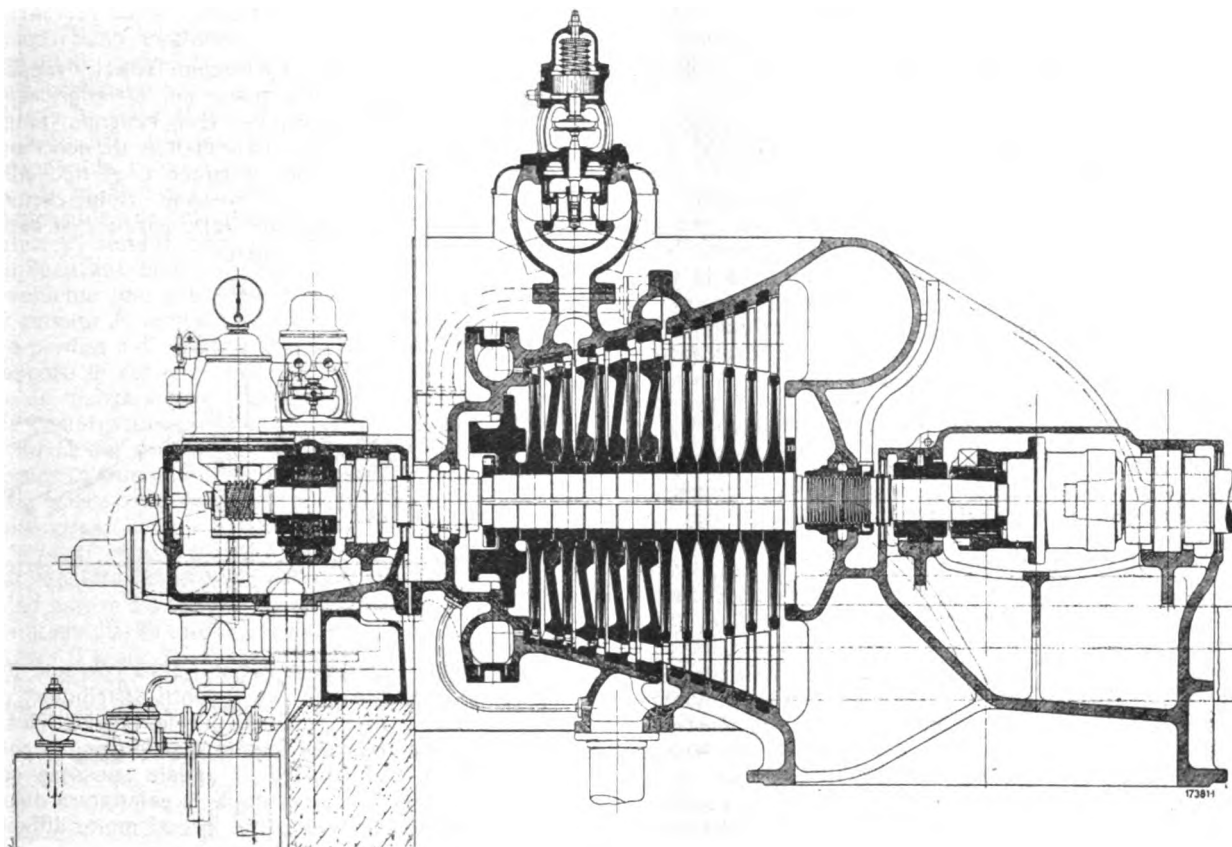


Fig. 26.

della conduzione del fluido lungo la turbina sarebbe rappresentato dallo sdoppiamento in parallelo della corrente fluida fin dall'inizio, ma ciò non è opportuno praticare nei riguardi del coefficiente di rendimento volumetrico a causa delle lunghezze estremamente limitate delle pale che ne scaturirebbero nei primi elementi.

Più adatta praticamente per le turbine a reazione e per quelle miste è la sagomazione conica della capsula come palessano la fig. 23 che raffigura una turbina Brown Boveri da 20.000 kW e 3000 giri per 25 kg/cm<sup>2</sup> di pressione ed una temperatura di surriscaldamento di 400° C e la fig. 24 che si riferisce ad una turbina della stessa ditta da 10.000 kW e 3000 giri con palettatura a reazione conica in sezione assiale.

Un altro mezzo molto opportuno per ottenere una buona conduzione del fluido lungo le turbine a vapore e che permette nel contempo una variazione di sezione più ingente tra due elementi successivi consiste nell'adottare in sezione assiale un profilo inclinato o spezzato per le pareti superiore ed inferiore dei condotti fissi e di quelli rotanti, come rappresentano esaurientemente la fig. 25, che si riferisce ad una turbina multipla ad azione della A. E. G. di Berlino e la fig. 26, che raffigura una turbina limite della Brown Boveri Co. da 18.000 kW e 3000 giri, portante cinque elementi ad azione semplice e cinque elementi a reazione.

Con tale dispositivo, che si è dimostrato particolarmente idoneo per le turbine ad iperpressione, si riesce per queste altresì a conservare alla capsula la forma cilindrica come palessa la fig. 25.

Le perdite di energia che si verificano lungo una turbina a vapore possono dividersi in tre grandi classi:

a) perdite lungo gli organi distributori e rotanti e cioè perdite di attrito, per urto, per ventilazione e frizione della girante e perdite volumetriche di fuga.

b) perdite per velocità residua allo scarico dell'ultimo elemento della turbina;

c) perdite meccaniche (attrito nei supporti, potenze assorbite dai dispositivi ausiliari, pompe d'olio, ecc.).

Quest'ultima classe di perdite, il cui ammontare è generalmente modestissimo, entro certi limiti piuttosto ampi, può riguardarsi come indipendente dal valore della potenza dell'unità.

Esaminiamo successivamente, in breve sintesi, le altre due categorie di perdite indicate e cominciamo dal considerare l'influenza delle cosiddette « perdite principali » della turbina, ossia delle perdite che si verificano nelle palettature e negli interspazi tra queste compresi.

La palettatura di ogni turbina a vapore consiste essenzialmente di due parti: quella fissa, costituita dai condotti fissi

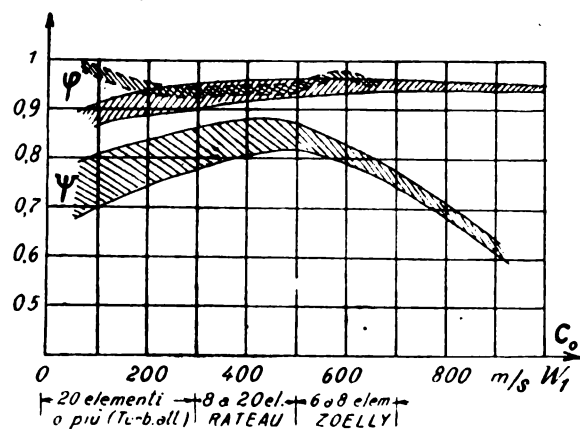


Fig. 27.

di espansione del vapore e quella rotante formata dalle pale giranti. Il moto del vapore lungo i diversi organi delle turbine a vapore ed in ispecial modo attraverso i sistemi delle palettature



fisse e rotanti può, notoriamente, riguardarsi come il moto attraverso condotti a sezioni variabili di un fluido compressibile, che può subire pertanto delle compressioni e delle espansioni e tale moto si connette invariabilmente a delle perdite di energia, delle quali è invalso l'uso di tener conto nella teoria relativa mediante la considerazione dei cosiddetti « coefficienti di riduzione della velocità del vapore ».  $\varphi$ , per quanto riguarda i condotti fissi o direttori,  $\Psi$ , per quanto si riferisce ai condotti rotanti. Il valore di tali coefficienti è influenzato contemporaneamente da un complesso di grandezze fisiche e geometriche, di cui le principali sono notoriamente le velocità del vapore, la forma e la grandezza dei condotti, il tipo delle pale ed il genere degli interspazi tra esse compresi, l'ampiezza dei diversi giuochi costruttivi, la grandezza dell'arco di iniezione nonché le condizioni peculiari del vapore nell'elemento (pressione e temperatura di questo).

Fin dai primordi delle turbine a vapore si pensò di esprimere la dipendenza di  $\varphi$  in funzione della velocità assoluta di ingresso del vapore nei condotti direttori e quella di  $\Psi$  in funzione della velocità relativa di ingresso del vapore nei condotti giranti e si passò a ricerche sperimentali allo scopo preciso di assodare se erano più convenienti, agli effetti delle perdite nei condotti, elevate o modeste velocità pel vapore. I risultati delle esperienze più importanti eseguite al riguardo sono state contraddittorie in progresso di tempo ed ancora oggi la questione appare un poco dibattuta (fig. 27).

Nel periodo prebellico, in base alle ricerche dell'epoca, si era formata l'opinione nella tecnica che le perdite di deflusso diminuivano col crescere della velocità del vapore, onde il campo di impiego più favorevole, secondo il Cristlein, era quello oltre la velocità del suono (intorno ai 650 m/s) per gli ugelli ed intorno a questa (450 m/s) per i condotti giranti. Non è estranea a tale conclusione delle esperienze di allora la tendenza antiescussa dell'anteguerra verso l'elaborazione di grandi salti per elemento della turbina e quindi verso la riduzione del numero degli elementi costruttivi di questa, ciò che richiese, onde si potesse realizzare un discreto coefficiente di rendimento,

a causa del noto rapporto  $\frac{u}{c}$  l'impiego di elevate velocità periferiche dei rotanti e, data la limitazione del numero di giri imposto dall'accoppiamento cogli elettrogeneratori, condusse proporzionalmente ad un ingrandimento dei diametri dei rotanti della turbina.

Recenti ricerche inglesi (1923) hanno, viceversa, come mostrano le linee tratteggiate in fig. 27, per i condotti distributori ed in particolare per i distributori a pareti parallele ossia con guida parallela del vapore all'uscita, condotto alla conclusione contraria e cioè che si verifica una diminuzione delle perdite col decrescere della velocità del vapore. Il massimo valore del coefficiente  $\varphi$  secondo le indicate ricerche, che vennero eseguite con mezzi cospicui dal « British Steam Nozzle Committee », sebbene con metodo (metodo dell'impulso) che è stato violentemente attaccato dai fautori del metodo a reazione, adottato ai suoi tempi dal Cristlein e dagli sperimentatori suoi contemporanei, corrisponderebbe a velocità pel vapore tra gli 80 ed i 100 m/s.

Quali che siano i metodi di misura impiegati e l'accuratezza volta a tali misure, pel fatto stesso che queste sono state eseguite su ugelli e palettature ferme, esse non possono, palesemente, costituire un verdetto assoluto in merito a quei valori delle velocità del vapore cui vengono a corrispondere i migliori coefficienti di rendimento termodinamico pel singolo elemento della turbina a vapore, bensì possono soltanto rappresentare un certo aiuto qualitativo per il calcolo di orientamento delle turbine a vapore. Solo recentissimamente si sono cominciate ad eseguire alcune esperienze <sup>(3)</sup> su elementi reali rotanti di turbine a vapore presso il Politecnico di Breslavia, che speriamo apportino maggior luce. Inoltre se anche si potessero proporzionare tutti gli elementi della turbina in base a quei valori particolari della velocità del vapore cui corrispondono i più alti  $\varphi$  e  $\Psi$  non si otterrebbe affatto la turbina del massimo rendimento termodinamico complessivo e ciò è cosa perfettamente nota da tempo nella tecnica delle turbine a vapore.

Pel conseguimento del massimo coefficiente di rendimento termodinamico per la palettatura occorre che siano realizzati i valori più favorevoli per tutte le grandezze che influenzano tale coefficiente e delle quali solo alcune stanno in relazione diretta colla velocità del vapore nell'elemento della turbina.

Le perdite nei condotti fissi o distributori delle turbine a

vapore, che comprendono due classi diverse e cioè quelle proporzionalmente modeste dovute all'attrito parietale e quelle di attrito interno (perdite fluidodinamiche) funzioni della pressione e della velocità del vapore, sembrano, in base alle vedute ed alle indagini più recenti, dipendere, nel campo delle velocità ormai di uso abituale, in maniera precipua dal genere di lavorazione con cui i condotti vengono allestiti. Per condotti completamente lavorati su tutte le faccie, le perdite di velocità oscillano sperimentalmente tra l'1 e l'1,5 %. Tali condotti, pe-

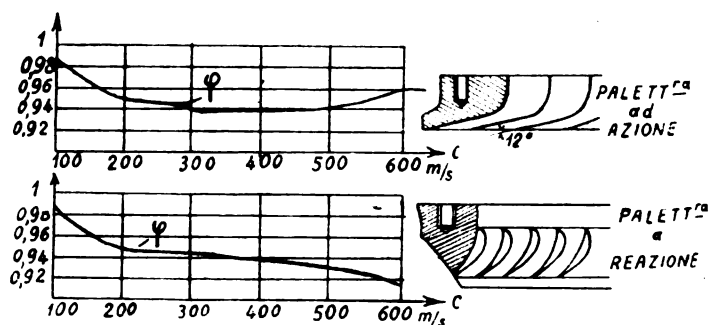


Fig. 28.

culari di gran parte delle costruzioni attuali, rappresentano il massimo grado di perfezionamento per la fabbricazione dei distributori delle turbine a vapore. Essi vengono, molto frequentemente eseguiti in acciaio inossidabile di eccellente qualità, come mostra la fig. 29 che si riferisce al tipo adottato dalla « Erste Brünnner M. F. G. », cosicché viene escluso per essi qualsiasi consumo apprezzabile delle pareti e si conserva inalterata nel tempo l'esatta conduzione della corrente fluida. L'antico metodo di costruzione dei condotti distributori consistente, con analogia a quanto praticasi per le turbine idrauliche, nel fondere direttamente colla scatola distributrice o col disco-diaframma segmenti di lamiera di uguale spessore convenientemente curvati (fig. 30) a costituire la palettatura direttrice, presenta il difetto fondamentale che in essi molto difficilmente può

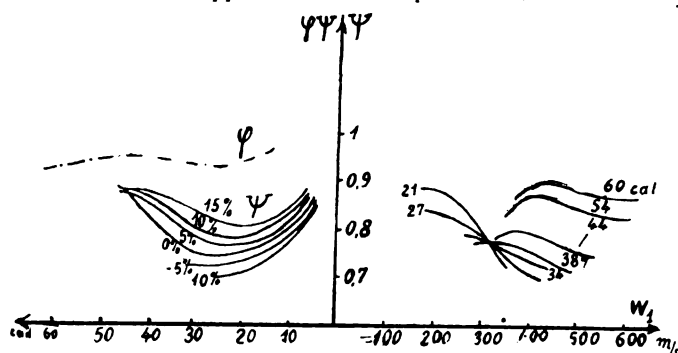


Fig. 28 bis.

ottenersi una buona conduzione della vena fluida giacché condotti così formati non hanno sufficiente adattabilità a realizzare perfettamente la richiesta progressiva variazione di sezione. A tale stato di fatto è dunque esclusivamente da riportarsi il maggior valore per le perdite di velocità ( $\sim 8\%$ ) riscontrato nelle citate esperienze inglesi (fig. 28) che vennero eseguite precisamente su condotti distributori di tale tipo. Tale metodo al-

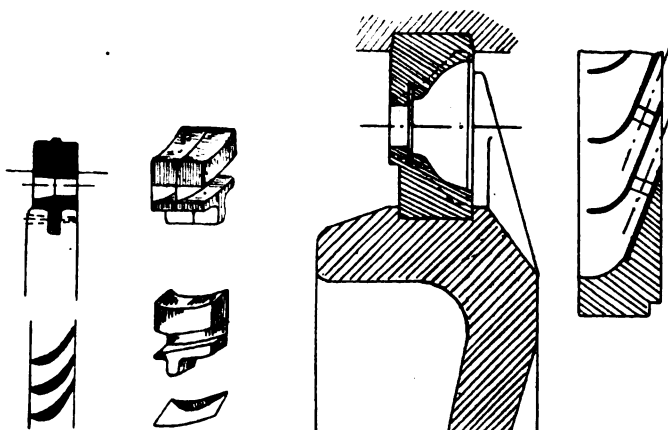


Fig. 29.

Fig. 30.

ottenersi una buona conduzione della vena fluida giacché condotti così formati non hanno sufficiente adattabilità a realizzare perfettamente la richiesta progressiva variazione di sezione. A tale stato di fatto è dunque esclusivamente da riportarsi il maggior valore per le perdite di velocità ( $\sim 8\%$ ) riscontrato nelle citate esperienze inglesi (fig. 28) che vennero eseguite precisamente su condotti distributori di tale tipo. Tale metodo al-

<sup>(3)</sup> V. D. I. - 1926, n. 47 - Bd. 70 - 20 novembre.

quanto rozzo di esecuzione non può infatti mai realizzare esattamente quei passi sufficientemente piccoli e quei profili appuntiti che caratterizzano una favorevole conduzione della vena di vapore lungo i distributori della porzione ad A. P. delle turbine a vapore attuali, giacchè con tale metodo lo spessore delle pale non può scendere sotto una certa misura altrimenti queste si fonderebbero nell'operazione di getto e non possono aversi dei passi angusti senza pericolo di rottura dei nuclei. Inoltre anche coi più accurati processi di fusione sono inevitabili, sia dal lato di ammissione che da quello di uscita del vapore, delle inesattezze di fusione, che possono bensì in parte correggersi con una successiva lavorazione di finitura dei getti, ma che presentano spesso delle difficoltà ed in molti casi conducono ad una sensibile alterazione nella conduzione del vapore.

La maggior parte delle perdite principali di energia per il fluido agente si verifica però nei condotti rotanti delle turbine a vapore. La perdita di attrito parietale si comporta per questi palesemente in maniera analoga che per i condotti distributori, sicchè se si procede a ritroso nel calcolo di una turbina a vapore, partendo dal coefficiente di rendimento misurato, si perviene alla conclusione che oltre l'indicata perdita, nei condotti giranti delle turbine a vapore si devono verificare altre perdite notevolmente più importanti, che superano di gran lunga questa in grandezza. Se si vogliono paragonare univocamente i risultati sperimentali occorre calcolare separatamente le perdite per urto che si verificano nelle giranti. Ora una separazione delle perdite d'urto in guisa che la perdita di attrito parietale venga calcolata, come indica lo Stodola, in base alla componente della velocità esente da urto, è solo allora esatta, se si considera, mediante dei coefficienti, l'influenza che l'urto esercita indissolubilmente sulla corrente del condotto. Dalle esperienze dell'Ing. Faltin<sup>(3)</sup> sembra però che il coefficiente  $\Psi$  venga solo di poco influenzato dalle perdite di urto ( $\sim 1\%$ ) onde non appare conveniente una tale separazione delle perdite.

Si è cercato da tempo incessantemente di chiarire le cause delle altre perdite e di determinare la loro dipendenza in funzione dei rapporti di corrente. Attualmente si ritiene che tali perdite siano da riportarsi principalmente al fenomeno del cosiddetto « urto di compressione » che si verifica nel passaggio della corrente fluida dal distributore nel condotto ruotante a profilo curvo, ossia all'ammontare delle perdite di energia per compressione e successiva riespansione del vapore nella curvatura dei condotti giranti.

« L'urto di compressione » si ingenera, a parità di altre condizioni, qualora la corrente del vapore viene per un motivo qualsiasi ad essere frenata. Ora tale azione frenante interviene in misura notevolissima nella curvatura dei condotti giranti, sicchè in questi il moto del vapore non si effettua in nessun caso a pressione costante, come si è accettato per lungo tempo nella teoria elementare, bensì sempre con notevoli aumenti di pres-

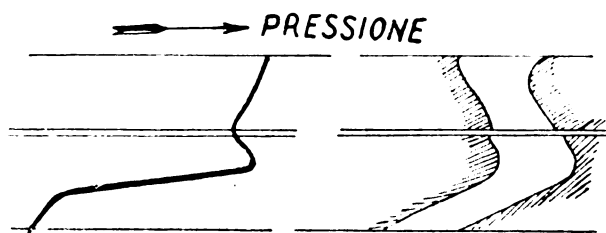


Fig. 31.

sione, come palesa schematicamente la fig. 31 e che si connettono a forti perdite fluidodinamiche del vapore, giacchè essi si verificano bruscamente e senza possibilità di una corrispondente diffusione successiva.

L'errore di valutazione delle ricerche passate sul moto del vapore nei condotti mobili delle turbine consistette precisamente nel fatto che in esse si misurarono generalmente soltanto le forze di reazione mediante bilancie a piatti e non si indagò il reale comportamento del moto ossia l'andamento delle pressioni lungo la corrente fluida.

In base alle ricerche dello Stodola e di diverse ditte costruttrici sembra che « l'urto di compressione » cresca; a parità di velocità, col crescere della pressione del vapore ed, a parità di pressione, aumenti colla velocità del vapore e si è cercato di dare una legge di dipendenza della grandezza dell'urto di compressione in funzione e della velocità del vapore e della densità di questo. Ora, anche per la palettatura girante, occorre distinguere fondamentalmente due classi di condotti

e cioè, a seconda del genere di lavorazione in base al quale vengono ricavati, i condotti fresati da quelli costituiti da lamierini sagomati. E' innegabile che il tipo dei condotti rotanti esercita un'influenza notevolissima sul fenomeno in esame e quindi sull'ammontare delle perdite di energia, che ne derivano.

Il condotto formato da pale di lamiera incurvata è caratterizzato notoriamente da un allargamento nella porzione centrale del condotto rispetto all'imbocco ed all'uscita, che sono sensibilmente più stretti, sicchè in questo tipo l'urto di compressione, che si verifica nella curvatura del condotto, ha conseguenze palesemente molto più nocive giacchè il fluido compresso non può subire la necessaria diffusione verso l'estremità del condotto, che è proporzionatamente di sezione più ristretta e quindi l'espansione del vapore che segue la compressione si verifica in gran parte nel giuoco costruttivo tra detta girante ed il distributore successivo ossia non solo risulta inutilizzata agli effetti della generazione di lavoro nell'elemento, ma causa un urto di compressione nella curvatura del condotto distributore seguente.

L'urto di compressione interviene perciò in ciascun elemento di turbina due volte: l'una nel passaggio dal distributore alla girante, l'altra nel passaggio dalla girante al distributore successivo onde non si ha affatto a che fare in realtà con una curva di espansione continua del vapore per ciascun elemento della turbina, come si verifica viceversa per ciascun cilindro delle motrici alternative, bensì, come palesa schematicamente la fig. 32, con una curva a zig zag causata dagli aumenti di pressione corrispondenti agli urti di compressione.

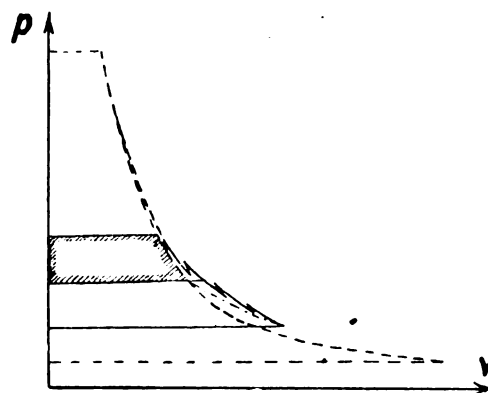


Fig. 32.

Eseguendo i condotti giranti mediante fresatura è possibile viceversa realizzare condotti a pareti completamente parallele dall'imbocco all'uscita per il funzionamento puro ad azione, o leggermente restringenti verso l'uscita, nel caso di impiego di un leggero grado di reazione, cosicchè la conduzione del vapore ne risulta migliorata e viene a scemare l'effetto nocivo peculiare dell'urto di compressione.

Si è inoltre osservato che in ogni zona di pressione vi è un campo per la velocità del vapore per il quale l'urto di compressione risulta praticamente trascurabile ossia vi è un certo valore per la velocità del vapore per cui la curva di espansione sul diagramma  $p/v$  si identifica all'incirca coll'andamento iperbolico ideale ed a tale condizione dovrebbe corrispondere palesemente il miglior rendimento termodinamico per l'elemento di turbina.

Oltre l'indicato valore per la velocità del vapore verrebbe a scomparire l'urto di compressione mentre al di là di tale limite esso interviene sempre ed il passaggio avviene bruscamente giacchè, come palesa la fig. 33, che mostra la legge di variazione approssimativa dell'urto di compressione in funzione della velocità del vapore, tale urto cresce secondo un'alta potenza della indicata velocità.

L'urto di compressione sembra crescere inoltre tanto maggiormente quanto più fortemente le pale sono incurvate ossia quanto maggiori sono le velocità del vapore con cui si lavora in turbina. La « Erste Brunner M. F. G. » stabilisce un limite al riguardo tra le buone e le cattive costruzioni. Nelle costruzioni razionali deve risultare secondo l'indicata ditta:

$$\frac{Dn}{\beta_1 + \beta_2} \leq 30.000$$

pei singoli elementi della turbina, ove  $\beta_1$  e  $\beta_2$  denotano rispettivamente gli angoli costruttivi di ingresso e di uscita della palettatura girante.

(3) V. D. I. - 1926, n. 47 - Bd. 70 - 20 novembre.

Nelle costruzioni passate, a limitato numero di elementi, tale costante di curvatura raggiungeva, viceversa, valori anche quadrupli di quello indicato.

L'Ing. Faltin ha recentemente (\*) dimostrato che le conclusioni dedotte nell'ante guerra dalle esperienze anticipate del Cristlein sono da riportarsi esclusivamente ad un mancata considerazione dei precisi rapporti di corrente lungo l'intero elemento di turbina, considerato nel suo complesso: distributore, giuoco e girante.

Dalle esperienze accuratissime eseguite in questo anno dall'Ing. Faltin nel « Maschinenbaulaboratorium del Politecnico di Breslau » si trae la conclusione che il processo di funzionamento, che ha luogo nei condotti rotanti delle turbine a vapore, debba riguardarsi come un processo analogo a quello realizzantesi nei distributori ossia, anche nelle giranti, ci si trova in presenza di correnti di vapore che subiscono espansioni o compressioni e solo in un caso limite seguono il puro funzionamento ad azione. Nel giuoco costruttivo tra girante e distributore, all'atto del funzionamento, anche negli elementi ad azione, non si riscontra in effetti la stessa pressione, che viene misurata lungo le pareti della capsula nella cella corrispondente, bensì, in esso, a volte si stabilisce una sovrappressione ed a volte una depressione, e tale fenomeno sembra sia da riportarsi, secondo il Faltin, ad una variabilità della capacità ricettiva della girante, dipendentemente dalla ripartizione del salto termodinamico lungo i diversi elementi della turbina ai diversi carichi.

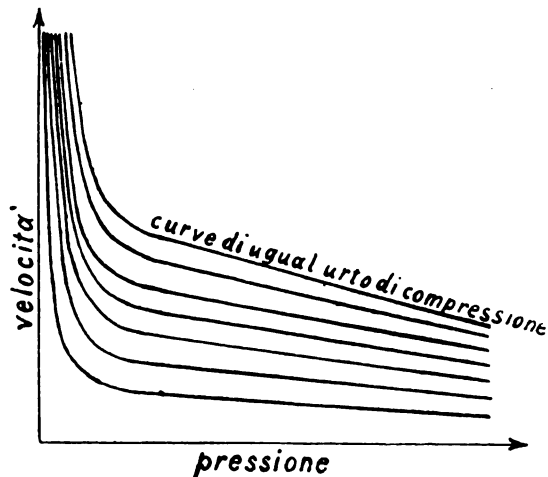


Fig. 33.

Lungo la girante ha quindi sempre luogo una trasformazione di energia in seno al getto fluido nel senso di una espansione nel caso di una sovrappressione nel giuoco e di una compressione viceversa.

Il Faltin basandosi sulle note diversità di comportamento che affettano nei riguardi delle perdite una corrente fluida in espansione e viceversa una in compressione, nel senso che queste sono sempre maggiori nel caso della compressione, mostra con opportuna elaborazione dei risultati delle sue esperienze, che il coefficiente  $\Psi$  dipende dal grado di reazione con cui viene a funzionare l'elemento girante di turbina e trova realizzarsi il max  $\Psi$  per gradi di reazione variabili dal 10 per cento al 20 ÷ 25 % a seconda del salto elementare elaborato. Ne scaturisce la conclusione, suffragata dalla pratica costruttiva più recente che cerca di abbandonare l'impiego della palettatura pura ad azione, con condotti giranti a sezione assolutamente costante, sostituendolo con condotti a sezione restringenti sempre, più o meno, verso l'uscita, che le minime perdite nei condotti giranti non si verificano mai col funzionamento puro ad azione, ma viceversa col razionale impiego di un certo grado di reazione, il quale deve essere tanto maggiore quanto più forte è la caduta termodinamica elaborata per elemento.

La caratteristica dei condotti giranti, ossia la curva dei coefficienti  $\Psi$  deve conseguentemente, avere andamento analogo a quella dei coefficienti  $\varphi$ , ossia come i  $\varphi$  risultano dipendenti dai valori della caduta elaborata nel distributore (secondo la teoria del Flügel) così i  $\Psi$  devono dipendere dal valore del salto termodinamico corrispondente ai reali rapporti nella girante. Il Faltin ha mostrato appunto (fig. 28 bis) l'esistenza di una tale coincidenza qualitativa nell'andamento dei valori di  $\varphi$  e  $\Psi$  coll'elaborazione dei risultati delle sue ricerche.

La coincidenza è naturalmente puramente qualitativa, giacché i  $\Psi$  variano molto più fortemente dei  $\varphi$  in funzione del salto, onde l'influenza dei  $\Psi$  sul coefficiente di rendimento dell'intero elemento della turbina è molto più forte di quella relativa al coefficiente  $\varphi$  e ciò malgrado che questo compaia al quadrato nella formula che ci dà il rendimento della palettatura.

Concludendo, sebbene non si disponga finora, nel campo delle pressioni abituali, di risultati sperimentali inoppugnabili o per lo meno non suscettibili di diverse interpretazioni al riguardo delle esposte considerazioni, le quali importerebbero la singolare conclusione che una stessa turbina, elaborando le identiche cadute termodinamiche elementari ossia con i medesimi valori per le velocità del vapore e per le velocità periferiche dei diversi elementi, presenterebbe differenti coefficienti di rendimento nelle diverse zone di pressione e cioè affetterebbe un rendimento più elevato in corrispondenza alle pressioni modeste ed un rendimento alquanto ridotto nel campo delle pressioni più elevate, pure, in base ai risultati costruttivi controllati negli ultimi anni nel campo delle turbine a vapore, deve riconoscersi loro un fondo assoluto di verità. L'intelligente considerazione qualitativa di tale fenomeno, specialmente nel campo delle iperpressioni, può anzi condurre alle più favorevoli soluzioni termodinamiche per determinati rapporti ossia ad elementi di turbina con elevato coefficiente di rendimento della palettatura.

Il miglioramento intrinseco della turbina a vapore, come lo è d'altronde per tutte le turbomacchine in genere, è inoltre intimamente collegato al criterio della limitazione delle perdite supplementari della macchina ed è tale limitazione che in un certo senso, unitamente alle escusse considerazioni della riduzione delle perdite principali della turbina, deve prescrivere i dettami generali del proporzionamento delle palettature, in specie per quanto riguarda le lunghezze di queste.

Anzitutto circa le perdite causate dalla rotazione dei rotanti palettati delle turbine a vapore e che si denotano abitualmente coi nomi di « perdite per ventilazione » e « perdite per frizione » della girante è notorio che esse assurgono a grande importanza solo per turbine di piccola potenza ed in ogni caso risultano, nel loro complesso, minori per un gran numero di rotanti di modeste dimensioni che per un piccolo numero di grandi giranti elaboranti la stessa caduta termodinamica, di modo che, nei loro riguardi, si presenta opportuna la scelta di modeste velocità pel vapore nelle palettature. Inoltre quanto minori sono tali velocità tanto più grandi risultano proporzionalmente le sezioni di deflusso e quindi le lunghezze delle pale ossia più alto il coefficiente di rendimento volumetrico, indifferentemente se trattasi di funzionamento ad azione od a reazione, giacché quanto maggiore è il rapporto della sezione utile a quella di fuga, tanto minore è la perdita volumetrica per elemento della turbina.

L'aumento di portata pel vapore fluente, ossia l'incremento di potenza della turbina, agisce nei riguardi del rendimento nello stesso senso della diminuzione della velocità del vapore, la quale deve scegliersi, in relazione alla limitazione entro determinati valori per le perdite volumetriche di fuga, relativamente tanto più piccola quanto più alta è la pressione nel corrispondente elemento della turbina. In tale riguardo sarebbe errato attenersi a priori ad un determinato campo per le velocità del vapore. Queste si assumeranno tanto maggiori e quindi il numero degli elementi della turbina risulterà tanto minore quanto maggiore è la potenza della turbina per una determinata pressione iniziale del vapore, ossia quanto maggiore è proporzionalmente la portata del vapore fluente.

Col progressivo innalzamento delle pressioni iniziali del vapore è venuto naturalmente a diminuire in proporzione il volume del vapore da elaborare nel primo elemento della turbina onde, in progresso di tempo, sono venute crescendo le difficoltà di ottenere una sufficiente lunghezza di palettatura colle velocità del vapore finora abituali. Ciò condusse invariabilmente al raccorciamento dell'arco di iniezione per le turbine ad azione. L'iniezione parziale è però palesemente caratterizzata da una cattiva conduzione del mezzo agente, giacché questo a causa della velocità dei rotanti non fluisce completamente da una girante direttamente nella successiva direttrice, bensì in parte viene deviato verso il segmento distributore adiacente, ossia la corrente fluida viene con ciò a percorrere una traiettoria elicoidale sulla superficie cilindrica corrispondente all'arco di iniezione dell'elemento, che si connette palesemente a delle perdite per moti vorticosi e ventilazione, le quali crescono linearmente colla densità e quindi colla pressione del fluido. In ogni caso e specialmente nel caso di iniezione totale verso cui deve pos-

(\*) V. D. I. - 1926, n. 47 - Bd. 70 - 20 novembre.

sibilmente sempre tendersi per poter realizzare elevati rendimenti è adunque opportuna la scelta di una velocità del vapore relativamente bassa.

Alle stesse conclusioni conduce la considerazione dell'influenza della lunghezza della palettatura.

Le perdite volumetriche di fuga dipendono notoriamente dalla differenza di pressione nei singoli elementi e dalla grandezza delle sezioni di fuga e sono palesemente maggiori col processo a reazione che con quello ad azione. Nelle turbine a reazione, per motivi di sicurezza del funzionamento, occorre scegliere sempre l'ampiezza costruttiva dei giuochi, la quale definisce in maniera precipua il valore delle perdite per fuga, come una determinata frazione del diametro del rotante (attualmente da 0,8/1000 ad 1,3/1000), onde ne scaturisce per queste, al fine di evitare eccessive perdite, l'impossibilità dell'impiego di diametri di iniezione proporzionalmente grandi in presenza di pale piuttosto corte. Nel campo delle iperpressioni l'impiego della turbina a reazione è perciò antieconomico, perchè in presenza di elevati surriscaldamenti le forti dilatazioni impongono grandi giuochi costruttivi e quindi le perdite volumetriche lungo il giuoco perimetrale relativamente grande dei tamburi sono così considerevoli che viene a scomparire ogni effetto utile del funzionamento a reazione. La Brown-Boveri Co. ha brevettato un dispositivo per limitare le perdite nei giuochi delle palettature a reazione, che è raffigurato nella fig. 34.

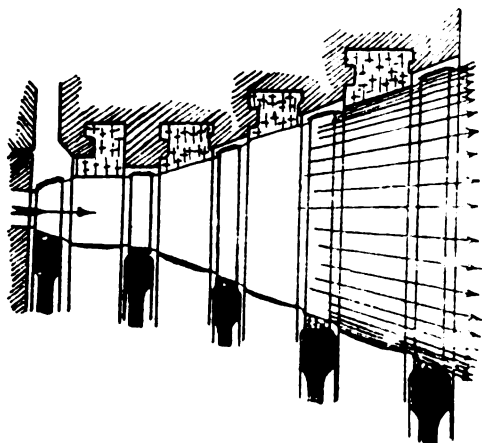


Fig. 34.

Tale dispositivo prevede un incremento appropriato dello scartamento radiale nel passaggio da ciascun sistema di pale al successivo in guisa che il vapore può agevolmente sorpassare un giuoco anche relativamente grande tra la palettatura rotante e quella fissa senza che si abbiano fughe importanti. Si possono in tal guisa realizzare impunemente dei giuochi radiali abbastanza forti e dei giuochi assiali quali intervengono d'abitudine nelle palettature a reazione.

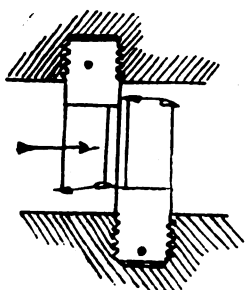


Fig. 35.

La « Parsons Ltd. Co. » ha recentemente introdotto per le sue turbine a reazione le « *end tightened bladings* » che, come è raffigurato in fig. 35, effettuano la tenuta assialmente mentre il giuoco radiale non si fa scendere mai dall'indicata ditta sotto il 1/4 di pollice. Tale dispositivo presenta il vantaggio di realizzare una migliore conduzione della vena fluida, che viene sottratta alle azioni di attrito colle pareti interne dell'a capsula e garantisce una maggiore sicurezza quando però venga effettuata un'accuratissima messa a posto assiale all'atto del montaggio.

Nelle turbine ad azione le perdite volumetriche di fuga potrebbero in un certo senso riguardarsi quasi come costanti ossia indipendenti dal valore del diametro di iniezione, onde per le dette turbine può ritenersi teoricamente indifferente in tale ri-

guardo il realizzare le sezioni necessarie di deflusso con diametri relativamente piccoli e forti lunghezze di palettatura ovvero con grandi diametri e limitata lunghezza delle palettature. In effetti però, e principalmente nei riguardi dell'esecuzione costruttiva è entro certi limiti sempre da preferirsi la prima soluzione che è praticamente caratterizzata da un più elevato rendimento. Infatti sul rendimento singolo dell'elemento di turbina, oltre al valore della velocità di deflusso, influisce in maniera sensibile anche l'altezza radiale del distributore e la lunghezza della palettatura rotante, nel senso che, al diminuire di queste, il coefficiente di rendimento peggiora rapidamente e tale peggioramento è in parte da riportarsi al fatto che al diminuire della lunghezza della palettatura cresce fortemente il rapporto  $\frac{\text{perimetro}}{\text{area}}$  della sezione di deflusso e quindi le perdite

di attrito dei condotti della palettatura fissa e di quella girante. Però, se si calcola il lavoro di attrito parietale secondo tale consuetudinario ordine di idee si appalesa che esso solo allora può portarsi a corrispondere al peggioramento misurato del coefficiente di rendimento, qualora si assumano pel coefficiente di resistenza dei valori notevolmente superiori di quelli deducibili in base ai valori sperimentali scaturenti da misure su condotti di sezione ordinaria.

Si deve perciò concludere che il moto del vapore nei condotti a sezione variabile delle turbine a vapore, allorchè questi diventano molto angusti, si connette altresì a speciali perdite additive, la cui causa è molto probabilmente da individuarsi nel fatto che le vene di orlo, che fluendo contigue alle pareti sono, naturalmente, delle correnti alterate, si ostacolano reciprocamente per effetto della loro grande vicinanza, nonchè nell'azione nociva, messa in rilievo suggestivamente dal Prof. Aurel Stodola, che le quantità di vapore aspirate dal giuoco esercitano sulla esigua corrente anulare di vapore.

Numerose esperienze ed osservazioni in proposito confermano il fenomeno nel suo complesso, pur non permettendo di individuare ancora con precisione quale sia la maggiore causa determinante. Il Prof. Stodola ha tracciato all'uopo una curva che mette in rilievo il peggioramento del coefficiente di rendimento e dei coefficienti di riduzione delle velocità al decrescere della lunghezza della palettatura. Tale diagramma palesa però dei valori ancora leggermente in eccesso rispetto ai valori occorrenti nella realtà per gli indicati coefficienti onde il Prof. Kraft propone di valersi per il confronto nei riguardi del rendimento di turbine multiple di costruzione simile e portanti giranti di uguale diametro, ma che elaborano differenti portate di vapore e che quindi hanno diverse lunghezze per le palettature, dell'equazione seguente:

$$\eta = \eta_{\infty} \left(1 - \frac{c}{l}\right) \quad (1)$$

ove denotasi con:

$\eta$  = coefficiente di rendimento medio della palettatura di lunghezza media finita  $l$ ;

$\eta_{\infty}$  = coefficiente di rendimento medio della palettatura di lunghezza infinita;

$C$  = una costante.

La (1) è l'equazione di un'iperbole in un sistema di assi coordinati  $\eta/l$ , che si avvicina molto bene alla curva che scaturisce dalla raccolta di molte osservazioni sperimentali eseguite all'uopo e può riuscire perciò di indiscussa utilità nella progettazione di turbine a vapore simili.

Per una turbina multipla per la quale è comune il diametro medio di iniezione dei diversi elementi e per cui sono fissate le cadute termodinamiche elementari, gli angoli delle pale fisse e giranti nonchè il numero di giri di rotazione, la lunghezza della palettatura è per ogni elemento direttamente proporzionale alla portata volumetrica del vapore nell'elemento ossia al quoziente  $\frac{G}{\gamma} = \frac{\text{portata in peso}}{\text{peso specifico}}$  e, poichè pel vapore surriscaldato il peso specifico è direttamente proporzionale alla pressione media assoluta  $p$  nell'elemento si ha anche, secondo il Kraft:

$$l = K \frac{G}{p} \quad (2)$$

ove  $K$  è un'altra costante. Estendendo la considerazione all'intera turbina e ponendo:

$$p = \sqrt{p_1 p_2} \quad (3)$$

si ha in definitiva:

$$\eta = \eta_{\infty} \left( 1 - \frac{C}{K} \cdot \frac{1}{G} \sqrt{p_i \cdot p_s} \right) \quad (4)$$

Il valore della costante  $\frac{C}{K}$  dipende evidentemente dalle unità di riferimento scelte.

Presumibilmente anche per le turbine a reazione deve sussistere un'analoga dipendenza di  $\eta$  dalla lunghezza delle palettature.

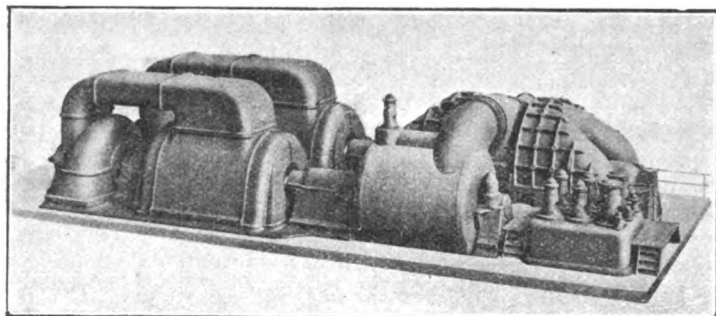


Fig. 35 a — Modello del gruppo turboalternatore da 160.000 kW della Brown Boveri Co., visto dal lato A. P.

L'importanza che la considerazione dell'influenza della lunghezza della palettatura ha nei riguardi del coefficiente di rendimento della porzione ad A. P. delle turbine a vapore è assurda in tutto il suo valore solamente in questi ultimi anni nei quali si è cercato di estendere l'impiego del vapore ad iperpressione alle turbine di piccola ed anche di piccolissima potenza. Infatti nel mentre anteriormente al passaggio al campo delle iperpressioni il limite inferiore della lunghezza della palettatura rotante e dell'altezza radiale dei distributori veniva a scaturire quasi esclusivamente da motivi di esecuzione costruttiva, nelle turbine attuali, dalle quali si richiedono elevati requisiti di economia e che perciò, ad eccezione del primo elemento, adibito alla regolazione e quindi necessariamente ad iniezione parziale, realizzano di preferenza l'iniezione totale anche col funzionamento ad azione, la limitazione della lunghezza della palettatura imposta dalla considerazione del coefficiente di rendimento realizzabile si rispecchia in una limitazione più o meno pronunziata, a seconda del valore della potenza dell'unità, dell'impiego di elevatissime pressioni. Tale stato di fatto chiarisce molto bene il perchè, per una determinata potenza e per un dato vuoto, l'innalzamento della pressione iniziale del vapore oltre un dato limite, non apporta più, praticamente, alcun miglioramento termico nel consumo unitario di vapore, ma, viceversa, implichi un peggioramento tecnico-costruttivo della turbina, e giustifica, ancora sotto un altro riguardo, la tendenza sempre più spiccata verso l'ulteriore accrescimento di potenza per le singole unità negli impianti di generazione di luce e forza motrice.

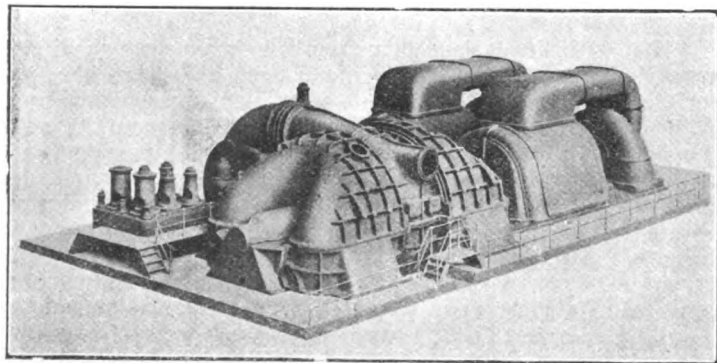


Fig. 36 a — Modello del gruppo turboalternatore da 160.000 kW della Brown Boveri Co., visto dal lato B. P.

La Brown Boveri sta infatti allestendo per la centrale di Hell Gate della « New York Edison Co. » un gruppo della potenza di 160.000 kW, che può riguardarsi attualmente come il più grande del mondo. Tale gruppo costruito per 19,6 kg/cm<sup>2</sup> di pressione assoluta, 325° C, 96,55% di vuoto, 13.800 volt, frequenza di 60 periodi,  $\cos \varphi = 0,85$ , consiste in una porzione ad A. P. accoppiata direttamente ad un elettrogenera-

tore di 75.000 kW a 1800 giri (fig. 35 a) e di una B. P. accoppiata direttamente con elettrogeneratore da 85.000 kW a 1200 giri (fig. 35 b).

Escussa l'influenza delle diverse perdite principali e supplementari per ciascun singolo elemento della turbina resta da esaminare la cosiddetta « perdita di uscita o perdita per velocità residua allo scarico della turbina », che non è altro che l'energia cinetica corrispondente alla velocità assoluta con cui il vapore lascia l'ultima palettatura girante e che va perduta agli effetti dell'utilizzazione.

Tale velocità dà luogo interamente a perdita giacchè l'energia che se ne può recuperare, ad esempio mediante trasformazione della velocità in pressione per diffusione, allorchè non è addirittura trascurabile è per lo meno una frazione relativamente piccolissima di quella totale corrispondente alla velocità assoluta di scarico del vapore.

Nelle turbomotrici di potenza limite ed in particolare nelle turbine ruotanti a 3000 giri le perdite per velocità residua assurgono ad un'importanza considerevole onde il coefficiente di rendimento della turbina a vapore del tipo più comune con l'ultimo elemento non frazionato in parallelo può risultare a volte sensibilmente intaccato, dato che il consumo di vapore per unità di potenza, lungi dal diminuire, viene ad aumentare per esse col crescere della potenza totale. Per vuoti elevati e per velocità di 3000 giri al minuto tale perdita finisce col raggiungere valori così elevati che diviene impossibile spingere ulteriormente la potenza per unità delle indicate turbine e ciò persino nei tipi nei quali si effettua lo sdoppiamento in parallelo degli ultimi elementi.

La teoria lascia dedurre delle relazioni ben note tra la potenza o la quantità di vapore, il vuoto percentuale e le perdite per velocità residua in funzione precisamente delle dimensioni dell'ultimo elemento della turbina. A tale proposito non credo inutile ricordare che esiste una differenza essenziale tra le turbine ad azione e quelle a reazione dal punto di vista del deflusso del vapore nella palettatura mobile dell'ultimo elemento della turbina.

Nelle turbine ad azione l'angolo sotto cui la vena fluida lascia i condotti giranti coincide, a regime normale, all'incirca con quello costruttivo assegnato alla palettatura, che dovrebbe perciò poter variare al variare del grado del vuoto e della portata di vapore. In quelle a reazione, viceversa, il getto di vapore viene in effetti ad essere deviato ugualmente e cioè in maniera analoga a quanto avviene, notoriamente, nella porzione degli ugelli distributori tagliati inclinati allorchè la caduta di pressione sorpassa in essi il valore critico. Continuando a crescere il vuoto, l'angolo della palettatura girante alla uscita, a partire da un certo valore in poi, non deve per le turbine a reazione subire le stesse variazioni che affetta il getto di vapore anzi finisce per rimanere quasi costante. L'aumento della differenza di quantità di calore totale proveniente dalla diminuzione della contropressione produce allora semplicemente una maggiore deviazione del getto di vapore nella sezione obliqua del condotto girante del pari che un aumento della velocità relativa. Aumentando il salto di pressione tra la sezione  $S_{min}$  e quella  $S_u$  (fig. 36) diminuisce necessariamente la pressione totale eserci-

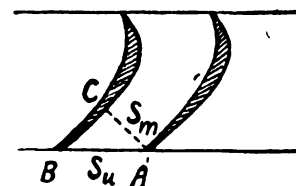


Fig. 36.

tata sul dorso della pala da C in B e ne consegue un aumento della potenza fornita dal vapore. Se ciò nonostante la contropressione ha raggiunto un certo valore minimo, la velocità relativa, come ha esaurientemente mostrato il Prof. Zerkowitz, non può più aumentare nella porzione inclinata A B C del condotto ed a partire da tale istante l'espansione del vapore non può proseguirsi che all'esterno del condotto sicchè il consumo di vapore rimane ulteriormente costante. Come si è già innanzi enunciato un aumento della potenza o del vuoto percentuale al di là di un certo limite non è affatto economico. In ciascun caso particolare esiste perciò un grado di vuoto che potrebbe definirsi « il vuoto più economico » perchè ad esso corrispondono i rapporti più favorevoli nei riguardi del rendimento e quindi una data turbina può, secondo le circostanze, realizzare il suo



rendimento economico più favorevole in corrispondenza ad un valore della potenza inferiore a quella di regime. La cosiddetta « *potenza economica* » è infatti in molte turbine a vuoti elevati e forti perdite per velocità residua la potenza al carico tre quarti.

La perdita per velocità residua può esprimersi in definitiva con una relazione della forma:

$$\epsilon_s = \left( \frac{c_s}{91,5} \right)^2 = 0,00033 \frac{G_{\text{rec}}^2 \cdot v_s^2}{D^4} \quad (5)$$

la quale mostra che essa varia direttamente colla seconda potenza del volume specifico del vapore allo scarico della turbina ed in ragion inversa della quarta potenza del diametro  $D$ , sicchè nelle unità di grande potenza e vuoti elevatissimi al diametro dell'ultimo elemento della turbina deve darsi un valore considerevole se vuole contenersi entro certi limiti la perdita allo scarico.

Ad esempio per una turbina a 3000 giri da 12.000 kW in media, consumante 16 kg di vapore al secondo con una  $p_i = 15$  atm. ed una  $t_s = 350^\circ$  C ed un vuoto del 95 %, la perdita per velocità residua allo scarico ammonta ad 11,8 cal. per un diametro medio dell'ultimo elemento di 1500 mm. Dando a questo un diametro  $D_m = 1600$  mm la perdita si riduce già a 9,1 cal. ossia si ha un miglioramento nel consumo di vapore di circa l'1,1 %, mentre se il vuoto passasse al 91 % la perdita con  $D_m = 1500$  mm diventa 4,8 cal.

La grandezza del diametro dell'ultimo elemento trova però un limite nella velocità periferica che ne viene a scaturire e che a seconda del grado di accuratezza della costruzione e della bontà del materiale non può sorpassare determinati valori. Collo sdoppiamento in parallelo, a parità di diametro, la perdita per velocità residua si riduce palesemente ad  $1/4$  però si viene ad aumentare la lunghezza della turbina ed a complicare la conduzione del vapore allo scarico. Relativamente a tale ordine di idee non è superfluo insistere sul fatto già escusso antecedentemente che la caduta di pressione lungo la porzione della capsula allo scarico e nel condotto di scarico che collega la turbina al condensatore, può variare entro ampi limiti dipendentemente dal modo come tale conduzione viene effettuata e la causa non dipende esclusivamente nel valore piuttosto ingente della velocità del vapore allo scarico, che è peculiare del funzionamento con vuoti elevati, bensì piuttosto nella natura del moto (se cioè questo avviene per falde parallele o se vorticosamente).

Ed è appunto a tale considerazione da riportare il fatto che una turbina grande, con velocità elevata del vapore nella briglia di scarico dovuta ad una velocità residua piuttosto forte a valle dell'ultimo elemento, può risultare meno nociva di una piccola turbina per cui la velocità del vapore allo scarico dell'ultima girante è piuttosto debole, ma per la quale la velocità necessaria al deflusso nella briglia debba essere ingenerata esclusivamente in quest'ultima.

Rimane ora da considerare quale dei due tipi di funzionamento caratteristici delle turbine a vapore, quello ad azione o quello a reazione si presenti come il più opportuno nelle diverse porzioni della turbina agli effetti del miglioramento di rendimento di questa.

E' da tempo noto che ciascuno dei due processi ha un campo di pressione nel quale si dimostra particolarmente idoneo ossia in cui presenta un'indiscussa superiorità sull'altro e ciò in relazione alla propria caratteristica funzionalità. Il rendimento termodinamico della palettatura a reazione è, nel campo delle pressioni medie, notoriamente alquanto superiore, per uguali rapporti, di quello della palettatura ad azione giacchè dal punto di vista del calcolo, col processo a reazione intervengono minori perdite di deflusso. Le perdite supplementari di fuga sono, viceversa, molto maggiori nel caso del funzionamento a reazione ed anche più nocive, giacchè mentre nelle turbine ad azione queste possono riguardarsi come delle semplici perdite di quantità o di portata, dato che la corrente nella palettatura non viene a subire in condizioni normali notevoli alterazioni per effetto di tale perdita, nelle turbine a reazione tale perdita implica altresì una diminuzione di rendimento termodinamico per il fatto che le cosiddette correnti di orlo fluenti dai giuochi lungo le pareti della capsula e dei tamburi agiscono nocivamente sulle falde contigue della corrente utile di vapore, generando moti vorticosi e perdite per contrazione ed eliminando così per lo meno in parte la funzione utile separatrice dei bandaggi delle palettature. In ispecie nella porzione ad A. P. e particolarmente nel campo delle pressioni iniziali or-

mai di uso comune (oltre le 20 atm.) tale fenomeno renderebbe indispensabile una riduzione notevole dei giuochi radiali e ciò vale anche per i giuochi assiali adottati dal Parsons, cui però si oppongono palesi motivi costruttivi.

D'altra parte il miglioramento di rendimento scaturente da una riduzione del giuoco assiale fino al limite estremo imposto dalla sicurezza del funzionamento è piuttosto piccolo e non conviene mai esagerare in tale senso. L'impiego del processo a reazione nel campo delle alte pressioni deve perciò limitarsi esclusivamente a quei casi in cui si ha a che fare coll'elaborazione di ingenti portate di vapore, per le quali le lunghezze iniziali delle palettature risultino sufficientemente grandi. Nel campo delle B. P. e specialmente negli ultimi elementi verso lo scarico delle turbine a condensazione il processo a reazione presenta dei vantaggi indiscussi sul funzionamento ad azione, dato che in tale campo le perdite di fuga e le spinte assiali sono estremamente piccole. La leggera spinta assiale esercita anzi negli ultimi elementi un'azione benefica nel senso di un alleggerimento di sollecitazione per la porzione assottigliata del profilo della pala verso l'uscita, ciò che ha la sua importanza nei tipi limitati. E' anzi entrato nella pratica di far lavorare frequentemente anche nelle turbine ad azione l'ultimo elemento a reazione ovvero soltanto con leggero grado di reazione (dal 5 al 15 per cento).

Si è già accennato innanzi allo svantaggio per le turbine ad azione dell'iniezione parziale per le azioni nocive che ne scaturiscono in ispecie pel fenomeno dell'aspirazione di vapore morto nella palettatura girante. Tale fenomeno si combatte nelle costruzioni attuali più o meno efficacemente mediante appositi dispositivi di defilamento della porzione non iniettata delle giranti, come mostra la fig. 37 che rappresenta il dispositivo peculiare della ditta A. E. G. di Berlino.

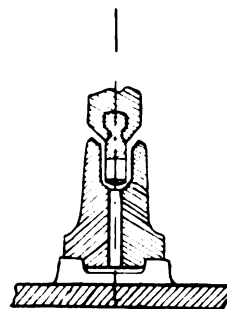


Fig. 37.

Dall'esame della funzionalità caratteristica dei due processi di funzionamento si può perciò trarre la conclusione che, in linea di massima, il funzionamento ad azione meglio si confaccia per la porzione ad A. P. della turbina e per l'elaborazione di portate di vapore comunque grandi, viceversa quello a reazione convenga limitarlo di norma solo alla M. P. ed alla B. P. della turbina e solo nel caso di potenze molto elevate e pressioni non molto spinte, estenderlo all'intera turbina.

La considerazione complessiva delle diverse perdite della turbina a vapore conduce, nei riguardi del miglioramento intrinseco di questa, indipendentemente se trattasi di funzionamento ad azione od a reazione, senz'altro al criterio della molteplicità spinta ossia alla turbomotrice con moderate velocità pel vapore ed ingente numero di elementi, ripartiti in più capsule, e ciò indipendentemente dal valore della potenza dell'unità. Naturalmente altre considerazioni di carattere economico-industriale e principalmente quelle del costo di esecuzione, impongono a seconda dei casi una limitazione entro certi limiti pel numero di elementi della turbina. La fig. 38 rappresenta ad esempio una turbina mista Brown-Boveri da 2000 kW a 3600 giri, in cui per ridurre la lunghezza della turbina è sistemato in testa un elemento ad azione a due gradini di velocità, studiato però in guisa da realizzare un rendimento di palettatura molto elevato (fig. 38 bis, curva 2) rispetto alle antiche costruzioni (curva 1). Anche il Parsons in qualche sua turbina recente adotta simile sistema misto.

L'innalzamento entro certi limiti del numero di giri di rotazione sembra agire nello stesso senso della diminuzione per la velocità del vapore ed a tale considerazione è da riportarsi forse la direttiva, seguita da diversi costruttori negli anni 1923-24, verso la costruzione, specialmente per le piccole unità e per le turbine di studio ad iperpressione (80 ÷ 100 atm.) di unità ruotanti ad elevatissimo numero di giri (7 ÷ 8000 e più) e perciò ad ingranaggi riduttori, che avrebbero dovuto con-

durre ad un miglioramento di rendimento e ad una riduzione del costo.

In sostanza la turbina ad ingranaggi riduttori rappresenta un ritorno indietro verso la originaria turbina de Laval, nè dalla riduzione troppo spinta del diametro dei rotanti si può concludere senz'altro che la conduzione della vena fluida nell'elemento di turbina risulti migliorata o semplicemente inalterata, anzi, poichè tali turbine vengono a lavorare con velocità periferiche che superano i valori già molto alti delle turbine limiti a 3000

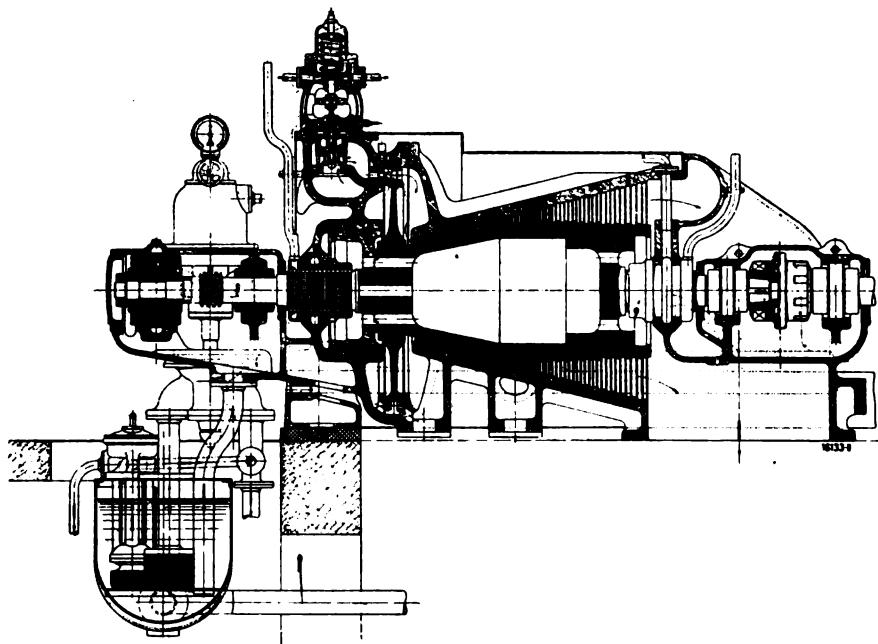


Fig. 38.

giri e diametri relativamente grandi (ad esempio una girante con  $\Phi = 700$  mm ed  $n = 7000$  giri ha una  $u = 256,4$  m/s mentre una girante con  $\Phi = 1600$  mm e 3000 giri ha una  $u = 251,2$  m/s) la corrispondente riduzione a piacere del peso attivo del materiale della motrice non è naturalmente possibile senza una certa alterazione dell'effetto utile della turbina. E poi da notare che la corrente fluida lungo le palettature delle turbine a vapore è esposta ad un'azione secondaria, finora poco od affatto messa in luce, dovuta alla forza centrifuga la quale fa sì che in ogni turbina a vapore sussista sempre fino ad un certo grado una vera e propria azione di compressione centrifuga e tale fenomeno, che ha una certa analogia con quanto verificasi in elettrotecnica, ove le forze elettromotrici subiscono una certa alterazione per effetto della selfinduzione, in tanto è nocivo in quanto l'azione di compressione ingenerata agisce in senso contrario all'espansione del vapore.

La forza centrifuga cresce col quadrato della velocità periferica e quindi l'azione di compressione cresce per lo meno col quadrato del numero di giri anzi, in presenza di diametri proporzionalmente troppo grandi rispetto al numero di giri, con una potenza anche maggiore della seconda.

Nelle turbine sotto i 3000 giri tale azione nociva risulta praticamente molto piccola, viceversa, aumentando molto il numero di giri si viene ad accrescere fortemente tale azione nociva di compressione ed al limite si potrebbe giungere al caso in cui l'azione utile dell'espansione venisse addirittura ad essere sopraffatta da quella di compressione onde un tale elemento puramente immaginario di turbina verrebbe ad agire ne più e ne meno di una valvola di strozzamento sulla caldaia.

Inoltre nelle turbine oltre i 6000 giri palesemente devono risultare maggiori le perdite fluidodinamiche del vapore agente.

Il rapporto  $\frac{u}{c}$  tra la velocità periferica e quella assoluta del vapore nell'elemento, che in base alla teoria elementare delle turbine a vapore ha rappresentato finora una misura pel coefficiente di rendimento di queste, si presenta, allo stato attuale più progredito delle nostre conoscenze in questo campo, come affatto inidoneo a costituire un fattore di riferimento per giudicare della bontà di una turbina a vapore, giacchè tale rapporto tiene troppo poco conto del reale carattere della corrente fluida lungo il singolo elemento della turbina a vapore. In base alla sua considerazione, infatti, la turbina monoruota de Laval dovrebbe, corrispondentemente al valore  $\frac{u}{c}$  che gli compete,

mostrare un grado di bontà val quanto dire un coefficiente di rendimento termodinamico molto più elevato che esso non abbia in realtà ed a tale circostanza è da riportarsi esclusivamente l'illusione antiescussa sui vantaggi economici delle turbine ad elevatissimo numero di giri. Il paragone di due elementi di turbina con eguale rapporto  $\frac{u}{c}$  ruotanti l'uno sui 3000

giri e l'altro oltre i 6000 giri al minuto, sulla base di un uguale coefficiente di rendimento sarebbe perciò assolutamente falso. Il diagramma in fig. 39 che si riferisce ad esperienze della « Erste Brunner M. F. G. » palesa infatti come cresce la perdita percentuale rispetto ad una turbina di 3000 giri al crescere del numero di giri da 5500 ad 8000 giri al minuto.

La perdita dovuta al fenomeno di compressione per effetto della forza centrifuga diventa inoltre tanto più notevole quanto più elevata è la pressione iniziale della turbina. Oltre le 18 atm. infatti viene ad esercitarsi anche un'azione addittiva relativa alla accresciuta densità del vapore.

Dalle considerazioni esposte si lascia perciò trarre la conclusione che le turbine oltre i 6000 giri non costituiscono un mezzo conveniente per l'elaborazione del vapore ad iperpressione e che in ogni caso nella valutazione del loro coefficiente di rendimento si rende indispensabile l'introduzione di un coefficiente sperimentale di minorazione rispetto ai valori che si lascerebbero dedurre semplicemente in base alla teoria elementare.

Per il paragone di turbine multiple di uguale numero di giri o poco diverso è ora in uso il riferimento alla cosiddetta « cifra di qualità » o « numero caratteristico del Parsons »:  $X = \frac{zu^2}{\lambda_a} = \frac{\Sigma u^2}{\lambda_a}$ .

Al crescere di  $X$  e quindi del  $\Sigma u^2$  della turbina fino ad un certo limite, aumenta il coefficiente di rendimento, come palesa esaurientemente il diagramma in fig. 40 che illustra i miglioramenti conseguiti negli ultimi anni per le palettature a reazione della ditta Brown Boveri (le curve 3 e 4 si riferiscono alle palettature attuali secondo le indicazioni della ditta e secondo determinazioni del Prof. Stodola, quella 2 ai valori del Martin e la 1 alle antiche costruzioni) ed il valore di acquisto, cosicchè nel giudicare del costo della turbina è opportuno computare quante unità del  $\Sigma u^2$  si ottengono per un dato ammontare base. Sarebbe falso viceversa dare un significato in tale riguardo al peso della turbina cosa che pur-

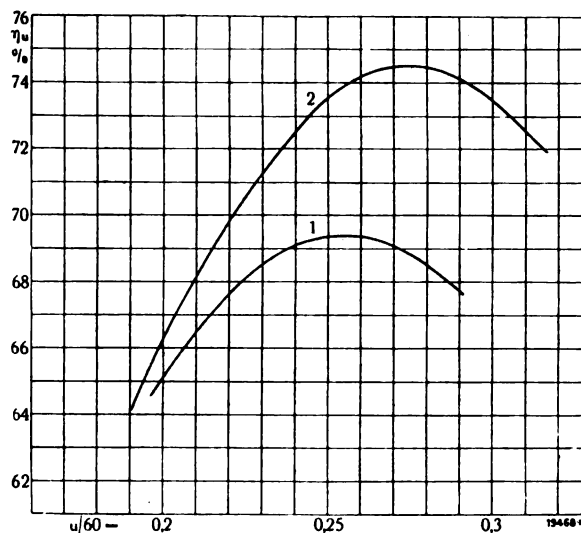


Fig. 38 bis.

troppo talvolta si pratica giacchè il cosiddetto *materiale morto* della macchina, quale piastra di fondazione, supporti, incastellature, ecc., non esercita evidentemente alcuna influenza sul rendimento e quindi giudicare dal cosiddetto « prezzo unitario » dedotto in base al peso complessivo della turbina, il grado di bontà della turbina può condurre a delle conclusioni errate.

Compito del costruttore è naturalmente quello di limitare quanto maggiormente è possibile il materiale non attivo della turbina e questa è precisamente una delle tendenze attuali più spinte. La rinomata turbina « tipo Brünn » non porta infatti una piastra di fondazione vera e propria, bensì soltanto delle

piastre di direzione per adattarsi alla grata metallica a cornice della fondazione in cemento e permettere alle singole piastre di dilatarsi liberamente.

Di due turbine di ugual numero di giri e di uguale  $\Sigma u^2$  è in linea generale migliore quella per cui le velocità del vapore nelle palettature sono minori.

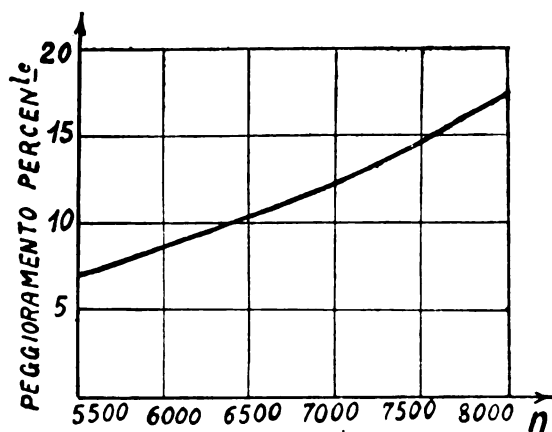


Fig. 39.

Più razionale in tale riguardo sarebbe il riferimento alla « cifra specifica di velocità periferica » antinominata che oscilla in media pei diversi tipi di turbine a vapore secondo i valori della tabella seguente:

TABELLA I.

			$u_s$
TURBOMOTRICI (Turbine a vapore)	lenticissime (Turbine assiali ad azione Curtis con 2 ÷ 4 gradini di velocità)	monoruote	0.06 ÷ 0.15
		pluriruote	0.15 ÷ 0.25
	lente (Turbine assiali ad azioni semplici (tipi De Laval, ecc.))		0.15 ÷ 0.35
	ordinarie	poco frazionati (tipi Zoelly, ecc.)	0.35 ÷ 0.44
		a soli salti di pressione	
		normalmente frazionati (tipi Rateau, Baumann, ecc.)	0.4 ÷ 0.5
		a salti di pressione e gradini di velocità (tipi A. E. G. M. A. N., ecc.)	0.35 ÷ 0.45
	(Turbine assiali ad azione multiple)	(Turbine assiali a reazione multiple - tipi Parsons, Westinghouse e derivati)	0.5 ÷ 0.75
		Turbine miste ad azione e reazione, assiali, tipi Brown-Boveri, Parsons, Brunner, Sulzer, ecc.)	
	veloci (Turbine assiali ad azione multipla con salti di pressione molto frazionati (tipi G. E. C., ecc.) e turbine recenti ad iperpressione (tipi Brown-Boveri, G. E. C., ecc.))		0.5 ÷ 0.62
	velocissime (Turbine radiali - tipo Ljungström)		$u_{sc} = 0.62 \div 0.88$ $u_{st} = 0.06 \div 0.09$

La curva del rendimento delle turbine multiple affetta notoriamente in vicinanza al suo vertice un andamento molto più appiattito che non avvenga per le turbine semplici; inoltre  $\eta$  diminuisce per esse, dopo raggiunto il valore massimo, molto più rapidamente che non vada aumentando prima di raggiungere tale massimo, onde nella zona che precede il massimo  $\eta$  ad aumenti considerevoli della cifra specifica della velocità pe-

riferica corrisponde solo un lievissimo miglioramento del rendimento. E poichè, per dati diametri dei rotanti, un aumento dell'indicata cifra significa aumento del numero  $z$  degli elementi della turbina e, viceversa, per un dato numero di elementi della turbina, ogni aumento della  $u_s$  importa un ingrandimento dei diametri dei rotanti, ossia in ogni caso un accrescimento della  $u_s$  implica invariabilmente un aumento di costo della turbina, è conveniente proporzionare le turbine a vapore multiple sempre per una « cifra specifica della velocità periferica » leggermente minore di quella che corrisponde all' $\eta$  massimo.

Tale cifra però intanto costituisce un parametro di misura per il coefficiente di rendimento delle turbine a vapore qualora tutti gli altri rapporti ed in particolare i valori delle velocità pel vapore nella turbina siano scelti opportunamente in base ai criteri che scaturiscono dalle considerazioni antiesposte.

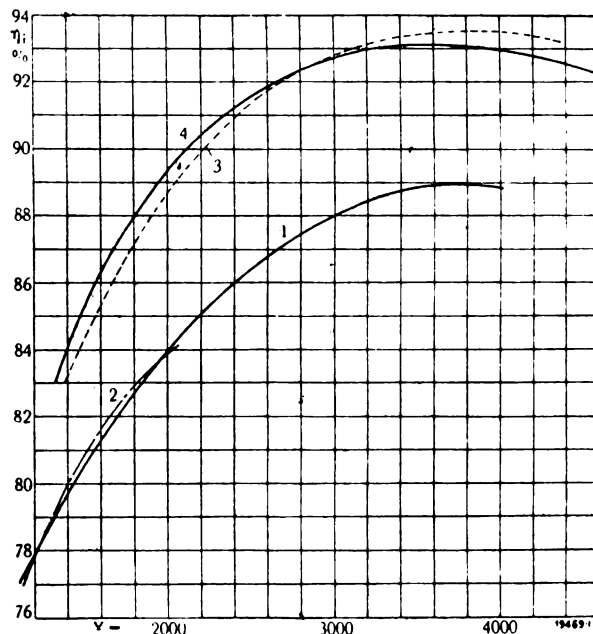


Fig. 40.

Nel 1925 si era determinata la tendenza ad accrescere esageratamente il valore della  $u_s$  persino nelle turbine a pressione elevata e di potenza relativamente piccola ossia elaboranti proporzionalmente forti cadute termodinamiche. Per queste un forte aumento della  $u_s$  mediante ingrandimento dei diametri peggiora addirittura il rendimento a causa della connessa riduzione nella lunghezza delle pale con il conseguente aumento delle perdite principali e di quelle volumetriche di fuga, mentre un aumento di  $u_s$  per effetto dell'accrescimento del numero degli elementi della turbina conduce ad un'eccessiva lunghezza per la turbomacchina, all'aumento delle perdite supplementari di questa e conduce, a parte l'inerente non trascurabile aumento del costo della costruzione, del pari ad un peggioramento del rendimento.

#### Esame comparativo delle diverse classi di turbine a vapore nei riguardi dell'economia industriale e conclusioni.

Benchè vi sarebbero ancora da sfiorare, in questa breve esposizione critica riassuntiva sulle turbine a vapore attuali, una serie di problemi importantissimi, che si connettono alla loro costruzione, regolazione e progettazione nonché alle peculiarità caratteristiche delle diverse classi di queste, che solo recentemente sono venute sviluppandosi (turbine a prelevamenti e contropressione, a duplice pressione di introduzione, a vapore di scarico, ad accumulatore, ecc.), i limiti propostimi di spazio e di tempo mi costringono a volgere rapidamente alla fine, riservando ad un'eventuale successiva comunicazione l'esame degli indicati problemi, indubbiamente di maggiore interesse per il costruttore e per lo specialista del ramo che non per l'ingegnere elettricista.

Nelle macchine a condensazione il calore complessivo di generazione del vapore, presente allo scarico alla pressione del condensatore, viene ceduto all'acqua refrigerante e va perduto con questo. Per quanto dunque si possa aumentare il rendimento termodinamico della turbina a condensazione il rendimento termico del ciclo rimane sempre estremamente esiguo e nulla viene fondamentalmente mutato colla adozione dei due

processi di preriscaldamento dell'acqua di alimentazione con vapore di spillamento e del surriscaldamento intermedio, che complessivamente non apportano che pochi centesimi di miglioria nel rendimento termico del ciclo. La macchina a vapore a condensazione, quale che sia (motrice alternativa o turbina) rimane perciò sempre una generatrice di forza piuttosto antieconomica.

Tali rapporti si alterano, viceversa, fondamentalmente se oltre all'energia meccanica occorre della energia termica e se a tale fabbisogno si può soddisfare con il calore di evaporazione e riscaldamento contenuto nel vapore di scarico delle motrici adibite alla generazione di energia elettrica ossia coll'adozione di motrici a contropressione. In tal caso coll'utilizzazione completa dell'energia termica del vapore di scarico si riesce a conseguire tale economia che anche i piccoli impianti a vapore possono lottare convenientemente con gli impianti idrici. Se però sussiste un maggiore fabbisogno di vapore di riscaldamento e si lavora con vapore fresco addizionale, ovvero se è richiesta una potenza maggiore di quella che il vapore può fornire sotto il dato salto, ossia se al posto della turbina a contropressione interviene quella a prelevamento intermedio di vapore, diminuisce l'economia industriale dell'impianto, specialmente se tali rapporti variano fortemente ai diversi carichi.

In ogni caso le turbine a contropressione e quelle a prelevamento di vapore in uno o più punti intermedi o quelle miste a contropressione e prelevamento costituiscono le vere *turbine industriali* del futuro in contrapposto alle grandi turbine a condensazione riservate alle centrali di forza, perchè esse, coll'accoppiamento della generazione di energia meccanica e dell'utilizzazione dell'energia termica residua, costituiscono il mezzo più efficace verso l'ulteriore aumento dell'economia industriale degli impianti a vapore ossia verso l'accrescimento del loro rendimento termico, sempre quando sia ottenuta però una perfetta disposizione di regolazione e dal punto di vista tecnico e da quello termodinamico, il che spesso volte si presenta un poco complicato.

L'accoppiamento di queste due forme di produzione di energia ha già tracciate due direzioni principali, che si sono recentemente appena incominciate a seguire ed esse sono:

a) il caso in cui l'energia elettrica da generare deve riguardarsi come un superfluo dell'esercizio ossia allorchè la fornitura e copertura del fabbisogno di corrente può variare liberamente nei diversi periodi dell'anno, perchè il superfluo in corrente dell'esercizio è dato alla centrale mentre tutto ciò della potenza prodotta, che può servire all'impianto, è da questo assorbito. Ciò presuppone l'impiego di molte piccole turbine a contropressione da parte dei singoli esercizi e viceversa una rete di condutture elettriche verso una centrale comune di raccolta dell'energia elettrica prodotta in più impianti industriali;

b) il caso in cui il vapore da utilizzare per scopi industriali costituisce viceversa il superfluo dell'esercizio e cioè allorchè la grande centrale produce una porzione dell'energia necessaria in turbine a contropressione od a prelevamenti, invece che a pura condensazione ed è quindi al caso di fornire ai suoi clienti a fianco dell'energia elettrica anche del vapore industriale a diverse pressioni. In tal caso si hanno una o più, ma in generale poche e grandi unità ed una rete allungata di tubazioni di riscaldamento.

Il primo sistema ha trovato maggior impiego del secondo che presuppone l'adozione di costose e lunghe tubazioni.

La turbina a contropressione e le derivate, che permettono di realizzare elevati rendimenti anche per le medie potenze e che sono quelle che hanno anche subito e che continueranno a subire i più grandi miglioramenti coll'adozione del vapore ad iperpressione e di alte temperature di surriscaldamento sembrano destinate perciò a regnare sovrane nel futuro per l'economia degli impianti a vapore che esse importano. Si può perciò prevedere la costituzione, in ogni centro industriale, di un agglomeramento di più esercizi industriali intorno alla centrale di generazione di luce e forza motrice, che finirà col divenire in un futuro più o meno prossimo, una pura e semplice stazione di raccolta di energia elettrica o di smistamento di energia elettrica e termica.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## SUL SELEZIONAMENTO TERMICO DEGLI ISOLATORI

L. SELMO

### 1. - Isolatori sulla linea rossa Piedimonte-Napoli.

Negli anni 1921-1922 la Società Meridionale di Elettricità dovette procedere alla modifica di una linea da 30 kV a 60 kV allo scopo di poter portare a Napoli l'energia della centrale Matese e volle tentare l'esperimento di armare una delle terne di detta linea con isolatori smontati, perchè deficienti, dalla linea Pescara a 88 kV, dopo averli selezionati con una prova termica.

Gli isolatori rigidi in tre pezzi, provenienti dalla linea Pescara e deficienti soprattutto alla perforazione, erano di due qualità differenti.

Per fissare le modalità della prova termica, 50 isolatori di ciascuna qualità sono stati assoggettati ciascuno a 10 cicli termici con riscaldamento a circa 100° in bagno d'olio e successivo brusco raffreddamento mediante immersione in vasca con acqua corrente. Nel diagramma I è consegnato graficamente il risultato dell'esperienza.

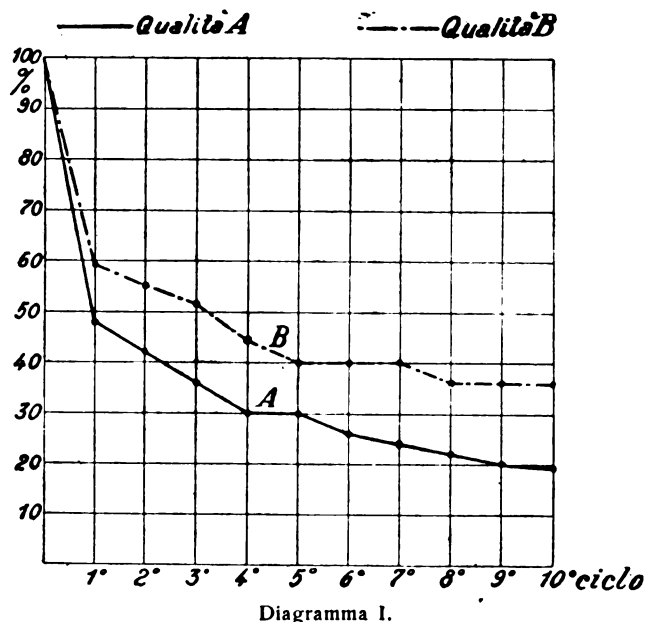


Diagramma I.

Per dieci isolatori risultati buoni dopo i primi dieci cicli si sono continuate le alternazioni di temperatura fino al 40° ciclo e il risultato della prova è consegnato nel diagramma II.

In base a questi risultati si è concluso che era sufficiente adottare per la selezione un solo ciclo termico con un salto di temperatura di circa 80°, in quanto che degli isolatori che resistevano a tale primo ciclo termico, solo una ristretta percentuale soccombeva ai salti successivi.

E poichè tra le due qualità di isolatori non vi era differenza apprezzabile di risultati si decise che tutti gli isolatori venissero immersi in un bagno di acqua alla temperatura di 100° per 20 minuti primi e fossero immediatamente dopo passati in altra vasca con acqua corrente a 20° dove rimanevano pure 20 minuti primi.

Il numero di isolatori che superarono la prova risultò pari al 42,4% del totale degli isolatori provati e precisamente per montare sulla linea rossa Piedimonte-Napoli i 1584 isolatori occorrenti, fu necessario sottoporre alla prova di selezionamento 3735 isolatori.

Gli isolatori così selezionati, montati in linea, hanno dato nel pratico esercizio ottimi risultati sotto tutti i punti di vista.

### 2. - Isolatori sulla linea rossa Napoli-Torre Annunziata.

Nell'anno 1924 la Società Meridionale di Elettricità dovette eseguire la modifica della linea Napoli-Torre Annunziata da 30 kV a 60 kV ed anche per questa linea, come per la linea Piedimonte-Napoli, si pensò di armare una delle terne con isolatori selezionati risultanti dallo smontaggio dalla linea Pescara.

Dato però che con il salto di 80° il numero degli isolatori che soccombevano era molto forte e attesi gli ottimi risultati che gli isolatori selezionati, di cui si è detto precedentemente, avevano dato in esercizio, si volle diminuire di 20° il salto di temperatura allo scopo di avere un minore scarto, ritenendo che gli isolatori resistenti a tale meno rigorosa prova avrebbero ugualmente dimostrato buone qualità.

Il numero degli isolatori che risultarono buoni alla prova fu del 62 % del totale degli isolatori sottoposti al selezionamento. Per armare la terna si dovettero selezionare 1225 isolatori, ottenendo così i 750 isolatori occorrenti.

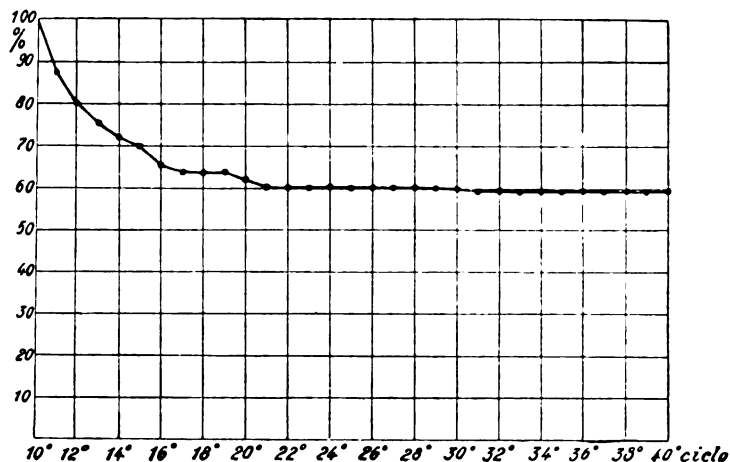


Diagramma II.

Questi isolatori nel pratico esercizio in linea hanno dato pessimo risultato (perforazione), tanto da consigliare il cambio di essi. E allo scopo di continuare l'esperimento si volle eseguire il ricambio con altri isolatori dello stesso tipo ma selezionati con un salto di 80°.

Si sottoposero quindi a tale prova termica:

1446 isolatori provenienti dalla linea Pescara ricavandone di buoni 490 (33 %)

471 isolatori provenienti dallo smontaggio della linea rossa Napoli-Torre Annunziata (e che perciò a suo tempo avevano già superato un ciclo termico di 60°) ricavandone di buoni 155 (33 %)

Con l'aggiunta di un centinaio di isolatori di altro tipo fu così armata la linea, che rispose, dopo il cambio, a tutti i requisiti di un buon esercizio.

### 3. - Isolatori per linee a 30 kV.

Sulle linee a 30 kV. della Società Meridionale di Elettricità gli isolatori prevalentemente adoperati erano di due tipi: il primo di costruzione e fornitura di data più vecchia rispondeva meglio nell'esercizio del secondo di costruzione e fornitura più recenti, di tal maniera che il primo tipo è tuttora in linea, mentre il secondo tipo è stato smontato e abbandonato per i numerosi incidenti (archi superficiali) di cui era causa. Gli isolatori, sia dell'uno che dell'altro tipo, sono rigidi in due pezzi.

A titolo di esperimento si volle procedere a una prova di selezionamento di questi tipi di isolatori, immergendoli in acqua a 95° per 15 minuti primi e poi portandoli rapidamente in acqua fredda a 15° e lasciandoveli per 15 minuti primi.

I risultati delle prove furono:

I. - Isolatori del secondo tipo, di fornitura recente, smontati dalla linea:

superano il 1° ciclo il 79% del totale di 760 isolatori provati  
superano il 2° ciclo il 70 % del totale di 760 isolatori provati

II. - Isolatori del secondo tipo, di fornitura recente, provenienti dai magazzini:

superano il 1° ciclo il 95 % del totale di 330 isolatori provati  
superano il 2° ciclo il 95 % del totale di 330 isolatori provati

III. - Isolatori del primo tipo, di fornitura vecchia, sia provenienti dalla linea che dai magazzini:

nessuno supera la prova di 1° ciclo; molti si spaccano alla immersione in acqua calda.

Gli isolatori del secondo tipo, selezionati, non sono stati rimessi in servizio e quindi non si hanno dati sul modo come si sarebbero comportati dopo il selezionamento nel pratico esercizio di linea.

\*

Le prove e gli esperimenti eseguiti inducono a dire:

a) Il selezionamento termico non può costituire una prova di classe per il giudizio sulla bontà di un tipo di isolatore.

Il caso 3 ci mostra come possa esistere un isolatore elettricamente buono ma che non resiste alle prove termiche perchè, data la struttura e la composizione della sua porcellana, esso presenta poca resistenza a bruschi e forti salti di temperatura, senza però che si verifichino per esso delle spaccature o lesioni in linea, dove le variazioni termiche sono molto più ristrette.

La prova 3 ci dice anche come possa aversi un isolatore deficiente elettricamente ma molto resistente alle variazioni termiche.

Pare inoltre che l'isolatore, che ha sopportato in linea per qualche anno le sollecitazioni termiche, meccaniche ed elettriche dovute all'esercizio, si comporti diversamente e sia più debole dell'isolatore di uguale tipo rimasto per ugual tempo in magazzino.

b) I casi 1 e 2 mostrano come il selezionamento termico, eseguito con le volute modalità e opportune rigorosità, risponda in casi particolari allo scopo di scelta di isolatori che, buoni all'atto della prima messa in linea, hanno poi subito un processo di invecchiamento.

Si potrebbe pensare che questi isolatori rispondevano, allorchè nuovi, ai requisiti di resistenza agli sforzi elettrici, meccanici e termici nella misura e relativa proporzione, che un buon isolatore deve presentare. Il cambiamento di struttura, che alcuni di essi avrebbero subito per effetto dell'invecchiamento, avrebbe senz'altro peggiorato contemporaneamente, in misura maggiore o minore, tali caratteristiche alterandone la proporzione relativa, in modo che una forte sollecitazione termica viene a scartare quell'isolatore che è diventato anche elettricamente deficiente.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Tesatura delle grandi linee.

Riceviamo:

Nel numero 1 del gennaio p. p. della Rivista « A. E. G. Mitteilungen di Berlino » sono descritti i lavori per la costruzione di una grande linea di trasporto energia elettrica della Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk A. G. da Bad Neuenahr a Rheinau ed avente un percorso di circa 200 km dei quali 60 km furono costruiti dall'A. E. G.

Detta linea ha una sola palificazione portante sei conduttori i quali sono di speciale costruzione, e cioè formati nell'interno da una spirale metallica a sezione rettangolare, montata di costa, e ricoperta di due strati di piattina avvolti l'uno in senso inverso all'altro, con un diametro esterno di mm 42 ed un peso di kg 4,100 circa al metro lineare.

L'attrezzatura di isolamento è per V 380.000, ma in un primo tempo la linea funzionerà a 220.000 volt.

La palificazione è formata da grossi pali in ferro a traliccio dell'altezza variante da 32 a 45 m con pesi da 9 a 45 tonn.

Di tale importante impianto, e più precisamente per quanto riguarda gli speciali conduttori usati, è stato fatto cenno anche nel n. 2 di febbraio 1927 della Rivista « Sincronizzando » che si pubblica a Torino a cura della S. I. P.

Noi qui, senza riportare la descrizione di tutti i mezzi usati per il trasporto del materiale e per l'innalzamento dei pesanti sostegni della linea, ci permettiamo di richiamare l'attenzione sul sistema usato per la stenditura e tesatura dei fili conduttori.

Difatti per tali lavori, data la qualità del conduttore da porre in opera ed il peso non indifferente di ogni pezzatura (circa kg 4100 per chilometro) l'A. E. G. dovette adottare sistemi meccanici e mezzi d'opera adatti allo scopo, onde rendere possibile l'esecuzione dei lavori con una certa sicurezza e rapidità, e che secondo l'autore della descrizione in parola rappresentano una novità.

E' appunto su quanto è ritenuto una novità del sistema, che ci preme di far presente quanto segue:

Il lavoro di cui si è sopra accennato fu eseguito sul finire dell'estate del 1926; mentre un sistema identico denominato: « Processo e dispositivo per il montaggio e tesatura delle linee aeree di trasporto energia elettrica » fu brevettato in Italia nell'ottobre 1924 e contempo-



rancamente sperimentato dall'Impresa Cesarino Pellizzoni di Borgo Panigale (Bologna) in occasione del montaggio di due terne a 60.000 volt eseguito per conto delle Ferrovie dello Stato, fra la Centrale di Torre del Lago e la sottostazione di Spezia Migliarina.

Tale sistema non diversifica da quello usato dall'A. E. G. se non nelle dimensioni dei mezzi d'opera che nel nostro caso (per fili in rame di  $\text{mm}^2$  100) bastavano assai più ridotti.



Fig. 1.

Il sistema stesso è illustrato dalla fig. 1 e qui brevemente lo descriviamo:

Un argano, mosso da un motore a scoppio da quattro cavalli (fig. 2), aveva il rullo portante tre distinte matasse di funicella d'acciaio flessibile del diametro di  $\text{mm}$  4, le quali erano fatte passare nella gola di carrucole snodate giranti su cuscinetti a sfere (fig. 3) appese alle mensole portaisolatori. Il capo di tali funicelle veniva così portato alla distanza dovuta e cioè secondo la lunghezza delle bobine di filo da stendere, la quale variava da  $\text{m}$  1200 a  $\text{m}$  1300. Le bobine in parola erano sostenute da speciali cavalletti a leva (fig. 4) che permettevano il piazzamento delle bobine con tutta facilità e pochissima mano d'opera, tantoché un solo uomo era sufficiente per alzare una bobina del peso di più di  $\text{kg}$  1000. A mezzo di apposito giunto a cono, il capo della trecciola veniva innestato al capo del filo da svolgere; messo in moto l'argano, in 30' circa si stendeva la terna della lunghezza data dalle bobine del filo, e precisamente come detto sopra da  $\text{m}$  1200 a  $\text{m}$  1300. Durante tale operazione pochi uomini bastavano a sorvegliarne l'andamento e cioè: un operaio all'argano, un operaio alle bobine, e sei o sette operai, a seconda della lunghezza delle campate, distribuiti lungo il percorso, uno per palo.

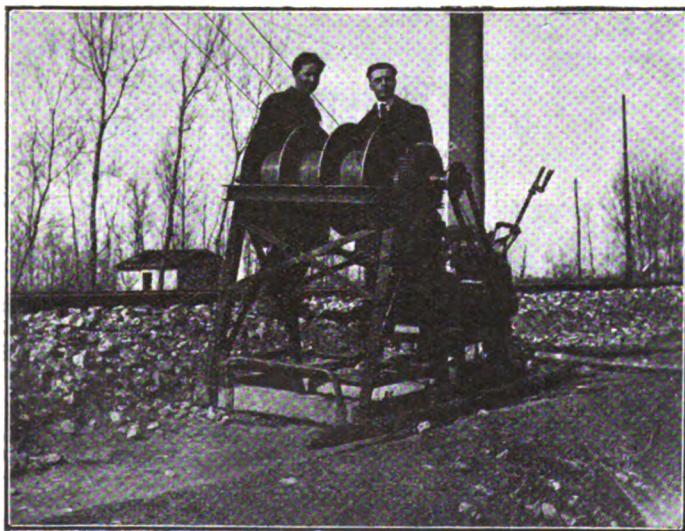


Fig. 2.

Svolta la prima terna di bobine, una seconda squadra di cinque o sei uomini provvedeva alla tesatura, regolazione e morsettatura dei conduttori, mentre la prima squadra procedeva allo stendimento di una seconda terna di bobine.

E' facile comprendere che si poteva con semplicità stabilire il punto più adatto per piazzare l'argano, il quale da una sola posizione poteva servire per lo stendimento di due terne di bobine e cioè una a valle e una a monte di esso.

Con tale sistema si ebbero risultati ottimi, sia per quanto riguarda la buona conservazione dei conduttori, sia per l'economia di tempo e di personale impiegato, come pure per la limitazione dei danni causati alla campagna.

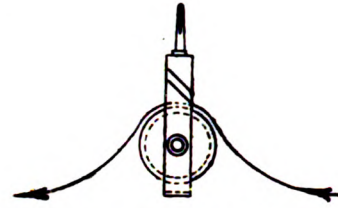


Fig. 3. — Scala 1 : 10.

Quanto sopra esposto non è per diminuire l'importanza della pubblicazione sulla Rivista A. E. G., ma per dimostrare che anche in questo campo modesti tecnici italiani, quali noi ci dichiariamo, hanno da tempo studiato, costruito e, con esito favorevole, sperimentato una soluzione pratica che all'estero pare si sia voluta presentare come una novità.

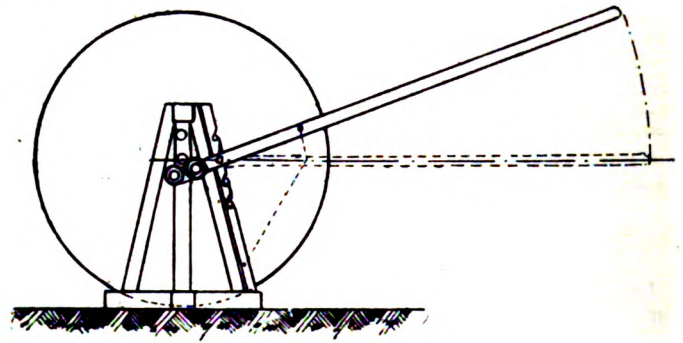


Fig. 4. — Scala 1 : 30.

La ringrazio per l'ospitalità che Ella ci vorrà concedere, e con distinti ossequi ci professiamo

Bologna, 24 febbraio 1927.

devotissimi

ROBERTO ZOCCA - GIUSEPPE ROBERTI.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### IMPIANTI.

#### L'impianto idroelettrico del Ponale. (L'Energia Elettrica, marzo 1926, pag. 203).

Il torrente Ponale costituisce l'emissario del Lago di Ledro, e va a scaricarsi nel Lago di Garda a breve distanza da Riva.

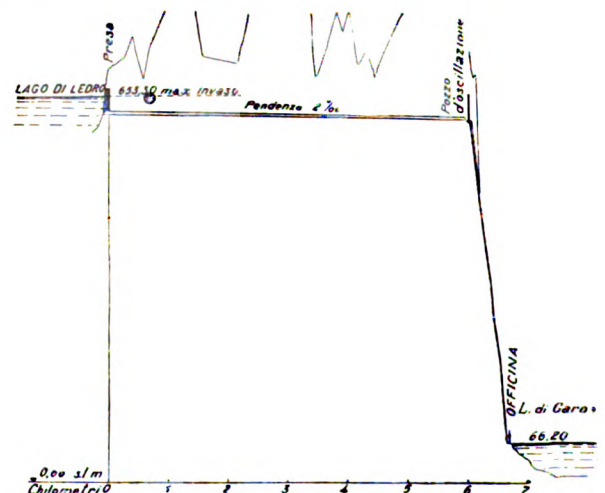


Fig. 1.

Durante la guerra furono grandemente danneggiati i due impianti che erano stati costruiti sul torrente Ponale dai Comuni di Riva e di



Rovereto. Venuta la pace, i due Comuni decisero di costruire un unico impianto completamente nuovo che sostituisse i due vecchi impianti.

Il bacino del lago di Ledro, che alimenta il Ponale, è di 105 km<sup>2</sup> e si stende dal livello del lago (654 m) fino alla quota massima di 2254. Gli affluenti del lago di Ledro sono asciutti per gran parte dell'anno; l'afflusso d'acqua avviene per via sotterranea.

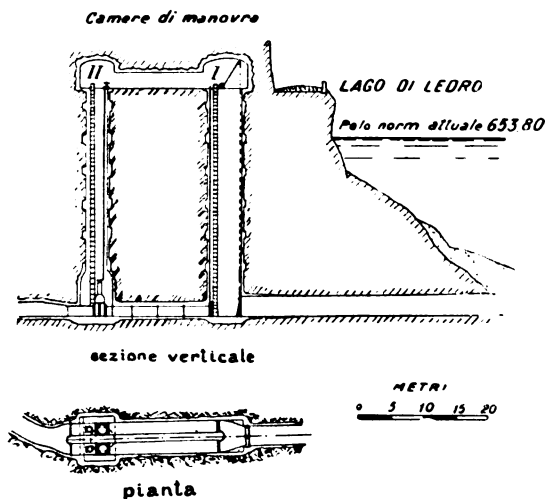


Fig. 2.

La portata media del Ponale, da misurazioni d'ante guerra, risulta di circa 3,3 m<sup>3</sup>/s; la sua pendenza media è dell'11%.

Il lago di Ledro è utilizzato come serbatoio: con uno svasso di m 11,5 la capacità utile è di 24.000.000 m<sup>3</sup> e giunge a 45 milioni con uno svasso di m 22,90.

La presa ha il fondo a quota 628,28 e ammette perciò uno svasso di m 22,90; la concessione attuale è però soltanto per uno svasso di m 11,5 e ciò per evitare pericoli di franamenti dei conoidi di deiezione esistenti.

Le opere di presa consistono in due pozzi il primo dei quali contiene la griglia a sacco e le paratoie piane, ed il secondo le saracinesche (fig. 2).

La galleria di presa, con diametro di m 2,80, è lunga m 6018 e sbocca sul versante del monte Oro, sopra l'abitato di Riva. Allo sbocco della galleria è costruito il pozzo piezometrico scavato in roccia. Esso consta di una camera inferiore circolare di diametro eguale a quello della galleria e di una camera superiore rettangolare (fig. 3).

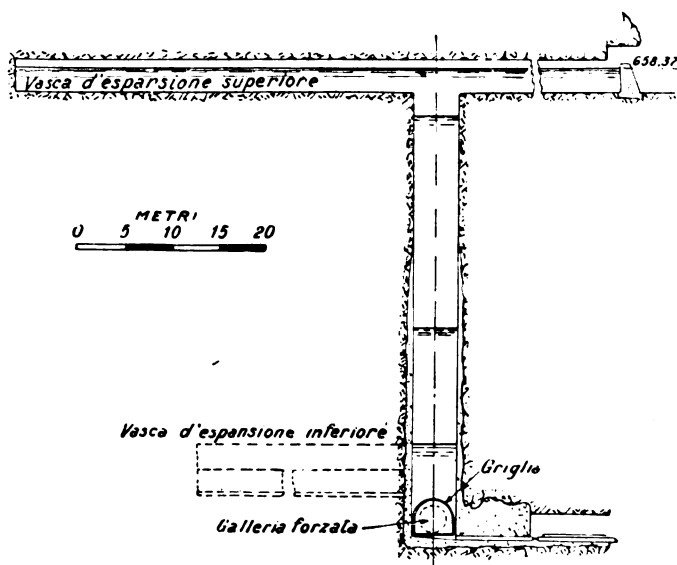


Fig. 3.

Le rocce attraversate, di natura dolomitica furono in generale trovate sane e compatte. La galleria, a sezione circolare, è rivestita di calcestruzzo con spessore di 20 a 40 centimetri, armato dove occorre, e rintonacato con gunite lisciata. La pendenza è del 2 per mille; la pressione massima è di 36 metri in vicinanza al pozzo piezometrico.

Vi sono due tubazioni forzate parallele. Nella centrale saranno installati in un primo tempo tre gruppi da 18.500 kW.

I lavori di scavo della galleria vennero ultimati nel febbraio scorso.

R. S. N.

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

### G. CAMILLI — Un voltmetro di flusso per misure magnetiche. (J. A. I. E. E., ottobre 1926, pag. 989).

L'A. descrive un voltmetro per corrente alternata, da lui chiamato voltmetro di flusso (flux voltmeter), costruito in modo che le sue indicazioni sono proporzionali al valor massimo del flusso magnetico alternativo indipendentemente dalla forma dell'onda. Esso è graduato in parti della corrispondente tensione efficace sinusoidale, cosicché per qualunque forma d'onda il massimo flusso magnetico è lo stesso del massimo valore di un flusso sinusoidale producente una tensione sinusoidale di valore efficace eguale all'indicazione dell'istrumento.

L'apparecchio è utile specialmente per le misure delle perdite nel ferro e per la determinazione del fattore di forma di onde di tensione o di corrente alternative. Esso consiste essenzialmente di un raddrizzatore a vuoto, in serie con un voltmetro a corrente continua, ai quali viene applicata la tensione generantesi in un avvolgimento che abbraccia l'elemento nel quale si verifica il flusso alternativo. L'A. dimostra che in tali condizioni, le indicazioni del voltmetro sono proporzionali al massimo flusso magnetico. Il funzionamento dell'istrumento si fonda sui due principii seguenti che l'A. dimostra.

In un circuito a corrente alternata la massima densità di flusso alternativo è proporzionale alla media aritmetica dei valori della caduta reattiva di tensione, indipendentemente dalla forma dell'onda di tensione (purché essa non tagli la linea di zero più di due volte ogni periodo). Se una tensione alternativa è raddrizzata senza alterare la forma dell'onda e agisce su un voltmetro a corrente continua, le indicazioni di esso sono proporzionali alla media aritmetica dei valori dell'onda rettificata e quindi anche dell'onda primitiva alternativa.

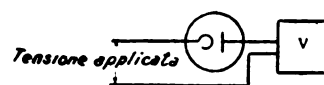


Fig. 1. — Schema fondamentale dell'istrumento.

Lo schema più semplice possibile sarebbe quello di figura 1, il quale però presenta due inconvenienti: la frequenza dell'onda raddrizzata è la metà di quella dell'onda alternativa, e ciò, per frequenze basse, può produrre vibrazioni nel voltmetro; inoltre l'ampiezza dell'indicazione del voltmetro viene ridotta a metà.

Lo schema realizzato nell'apparecchio costruito dall'A. è quello di figura 2. I filamenti dei tubi a vuoto, sono alimentati, mediante ap-

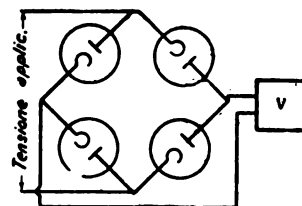


Fig. 2. — Schema realizzato nell'apparecchio.

posito trasformatore di corrente, da una sorgente indipendente, che può essere quella dell'illuminazione; ciò perché derivando la corrente dei filamenti dal circuito in prova si avrebbe avuto il doppio inconveniente, di caricare inutilmente i trasformatori di tensione e di far variare la taratura dell'apparecchio in dipendenza delle variazioni della tensione del carico. Le variazioni di tensione nel circuito di illuminazione, fra 110 e 125 V, non hanno effetto sulla taratura dell'istrumento.

La resistenza dei tubi a vuoto rappresenta solo il 5 % della resistenza totale connessa al voltmetro, e perciò le piccole variazioni nella loro resistenza non alterano sensibilmente i risultati.

Per verificare l'esattezza dell'istrumento vennero eseguite due serie di prove; la prima determinando il fattore di forma di varie onde e confrontando col valore ricavato dagli oscillogrammi; la seconda, con misurazioni di perdite della carcassa di trasformatori.

Il fattore di forma d'onda, inteso come rapporto fra il valore efficace e la media aritmetica dei valori dell'onda, può ricavarsi moltiplicando per 1,11 (fattore di forma dell'onda sinusoidale), il rapporto fra l'indicazione di un ordinario voltmetro a corrente alternata e l'indicazione del voltmetro di flusso.

Le esperienze così condotte hanno dimostrato un'ottima concordanza coi valori desunti dall'analisi degli oscillogrammi.

Il voltmetro di flusso fu studiato in modo particolare per le misure delle perdite nel ferro dei trasformatori, le quali sono influenzate in misura notevole dalla forma d'onda, e devono generalmente essere riferite, (secondo le Norme) all'onda sinusoidale.

Usando il voltmetro di flusso, si può ritenere che, quando esso alla frequenza normale, indichi la tensione voluta, la massima densità di flusso nella carcassa del trasformatore corrisponde a quella che si avrebbe colla corrispondente onda sinusoidale, per quanto l'onda realmente impiegata possa essere distorta. Conseguentemente le perdite per isteresi saranno eguali a quelle che si avrebbero con un'onda sinusoidale. Per quanto riguarda le perdite per correnti parassite (as-



sai meno importanti) siccome esse variano col quadrato del valore efficace della tensione, è facile fare le opportune correzioni usando un ordinario voltmetro.

Nelle prove compiute dall'A. fu osservato il seguente procedimento per la correzione delle perdite per correnti parassite, quando la tensione applicata per le prove viene misurata col voltmetro di flusso.

Se per un campione è noto (col metodo Epstein) il valore percentuale delle perdite per correnti parassite e di quelle per isteresi, coll'onda sinusoidale, sopra un campo sufficientemente esteso di valori, se poi si lasciano invariate le perdite per correnti parassite e si suppone di variare quelle per isteresi, e di misurare la tensione col voltmetro di flusso, sussiste la relazione:

$$\frac{\text{perdite reali}}{\text{coll'onda sinusoidale}} = \frac{\text{perdite totali osservate} \times 100}{\text{percentuale per isteresi} + (k \times \text{percentuale per correnti parassite})}$$

dove  $k$  è il quadrato del rapporto della lettura del voltmetro ordinario a quella del voltmetro di flusso. Si può anche tener conto del fatto che la percentuale delle perdite per correnti parassite varia colla densità del flusso, tracciando la corrispondente caratteristica del materiale usato.

Vennero eseguite misure di perdite per correnti parassite su alcuni trasformatori, facendo uso del voltmetro di flusso per leggere la tensione applicata; si riconobbe che alla stessa tensione (indicata dal voltmetro di flusso) il valore delle perdite misurate si manteneva praticamente costante per quanto si usassero onde diversamente deformate; mentre se le prove venivano fatte mantenendo costante la tensione secondo la indicazione di un voltmetro ordinario, i valori delle perdite colle diverse onde presentavano discrepanze fin del 18 %.

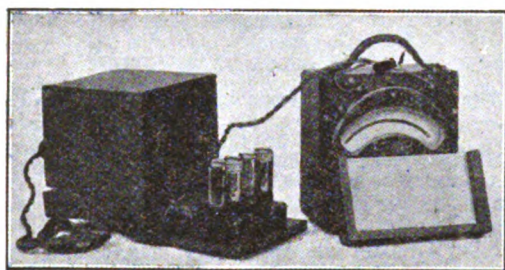


Fig. 3. — Voltmetro di flusso, coi tubi a vuoto estratti dalla custodia.

Da ciò risulta l'utilità del voltmetro di flusso per ottenere una misura delle perdite riferita all'onda sinusoidale.

L'A. confronta poi il metodo del voltmetro di flusso cogli altri metodi noti per la riduzione delle perdite all'onda sinusoidale, per mezzo di trasformatori tarati. Il metodo del voltmetro di flusso presenta diversi vantaggi: i risultati non sono influenzati dalla saturazione, nè dalla natura del materiale in prova, nè dalla frequenza (nei limiti dei valori usuali); l'apparecchio non costituisce un carico sensibile per trasformatori di misura. Il metodo conduce in generale a valori delle perdite più elevati di quelli desunti con altri dispositivi.

L'apparecchio può anche utilmente servire per determinare la densità del flusso nei diversi elementi di un circuito magnetico, ciò che non può farsi con un voltmetro ordinario per il fatto delle deformazioni d'onda talora rilevanti che possono verificarsi nei singoli elementi anche nel caso che l'onda di alimentazione sia sinusoidale e così pure l'onda di flusso totale.

R. S. N.

## MOTORI ELETTRICI.

J. D. WRIGHT — **Treni laminatoi a vergella.** Gen. El. Rev., giugno 1926, pag. 380).

La vergella del diametro di 5 mm viene laminata più comunemente in rotoli per essere poi passata alla trafileria, partendo nei treni più moderni da billette 45×45 della lunghezza di oltre 9 metri, da cui si ottengono rotoli del peso di quasi quintali 1,5 ciascuno. Per i treni più antiquati tipo Garrett si usano invece billette o spezzoni di lingotti 100×100 del peso massimo di 75 kg, non potendosi produrre rotoli eccessivamente lunghi per non laminare materiale troppo freddo. L'A. descrive un complesso di treni a vergella basati sul sistema Garrett e dotati di una gabbia sbazzatrice funzionante a trio e di varie gabbie funzionanti a duo, divise in vari treni funzionanti a velocità crescenti col diminuire della sezione della barra laminata. Da questa disposizione si è passati poi ai treni continui, che rappresentano l'ultima espressione di quanto di più moderno è stato fatto in questo campo. L'A. descrive uno di questi treni continui a vergella costituito di sei gabbie sbazzatrici e dieci gabbie finitrici poste una dietro l'altra e i cui cilindri girano a velocità crescenti, in modo che alla barra durante la laminazione non è concesso per effetto del suo allungamento di avvolgerla a cappio. Il treno lamina contemporaneamente due billette. La prima gabbia sbazzatrice è collocata vicinissima al forno di riscaldamento; tutta la barra viene laminata in circa 62 secondi.

E' interessante notare che con questa disposizione, quando il capo della barra lascia l'ultima gabbia finitrice, ancora metà billetta si trova nel forno; in tal modo si realizza la laminazione di una barra caldissima e il rotolo resta laminato in modo uniforme. Per un laminatoio di questo genere è sufficiente un motore da 4500 kW e il tipo a induzione si presta egregiamente, quantunque dopo l'applicazione da parte della G. E. Co. di un motore sincrono da 6750 kW per il comando di un treno continuo a billette nulla vieti di ritenere che con opportuni accorgimenti si possa adottare per questo uso anche un motore sincrono.

L'A. passa poi ad illustrare numerosi altri schemi di treni, in alcuni dei quali sono anche usati motori a corrente continua, e dà alcuni dati di consumo di energia elettrica; nei treni tipo Garrett, siccome la barra non può essere laminata caldissima in tutti i passaggi, il consumo di energia è abbastanza elevato; per treni a vergella da 5 mm partendo da billette 45×45 mm il consumo si aggira sui 200 kWh per tonnellata di prodotto. Invece per treni continui, come prima descritto, il consumo si riduce notevolmente e scende a circa 100 kWh per tonn. di vergella.

C. G. E. (\*)

## MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

E. L. ROBINSON — **Note sul confronto di rendimenti di turbine a vapore.** (Gen. El. Rev., luglio 1926, pag. 503).

I consumi di combustibile dovuti al funzionamento delle turbine a vapore variano entro limiti così vasti colle condizioni del vapore e coi differenti cicli di calore che è spesso cosa difficile determinare quale installazione dia un miglior risultato termico; da un lato si deve considerare il rendimento termico, normalmente basso, per il quale è specialmente interessato l'esercente e dall'altro il rendimento dovuto al salto di pressione utilizzato, pel quale è interessato il costruttore. Inoltre bisogna tener conto del rendimento organico della turbina e di altri elementi, tra i quali esistono certe relazioni già largamente discusse e apparentemente complicate, che l'A. mostra come si semplifichino quando non si considerino certi elementi trascurabili.

L'A. precisa il significato che egli intende debbano avere alcuni rendimenti: nel definire il rendimento del salto di pressione utilizzato e il coefficiente di ricupero di calore bisogna aver presente che la somma delle cadute di calore adiabatico disponibile nei singoli salti supera sempre la caduta di calore adiabatico generale. Questo avviene, perchè l'energia perduta in attrito e altrove in ogni salto si trasforma in calore, è assorbita dal vapore ed è disponibile come calore per parziale ricupero nei salti seguenti.

L'A. passa poi ad occuparsi del così detto ciclo di rigenerazione, usato con grosse turbine per centrali a vapore, in cui l'acqua di alimentazione viene previamente riscaldata in appositi riscaldatori, che in sostanza sono piccoli condensatori ausiliari, nei quali l'acqua di alimentazione è il mezzo raffreddante. Il vapore è preso dalle turbine per questi riscaldatori a pressioni successivamente più elevate, affinchè la sua temperatura possa essere sempre superiore a quella dell'acqua di alimentazione che deve essere riscaldata.

C. G. E.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. BREDENBERG Jr. — **Frenatura di ricupero per locomotori a corrente continua.** (Gen. El. Rev., agosto 1926, pag. 545).

Per usufruire dei motori di trazione come generatori durante le discese occorre sovraeccitarli per aumentarne la tensione e perciò è necessario eccitare separatamente il loro campo in serie, e poter regolare tale eccitazione in modo da avere un funzionamento dolce e graduale, indipendentemente dai cambiamenti della tensione in linea o della pendenza.

Per questa eccitazione si adottano due sistemi: l'uno consiste nell'avere sul locomotore una dinamo apposita comandata a mezzo motore alimentato dalla linea di contatto, o da un asse portante del locomotore; l'altro consiste nell'adoperare uno o più motori di trazione per eccitare i campi dei rimanenti motori.

Negli impianti precedentemente eseguiti dalla G. E. Co. si è applicato un po' l'uno e un po' l'altro sistema; così per i locomotori merci della Chicago Milwaukee and St. Paul Rwy e per quelli della ferrovia messicana si è adottata apposita eccitatrice per la frenatura, però per caratteri diversi dei due sistemi, che l'A. enumera nell'articolo, la frenatura adottata sulla C. M. e St. Paul tende ad una caratteristica a coppia costante mentre quella adottata sulla rete messicana tende ad una caratteristica a velocità costante. Dal punto di vista elettrico l'ideale sarebbe di avere nella frenatura una caratteristica simile a quella nel funzionamento come motore con un motore in serie, in cui le correnti di campo e indotte sono uguali in qualsiasi condizioni

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.



di funzionamento; ma questa sarebbe una caratteristica di velocità molto instabile, poichè lo sforzo frenante diminuirebbe molto rapidamente coll'aumentare della velocità. Dal punto di vista meccanico invece l'ideale sarebbe di avere una velocità costante indipendente dai cambiamenti nello sforzo frenante richiesto; occorrerebbe perciò un campo press'a poco costante; ma un tale sistema sarebbe molto instabile elettricamente poichè si verificherebbero forti cambiamenti nella corrente di indotto con piccole variazioni della velocità.

In pratica si ricorre ad un compromesso tra le due condizioni estreme. Nel sistema adottato nella linea messicana si ha il pregio della maggiore semplicità, perchè con poche manovre del controller si può mantenere presso che costante la velocità. Riguardo all'applicazione dell'eccitatrice comandata da un asse portante del locomotore, bisogna tener presente che una tal macchina riesce di dimensioni notevoli perchè deve funzionare a basso numero di giri, i quali per altro variano col variare della velocità del treno; inoltre essendo l'eccitatrice montata vicino al binario è più facilmente soggetta a guasti.

Nei locomotori viaggiatori senza ingranaggi della C. M. e St. Paul si è adottato invece il sistema di eccitare i motori durante il ricupero con uno o più fra gli altri stessi motori: si possono adottare due combinazioni, l'una con tutti e otto i motori in serie e l'altra con due gruppi in parallelo di quattro motori in serie: in ogni caso due motori fra gli otto funzionano per eccitare il campo degli altri sei motori e la regolazione dell'eccitazione è ottenuta per mezzo di una resistenza variabile che shunta i campi dei motori funzionanti da eccitatrici. Questa resistenza è regolata per mezzo di contattori che sono comandati dalle manovelle del freno del controller principale. Questo sistema è anche in uso con successo sulla ferrovia Paulista (Brasile) e sulla rete del nord della Spagna. Furono fatti confronti fra i due sistemi di eccitazione su due locomotori eguali simili a quelli usati sulla rete del nord della Spagna, equipaggiati con sei motori. Per l'eccitazione con uno dei motori c'è una combinazione sola possibile, quella di 5 motori in serie eccitati dal sesto, mentre con l'eccitazione separata si può frenare o coi sei motori in serie o con due gruppi in parallelo di tre motori in serie ciascuno: le conclusioni cui hanno condotto le prove di confronto eseguite sono le seguenti: coll'eccitazione a mezzo motore si può far scendere un treno dello stesso peso come in salita, ma a velocità minore, tanto minore quanto maggiore è la pendenza; invece coll'eccitazione separata si può far scendere un treno notevolmente più pesante ad una velocità un po' superiore a quella della salita; a parità di peso del treno si può poi scendere con una velocità molto superiore a quella della salita. Perciò l'eccitazione con motori di trazione si applicherà per linee a pendenze lunghe e dolci oppure brevi e ripide, perchè in tal caso la perdita di velocità in tali tratti è poco sensibile.

L'eccitazione con dinamo separata è invece da preferire su linee a forti pendenze: circa alla sicurezza di funzionamento si può dire eguale per ambedue i sistemi. Dal lato del costo è evidente che coll'eccitazione a mezzo motore esso è minore che non con eccitazione separata.

C. G. E.

\* \*

### A. J. WOODWARD — Locomotori con carrelli senza telaio. (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 639).

Per il servizio merci sulle linee ferroviarie elettrificate occorrono dei locomotori capaci di soddisfare a svariati requisiti di velocità, peso rimorchiato, tensione di linea, ecc. Furono perciò costruiti e normalizzati dalla G. E. Co. due speciali locomotori da 30 e 50 tonnellate per linee a scartamento normale elettrificate a corrente continua, 600 volt, i quali possono essere adattati senza eccessiva spesa, al maggior numero di speciali esigenze che si possono presentare.

La principale caratteristica del tipo di locomotore da 50 tonnellate (descritto più particolarmente nell'articolo, ma simile all'altro da 30 tonnellate) è la estrema semplificazione del carrello. In questo manca quasi completamente il telaio, perchè tutto si riduce alla semplice traversa del perno, la quale riunisce in un sol pezzo di acciaio fuso, la traversa propriamente detta, la cavità del perno, i dispositivi per la sospensione dei motori e dei freni, e le guide dei due bilancieri. I motori, alla loro volta, sono del tipo normale, ma appoggiano sugli assi con un unico supporto molto lungo che sostituisce i soliti due supporti degli assi e le due boccole per i fusi (non vi sono più fusi esterni); inoltre le carcasse dei motori, di forma speciale, contribuiscono coi bilancieri e con la traversa nel mantenere in parallelismo le sale e in allineamento le ruote durante il movimento.

Come si vede, il motore elettrico funziona come parte di una struttura meccanica, oltre che come organo di potenza motrice. Un'altra caratteristica particolare di questo tipo di locomotore è la piattaforma fatta anch'essa in un sol getto di acciaio dolce di forma adatta per l'attacco delle altre parti.

L'equipaggiamento elettrico comprende quattro motori da 80 kW, il compressore d'aria per i freni e i necessari apparecchi di misura, protezione, e comando.

C. G. E.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

*Recenti progressi della tecnica dell'illuminazione* - (The Years Progress in Illumination - Trans. Ill. Eng. Sve., vol. 19, pag. 711). — Mentre la fabbricazione di lampade a filamento di carbone ha subito nel 1924 un regresso, in tutti i Paesi, quella delle lampade a filamento metallico ha avuto un notevole incremento. In America ne furono vendute, escludendo le piccole lampade, 243 milioni; si ebbe cioè un aumento numerico rispetto l'anno precedente del 10 per cento; in intensità totale (in candele) un aumento del 20 per cento. Il consumo specifico medio è di 1,01 watt per candela media sferica (internazionale), ciò che corrisponde ad una efficienza media di 12,4 lumen per watt. Fra le lampade a vuoto la più richiesta è quella da 25 w. La vendita di piccole lampade raggiunse i 110 milioni con un aumento numerico del 30 per cento; le piccole lampade hanno trovato un grande sviluppo nelle ferrovie, nelle poste, nei cinematografi, ecc., come lampade per orientazione e segnalazione.

In Germania la vendita raggiunse fra il 1920 e il 1922 i 135 milioni, mentre era di 75 milioni fra il 1911 e il 1913.

La temperatura del filamento nelle lampade americane a riempimento gassoso raggiunge 2685° assoluti nelle lampade da 50 W, e circa 3000° assoluti nelle lampade da oltre 2000 W. Le più elevate temperature 3000° assoluti circa) si hanno nelle lampade per cinematografi da 10 e 30 kW. Un'importante innovazione è costituita dall'introduzione di palloncini senza apice. In esse il peduncolo per la pompa è applicato al piede della lampada ed a lampada finita è protetto e nascosto dallo zoccolo. In tutti i paesi il desiderio di facilitarne la fabbricazione ha provocato una ulteriore diminuzione nel numero dei tipi, così che in Inghilterra, p. es., invece di 110 tipi di palloncini per lampade, se ne hanno 10 per le lampade a riempimento gasoso e 6 per le piccole lampade a vuoto.

Nel campo delle lampade ad arco fra carboni, non si è verificato nessun recente progresso notevole.

Ricerche sulle influenze della pressione del mezzo ambiente sullo splendore della superficie del cratere positivo, hanno dato per una pressione di 4,6 atm. uno splendore 3,48 volte quello che si aveva alla pressione atmosferica. L'area del cratere è risultata sempre approssimativamente proporzionale alla corrente. In una atmosfera di gas-luce alla pressione di 80 atm., fu trovata una temperatura del cratere positivo, di circa 8600°. In lampade ad arco ad elettrodi di tungsteno si cercò di aumentare la potenza luminosa sostituendo elettrodi a forma di imbuto a superficie scanalata al posto degli elettrodi lisci a forma sferica. Le forme a imbuto a superficie liscia ha dato risultati modesti la scanalatura sembra raddoppiare il flusso emesso.

Il Bureau of Standards ha costruito una lampada a vuoto in quarzo con elettrodi di gallio-zinco, che dà luce stabile, ed il cui spettro presenta linee intense nel bleu, nel verde, e nel rosso. La lampada a vapore di mercurio, indispensabile per tanti lavori di laboratorio, è stata costruita in forme molto semplici con vetro Pyrex e con elettrodi di tungsteno; un riscaldamento esterno per mezzo di una fiamma Bunsen fa evaporare il mercurio che si trova in una appendice e produce l'accensione della lampada. Con un consumo di corrente 0,5-0,8 A si ottiene già con un tubo capillare una luce assai intensa.

Le numerose ricerche sulle lampade ad arco a mercurio a basso potenziale hanno per ora un interesse puramente teorico.

I fenomeni di isteresi osservati nella luminosità delle lampade a neon a corrente alternata, rispetto la curva di corrente, hanno dato origine a numerose ricerche sui processi fotoelettrici e di ionizzazione nella lampada stessa. La temperatura del catodo di una ordinaria lampada a neon per potenze da 1 a 6 W sembra compresa fra 57° e 172° C; in quelle in cui il gas è un miscuglio di neon e di elio fra 45° e 100° C. Oltre che per illuminazione réclame e segnalazioni, le lampade a neon trovano sempre maggiori applicazioni nella tecnica delle misure elettriche.

Le lampade per proiettori hanno subito modificazioni specialmente sotto l'influenza dei severi regolamenti di polizia che, in molti Paesi, si sono preoccupati dei farali da automobile.

Lo scopo principale da raggiungere è impedire l'abbagliamento dei passanti. Si fa generalmente uso di due lampade separate, la luce di una delle quali viene concentrata in basso, verso il suolo, oppure di lampade a due filamenti, aventi funzione analoga. Tuttavia, la maggior parte delle soluzioni pratiche escogitate non sono ancora soddisfacenti, come ha dimostrato una recente serie di prove in America, fatte dal Bureau of Standards, su 57 tipi.

Nella tecnica cinematografica si sono raggiunti notevoli vantaggi con l'introduzione di lampade a proiettore speculare, che, in confronto al sistema usato finora, a condensatori, permette una maggiore utilizzazione della luce.

Un più largo impiego hanno trovato le lampade elettriche ad incandescenza per segnalazioni, proiettori, battelli-fari. Notevoli misure sono state fatte, nei riguardi dei proiettori, sull'assorbimento e sulla dispersione della luce, dovute all'atmosfera.

Nelle miniere si fa notevole la tendenza a sostituire le poco intense lampade portatili, con illuminazione fissa con maggiori unità.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione. - - -**

L'illuminazione stradale è stata notevolmente intensificata quasi ovunque, atteso il grande aumento del traffico negli ultimi anni, specialmente in America, dove l'illuminazione in alcune strade è oggi da 6 a 18 volte quella che era pochi anni or sono. L'illuminazione elettrica è riuscita a limitare sempre più l'uso delle lampade a gas compresso; le lampade elettriche ad incandescenza di grande potenza vanno sempre più sostituendo le lampade ad arco. Si è fatta maggiore attenzione alla necessità di adattare il più possibile l'illuminazione al carattere delle strade. Per dare alla popolazione stessa le possibilità di paragonare fra loro i diversi tipi di illuminazione, in talune città si sono installati contemporaneamente tipi moderni di illuminazione vicino a tipi vecchi. A Ohio (U. S. A.), p. es., sono stati installati contemporaneamente circa 40 diversi tipi di illuminazione stradale.

Il desiderio di illuminazioni più intense ha fatto sì che, specie in America, i proiettori, usati sino a ieri prevalentemente per decorazione, vengano sempre più adoperati per illuminazione di esterni, fissandoli su balconi, cornicioni, ecc.

Grande impiego ha trovato l'illuminazione a colori, mediante proiettori, nei villaggi dell'Esposizione di Wembley (Inghilterra). Le dimensioni delle lettere réclame e dei disegni, che in parte sono luminosi e in parte sono illuminati da riflettori, assumono in America grandezze sempre più imponenti. Su di una linea ferroviaria, ad es., si trova un disegno réclame della grandezza di m 25 x 10, con lettere alte m 5,80, illuminato da 5000 lampade e che può vedersi alla distanza di 24 km. La più grande réclame illuminata da proiettori è dipinta su una lamiera ondulata di m 12 x 155, e viene illuminata sotto un angolo di 60° da due lampade da 500 W entro proiettori a specchi parabolici. L'illuminazione intensa di esterni ha trovato impiego anche nel caso dei campi sportivi.

Nella illuminazione di interni si fa egualmente sentire la necessità di intensità maggiori. Degni di nota sono la sempre più stretta collaborazione al riguardo, di architetti ed ingegneri e l'impiego sobrio di luci colorate per ottenere speciali effetti. Nelle carrozze ferroviarie il passaggio dalla illuminazione a gas a quella elettrica ha fatto per tutti i paesi progressi notevoli; in Italia esso è completo da tempo. Vengono utilizzate spesso lampade a riempimento gassoso per basse tensioni, tali da dare illuminazioni medie prossime ai 50 lux.

I vantaggi di una illuminazione più intensa, priva di abbagliamento, delle vetrine, dei negozi è ormai fuori discussione. E' notevole un caso in cui dei negozianti si accordarono per introdurre, in una parte di una strada poco frequentata, una illuminazione più intensa e di effetto. Dopo poco tempo poté rilevarsi che il numero medio di coloro che si fermavano davanti ai negozi era cresciuto del 50 per cento.

Anche nelle industrie è riconosciuta l'utilità della migliore illuminazione e dell'assenza di fenomeni di abbagliamento. Le numerose ricerche sull'aumento di produzione ottenuto per mezzo di una migliore illuminazione danno valori che giungono persino al 25 per cento a parità di altre condizioni, mentre il maggior costo per l'illuminazione non è che una piccola parte del costo totale d'esercizio.

Nel campo delle misure fotometriche sono notevoli gli studi fatti per sostituire le attuali lampade campioni con un'altra in cui si utilizza la luminosità del corpo nero alla temperatura di fusione del platino. La costanza sin qui realizzata nelle riproduzioni di questi campioni sembra dell'ordine del 0,2 per cento.

Importanti progressi, che non è possibile riassumere in poche righe sono stati conseguiti altresì nella costruzione di fotometri, di illuminometri e di densimetri (per misure sull'annerimento delle lastre fotografiche).

E. G.

## IMPIANTI.

Una descrizione della *grande centrale termoelettrica* in costruzione a Rummelsburg in Germania, è contenuta nell'ETZ del 28 ottobre 1926. I lavori cominciati nel 1925, saranno finiti entro il corrente anno. Verranno per ora installati tre gruppi da 100.000 kVA ciascuno; è previsto lo spazio per raddoppiare la potenza iniziale. Vi saranno due gruppi di otto caldaie ciascuno, produttori vapore a 35 atmosfere e surriscaldato a 425°. Ogni gruppo generatore consiste effettivamente di quattro turbine delle quali una ad alta pressione e una a media pressione, coassiali fra loro, e altre due turbine a bassa pressione, pure coassiali. Ognuno dei due alberi comanda un alternatore trifase da 44.000 kVA, 1500 giri, 6600 V, collegati ciascuno ad un trasformatore che eleva la tensione a 30.000 V, per alimentare le sbarre.

\*

Una nuova *centrale termoelettrica* di grande potenza sarà costruita dalla Detroit Edison Co., sulle sponde del fiume Delray. La centrale che porterà il nome di Delray Power House N. 3, sarà costruita per una potenza finale di 400.000 kW, con otto gruppi da 50.000 kW. Le turbine a vapore saranno servire con vapore a 28 atmosfere; è però in istudio l'adozione di una pressione superiore, di 37 atmosfere. Le due prime unità entreranno in servizio nel prossimo anno.

## STATISTICA.

Sul consumo di energia elettrica in Inghilterra sono stati portati dati interessanti nel recente Congresso della British Ass. for Adv. of Sc. Attualmente, escludendo gli impianti privati, vengono prodotti in

Inghilterra circa 7000 milioni di kWh ogni anno, dei quali 5069 milioni sono distribuiti per usi diversi alle industrie e ai privati mentre 1930 milioni di kWh circa sono consumati per servizi di trazione (ferrovie e autocarri). Il fattore di carico medio degli impianti inglesi è inferiore al 25%. Nei prossimi 15 anni si prevede di arrivare ad un consumo annuo di 21.000 milioni di kWh. Fra 25 anni si ritiene che il consumo di energia per usi privati o pubblici (abitazioni, uffici, strade, ecc.) salirà da solo a 20.000 milioni di kWh, con un carico massimo di 8.000.000 kW. Il consumo per usi industriali sarà circa di altrettanto e quello per servizi di trazione è previsto in 7000 milioni di kWh. Si arriva quindi a una previsione di 47 miliardi di kWh con un carico massimo di 19.200.000 kW. La massima parte di questa energia dovrà essere ottenuta con impianti termoelettrici e si comprende quindi la necessità di ridurre al minimo il consumo unitario di carbone.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Per la soluzione dei problemi inerenti alle reti secondarie di distribuzione di energia, sono riportati degli abachi opportuni nell'Electrical World del 25 dicembre 1926, pag. 1321. Per facilitare il tracciamento e la interpolazione, le curve rappresentative sono state rese tutte rettilinee mediante l'uso opportuno di scale logaritmiche. L'uso dei diagrammi è assai semplice e rapido e permette di trovare con facilità in brevissimo tempo i rapporti esistenti in ogni caso fra le seguenti grandezze: sezione dei conduttori, carico, lunghezza della linea, caduta di tensione. I diagrammi sono particolarmente utili nei calcoli di massima per lo studio del valore più conveniente nei singoli casi per le grandezze accennate.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un confronto fra locomotive Diesel e locomotive a vapore per ferrovie secondarie è analiticamente esposto nelle «A E G Mitteilungen» del novembre 1926, pag. 439. Dal confronto generale di carattere economico si giunge ai seguenti risultati: 1) Per i Paesi ove il prezzo dell'olio è basso (ad esempio Russia, Rumania, ecc.) la locomotiva Diesel è molto indicata per l'esercizio di ferrovie secondarie; 2) La locomotiva Diesel-elettrica non offre, dato i prezzi dei combustibili attualmente in vigore in alcuni Paesi, come ad esempio in Germania, vantaggi economici rispetto alla locomotiva a vapore: ne offre tuttavia vari di indole tecnica; 3) Nel caso però in cui la locomotiva Diesel-elettrica potesse sviluppare una potenza annuale maggiore di quella della locomotiva a vapore oppure in cui fosse possibile diminuire notevolmente il peso delle locomotive Diesel, le locomotive Diesel di circa 150 fino a 240 kW potrebbero competere economicamente con le locomotive a vapore, anche con prezzi alquanto più elevati dei combustibili liquidi.

## VARIE.

L'aeroplano per l'ispezione di linee di trasmissione è stato usato con successo in America presso Buklin (Kan. S. U.). Era avvenuto un guasto in località inaccessibile per l'altissima neve: una ricognizione in aeroplano permise di ispezionare in brevissimo tempo tutta la linea lunga 150 km. e di procedere alla riparazione, mediante atterraggio nelle vicinanze. Volando a circa 10 metri sopra la linea la visibilità risultò assai maggiore di quella che si avrebbe avuta da terra seguendo la linea in automobile.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

### Movimento delle Società Elettriche.

#### BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica — Milano. — Capitale L. 150.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiusosi al 31 dicembre 1926. Esso contempla un utile netto di L. 20.482.694 sul quale viene assegnato agli azionisti un dividendo di L. 70 per azione.

Società Anonima Gestione Officine Elettriche — Torino — Capitale L. 12.000.000.

Il bilancio chiuso al 30 giugno 1926 presenta una perdita di esercizio di L. 289.134.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società An. Elettrica Zanetta — Bari.

Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 100.000 a L. 360 mila.

Società Italiana Batterie Elettriche Cellino — Roma.

E' stato deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 1 milione a L. 1.500.000 emettendo 5000 nuove azioni da L. 100.

Soc. Ital. per l'Accumulazione Termoelettrica TEA — Milano. Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 4.875.000 a L. 2 milioni e 437.500.



**COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.**

*Isola - Soc. An. per la Fabbricazione di Isolanti Elettrici* — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 50.000.

*Soc. An. Illuminazione Elettrica Vetture* — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 60.000 per commercio e installazioni di illuminazione elettrica delle vetture ferroviarie.

*Soc. An. Elettrica Buon Albergo Casalbare* — Buon Albergo (Benevento).

Si è costituita con capitale di L. 300.000 in 60 azioni da L. 500.

*Soc. Italiana Costruzioni Elettromeccaniche* — Torino.

E' stata costituita con capitale di L. 700.000 in 700 azioni da L. 1000.

*Società Idroelettrica Val d'Agri di Missanello* — Missanello (Potenza).

Si è costituita con capitale di L. 100.000.

*Società Elettrica Rinascenza* — Nicastro — Cap. L. 500.000.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

\* \*

La nota politica dominante dello scorso mese è stata costituita dallo acuirsi del latente conflitto anglo-russo. Come è noto l'Inghilterra da tempo si lamenta che il Governo dei Soviet, pur mantenendo formalmente le buone relazioni diplomatiche, vada svolgendo una sistematica opera di opposizione contro tutte le manifestazioni inglesi specialmente in Asia. L'Inghilterra riattacca alla propaganda bolscevica le agitazioni indiane, come l'inquietudine nell'Afghanistan e nell'Egitto, come anche finalmente l'orientamento spiccatamente antinglese della guerra civile in Cina.

Espressione di questo convincimento che ha penetrato anche le sfere ufficiali inglesi è stata una Nota diplomatica rivolta dal Governo di Londra a quello di Mosca. La Nota redatta in termini insolitamente vivaci e energici, rinfaccia chiaramente al Governo russo la doppiezza della sua condotta e minaccia la rottura dei rapporti diplomatici.

Come era prevedibile, data la singolare impostazione che il Governo russo ha impresso a tutti i suoi rapporti colle nazioni estere, questa minaccia non lo poteva molto impressionare. E infatti la risposta di Mosca è stata non meno violenta della nota inglese.

Troppe ragioni da una parte e dall'altra si oppongono a che il conflitto diplomatico possa arrivare a tragiche conseguenze, perchè troppo vasto è ormai l'intreccio di interessi internazionali dai quali non è possibile prescindere. Le cose restano perciò al punto di prima, ma indubbiamente il conflitto anglo-russo permane il punto più oscuro e minaccioso della politica europea e forse mondiale e tende a divenire la piattaforma sulla quale si svolgerà tutta la vita europea nel prossimo futuro.

Continua invece la détente franco-germanica. Col primo di febbraio la sorveglianza sugli armamenti della Germania è passata, come è noto, alla Società delle Nazioni. Ciò toglie indubbiamente una delle maggiori cause di attriti e di animosità reciproca.

La situazione finanziaria francese si è ormai sistemata e va gradatamente migliorando. La grande crisi è ormai superata. Si annuncia anche che la Francia è riuscita a concludere cogli Stati Uniti un nuovo accordo provvisorio relativamente al pagamento dei debiti di guerra. La Francia verserebbe l'annualità prevista dal precedente accordo Mellon-Béranger ma senza addivenire alla ratifica dell'accordo stesso, ciò che lascia aperte tutte le possibilità pel futuro.

La situazione finanziaria tedesca sembra invece meno sicura. Il bilancio pel nuovo esercizio prevede infatti un altro prestito di 528 milioni di marchi; il bilancio è presentato in pareggio in 8 miliardi di marchi ma viene ufficialmente dichiarato che esso è illusorio perchè le entrate sono previste con grande ottimismo.

Non si nascondono gravi preoccupazioni per il prossimo svolgimento del piano Daves. Frattanto esso funziona regolarmente. Per il gennaio 1927 la Germania ha pagato complessivamente 78.818.864 marchi-oro che furono così ripartiti: alla Francia 42.282.241 marchi, all'Inghilterra 17.949.117 marchi, all'Italia 5.037.303 marchi, al Belgio 4.248.532 marchi, ecc.

Sono in corso le trattative per lo Statuto di Tangeri, che per ora si limitano ad una discussione franco-spagnuola. La Francia respinge recisamente ogni progetto di annessione di Tangeri alla zona spagnuola, mentre sembra disposta a concedere alla Spagna la amministrazione della città.

L'Ungheria occupa sempre l'attenzione degli ambienti politici. Oltre alla ricerca dello sbocco adriatico, essa cerca di ottenere la fine del controllo interalleato sugli armamenti. L'Italia si è già pronunciata favorevolmente a questa tesi ungherese.

\*

La risposta italiana alla proposta del Presidente Coolidge per la limitazione degli armamenti navali, oltre quella già stabilita nel patto di Washington, fra le cinque maggiori Potenze, è stata netta e decisa. La posizione marittima del nostro Paese, colla enorme estensione delle sue coste e colla necessità di garantire la continuazione dei rifornimenti

per via di mare, non permette all'Italia di ridurre l'efficienza delle difese navali. Questo è il significato esplicito della risposta del nostro Governo, nella quale sono molto opportunamente lumeggiate le condizioni naturali di cose per le quali l'Italia si differenzia sostanzialmente a questo riguardo dagli Stati Uniti.

E' evidente infatti che il naviglio sottile e sottomarino, di natura essenzialmente difensiva, costituisce per le minori Nazioni navali quale è l'Italia, l'unica arma che può proteggere la vita del Paese dagli attacchi eventuali delle due grandi Potenze marinare che hanno superiorità strabocchevole delle maggiori navi. E pretendere che i Paesi mediterranei si spoglino anche di quelle fragili difese è come chiedere che si mettano alla mercè dei Paesi anglo-sassoni. Tanto più, come fa rilevare la risposta del nostro Governo, che altre minori Nazioni mediterranee, escluse dal Patto di Washington proseguono alacramente alle realizzazioni di vasti programmi di armamenti navali.

Quasi a confermare le intenzioni pacifiche che animano il nostro Paese, e a sfatare ogni eventuale falsa interpretazione che si potesse fare della risposta alla Nota di Coolidge, proprio in questi ultimi tempi l'Italia ha stretto nuovi accordi e trattati internazionali.

Il trattato italo-albanese, che aveva suscitato tanti irragionevoli allarmi, è stato ratificato senza nessuna difficoltà, dalla Segreteria della Società delle Nazioni. Da prima pareva che da parte della Jugoslavia vi fosse la pretesa di avanzare a Ginevra delle obiezioni, ma ciò non venne poi fatto. Vengono così a prendere consistenza le voci secondo le quali si sarebbe ormai fatto strada a Belgrado con più sereno apprezzamento dello stato reale delle cose; si asserisce che non sarebbe lontano un nuovo riavvicinamento italo-serbo il quale sarebbe forse già un fatto compiuto se le condizioni politiche interne della Jugoslavia non fossero sempre così incerte e convulse.

Continuano in una atmosfera di grande cordialità i lavori per il Trattato di commercio colla Rumenia. Si crede che entro il mese di marzo corrente il Trattato potrà essere completato.

E' stato firmato il Trattato di conciliazione e di regolamento giudiziario fra l'Italia e il Cile. Il Trattato prevede una procedura di conciliazione per le eventuali vertenze che sorgessero fra i due Paesi e in caso di fallimento della procedura di conciliazione si ricorrerà ad un regolamento giudiziario della questione. L'Italia estende così anche oltre l'Oceano, la ormai vasta rete di cordiali rapporti giuridici cogli altri Stati.

I dirigenti della Federazione delle Industrie Britanniche, in visita a Roma, hanno avuto contatti col Presidente del Consiglio e col Segretario generale della Confederazione fascista delle industrie. Venne riconosciuta la opportunità di una maggiore intesa fra le industrie italiane e quelle britanniche, fondata su una più stretta reciproca conoscenza. Si stabilì a tale scopo che una Delegazione dell'industria italiana si rechi a Londra nel prossimo aprile per un primo convegno nel quale dovrebbero essere esaminati alcuni dei principali problemi economici che interessano attualmente l'industria dei due Paesi.

L'interesse che il mondo finanziario prende alle nostre industrie si manifesta così sempre più evidente. Uno dei maggiori sintomi a tale riguardo è costituito naturalmente dalla abbondante concessione di prestiti, a buone condizioni, fatti da finanzieri esteri alle nostre maggiori industrie. Secondo cifre ufficiali ora pubblicate, i prestiti fino ad ora concessi ammonterebbero a 110 milioni di dollari, 400 milioni di sterline, e 3 milioni di fiorini olandesi. Sulla base dei cambi medi attuali sarebbero dunque circa 2600 milioni di lire che la industria italiana ha ottenuto dall'estero.

Qualche speranza aveva fatto nascere la notizia che il Senato di Washington avrebbe modificato la legge sulla emigrazione. Effettivamente le modificazioni approvate hanno una portata limitatissima e non avranno effetto se non a partire dal luglio del prossimo anno 1928. Da tale data la quota di emigranti ammessa negli Stati Uniti sarà portata, per l'Italia, da 3845 quale è attualmente, a 6091. Non vi è, come si vede, molto da rallegrarsi.

Il fenomeno dell'espansione italiana è però così imponente e così imprescindibile, come sono tutti i fenomeni naturali, che esso non può non imporsi alla attenzione di tutte le Nazioni. Non per nulla una recentissima statistica del Commissario dell'emigrazione dimostra che esistevano nel 1924 ben 10 milioni di italiani stabiliti all'estero; non comprendendo in essa gli oriundi italiani con che il numero verrebbe raddoppiato. La statistica per diversi Paesi è la seguente: in Europa 1.306.717; in Asia 9102; in Africa 188.541; in America 8.385.779; in Oceania 205.567. Queste cifre bastano da sole a dimostrare come la forza di espansione del nostro popolo non sia artificiosamente contenibile e come, per la pace e pel benessere generale, sia opportuno aprire ad esso nuovi sbocchi sui mercati internazionali del lavoro.

A tale riguardo acquista singolare importanza una iniziativa della Repubblica Argentina, la terra dove la nostra emigrazione si è maggiormente affermata per numero e per qualità e nella quale le affinità di razza rendono più facile una reciproca efficace comprensione. L'Ambasciatore della Repubblica Argentina a Roma ha fatto delle interessanti dichiarazioni sul nuovo progetto studiato dal suo Governo per la distribuzione di terre agli emigranti. Il progetto si basa sull'accordo colle grandi Compagnie ferroviarie per utilizzare le terre che esse posseggono lungo il percorso delle loro linee che si spingono verso l'interno in regioni spesso ancora non conquistate alla agricoltura. Le Compagnie cederebbero in proprietà, al prezzo di costo, i terreni che

posseggono o che acquisteranno in seguito; gli emigranti ne pagherebbero l'importo entro un periodo di 32 anni coll'interesse del 6 per cento. Per facilitare la formazione di colonie agricole saranno studiati speciali provvedimenti che metteranno in grado l'emigrante di procurarsi la casa, gli utensili del lavoro, e il necessario credito per i primi anni di lavoro.

Questo progetto, che è noto solo nelle sue grandi linee, presenta certamente degli aspetti molto promettenti e potrebbe rendere possibile una vasta corrente emigratoria. Esso formerà oggetto di speciali trattative fra i due Governi interessati.

Lo stesso problema della necessità dell'espansione italiana è molto sentito anche in Francia dove, per la invincibile diffidenza che si incontra a nostro riguardo suscita preoccupazioni ingiustificate. La stampa francese tratta ampiamente la questione ed in generale tende a riconoscere l'opportunità di appoggiare l'Italia nei suoi tentativi di procurarsi nuovi sbocchi per l'emigrazione.

Un avvenimento coloniale di notevole importanza è costituito dalla inaugurazione della Fiera campionaria di Tripoli. Essa vale da un lato a far comprendere alla popolazione locale la potenza industriale italiana e dall'altro serve a far conoscere agli italiani le possibilità che le nostre colonie mediterranee possono offrire. Le quali possibilità a giudicare dai favorevoli risultati dei primi tentativi di colonizzazione agricola, sono tutt'altro che disprezzabili.

\*

La politica finanziaria del Governo è stata decisamente riaffermata in più riprese dal Ministro Volpi nelle sue pubbliche dichiarazioni. Tale politica si fonda sui capisaldi seguenti: graduale rivalutazione della lira, riduzione progressiva della circolazione a cominciare da quella per conto dello Stato e aumento delle riserve auree, difesa del pareggio e dell'avanzo del bilancio statale, incitamento di tutte le forze produttive del Paese.

Il Ministro ha nuovamente rigettato ogni proposta di artificiale stabilizzazione della valuta, stabilizzazione che, per la nostra caratteristica di Paese importatore non potrebbe essere effettiva se non quando risultasse da una reale efficienza economica e finanziaria del Paese che si traducesse nell'andamento della bilancia dei pagamenti con l'estero.

Restano così nettamente smentite tutte le voci che ripetutamente e quasi incessantemente sorgono a diffondere l'opinione che il Governo tenda ad abbandonare la politica deflazionista e l'opera di progressiva valorizzazione della lira. Queste voci che sorgono non si sa dove, vengono fatte circolare ad arte e sono evidentemente interessate. E' vivamente a desiderarsi che il grande esperimento in corso per la rivalutazione della lira e la sistemazione della bilancia commerciale sia proseguito con inflessibile energia e colla volenterosa collaborazione di tutti i buoni cittadini che pongono l'interesse del Paese al di sopra delle discussioni politiche.

Non è ancora noto come siano state ripartite le somme liquide ricavate dalle sottoscrizioni al Prestito del Littorio, e qual parte di essa si sia dovuta deferire al ristabilimento di condizioni normali nel conto corrente dello Stato presso la Banca d'Italia. Il Ministro Volpi ha però dichiarato che l'equilibrio in questo campo è ormai stato raggiunto ciò che metterà in grado la Banca d'Italia di disporre di una maggior elasticità di mezzi per operazioni di sconto e di anticipazioni a favore delle industrie e dei commerci.

In un discorso tenuto a Venezia, il Ministro Volpi ha molto efficacemente sintetizzato la situazione presente dell'Italia e le vicende economiche e monetarie dello scorso anno.

Le nostre industrie risentono ora indubbiamente un periodo di crisi e di assestamento, che non assume però forme allarmanti. Lo splendido sviluppo preso da alcune di esse, ad onta delle avverse condizioni di mancanza di materie prime e di combustibili, dimostra la potenzialità dello spirito di iniziativa italiano anche nel campo industriale. Ne sono prova ad esempio l'industria della seta artificiale che è riuscita ad esportare per oltre mezzo miliardo di lire dei suoi prodotti; lo riconfermano le industrie tessili che si sono imposte su tanti mercati esteri, anche se in questo momento incontrano qualche difficoltà; e nel campo delle costruzioni meccaniche, l'industria automobilistica che esporta il 75 per cento dei suoi prodotti può ben dirsi che è alla testa della produzione mondiale per perfezione della produzione, come alla testa di tutte le Nazioni si pone l'Italia per le costruzioni aviatorie colle recenti brillantissime affermazioni che culminano nella traversata atlantica di De Pinedo.

Il Ministro ha ricordato le drammatiche vicende finanziarie del 1927, per le sfrenate speculazioni sulla moneta e sui cambi che si manifestarono sulle principali piazze bancarie del mondo. Specialmente nel mese di maggio la speculazione a Londra e a New York la speculazione toccò il colmo; le valute venivano trattate a miliardi e miliardi al giorno. Mentre ad esempio le contrattazioni ordinarie che servono agli effettivi bisogni dei traffici internazionali, per la lira si aggirano fra i 20 e i 30 miliardi al giorno, nei primi giorni del maggio dello scorso anno si toccarono per parecchi giorni i 3 miliardi di lire. Tuttavia la nostra moneta si risollevò, come è noto, prontamente dalla inevitabile scossa risentita come conseguenza di questo stato di cose e si sostenne energicamente sebbene da allora in poi il Governo abbia abbandonato qualunque forma di intervento a protezione della valuta, sia sul mercato interno che su quello internazionale.

Sebbene durante lo scorso anno si sia dovuto far fronte a pagamenti all'estero per molte centinaia di milioni in relazione al piano di consolidamento dei debiti di guerra, e sebbene sul bilancio abbiano gravato spese per 1.300 milioni per sussidi a mutilati o famiglie di caduti in guerra, è stato possibile realizzare un avanzo di bilancio di 2268 milioni.

L'importanza del fenomeno dei cambi in tutta la economia nazionale nei suoi scambi coll'estero, ha indotto il Governo a riordinare l'Istituto dei cambi; il riordino è una conseguenza della concentrazione nelle mani della Banca d'Italia, del servizio di emissione. L'Istituto rimane un Ente con propria personalità giuridica e con gestione autonoma. Esso viene posto sotto la vigilanza del Ministro delle Finanze, ed è presieduto dal Direttore generale della Banca d'Italia. L'Istituto dei Cambi diviene ora anche il normale provveditore delle divise estere necessarie per i pagamenti che devono essere fatti all'estero da parte del Tesoro per conto delle varie Amministrazioni dello Stato e per i pagamenti da parte della Cassa di ammortamento dei debiti di guerra.

L'Istituto dei cambi potrà svolgere un'opera molto importante concorrendo cogli Istituti di credito a facilitare lo sviluppo dei traffici coll'estero e facilitando tutte le possibilità di esportazione che l'attività industriale del Paese permette di affrontare.

Con queste nuove disposizioni si completa il ciclo delle riforme di carattere funzionale, cominciate colla istituzione della unità del diritto di emissione. Alla circolazione dei biglietti di banca, alla regolazione del credito e alle oscillazioni dei cambi presiedono ora organi speciali strettamente tecnici i quali affidano che questi fenomeni importantissimi saranno sorvegliati e regolati nell'interesse della Nazione in base alle effettive esigenze e possibilità della produzione del Paese.

Parecchi altri provvedimenti di carattere economico sono stati presi nello scorso mese dal Consiglio dei Ministri. Ricordiamo fra questi parecchi Decreti relativi a elettrificazioni di linee ferroviarie o tramviarie, fra le quali la Padova-Bagnoli, la Arezzo-Sinalunga, la Porto San Giorgio-Fermo-Amandola. Per lavori stradali di carattere urgente da eseguirsi nel territorio delle nuove Provincie, vennero stanziati 54 milioni; altre costruzioni stradali importanti furono deliberate per la Sicilia.

Il grave problema delle sistemazioni montane e dei rimboschimenti sembra essere compreso appieno dal Governo attuale, mentre era stato purtroppo fino ad ora molto trascurato nel nostro Paese. E' recentissima una circolare del Ministro Giuriati relativamente alla azione che le Società elettriche possono svolgere con l'appoggio del Governo, per il rimboscimento delle falde montane. Il Ministro Belluzzo ha poi presentato alla Camera un disegno di legge riguardante l'autorizzazione di spese straordinarie per l'esecuzione di sistemazioni idraulico forestali nei bacini montani. I 18 milioni che a tale scopo erano stati assegnati per gli esercizi 1921-25 stanno per esaurirsi e giustamente il Ministro prospetta la necessità che vengano stanziati nuovi fondi per non interrompere lo svolgimento del programma di lavori in via di esecuzione e che interessa la sistemazione di 43 bacini montani.

E' stato insediato il Consiglio di Amministrazione dell'Associazione nazionale per il controllo della combustione, a cui presiede l'Ing. Merlini. Il Ministro procedendo all'insediamento del Consiglio ha prospettato la duplice via lungo la quale dovrà svolgersi la attività del nuovo Ente. Le sue funzioni riguardano da una parte il controllo sotto l'aspetto della sicurezza pubblica e dall'altro quello per la economia e la migliore utilizzazione dei combustibili. In questo secondo campo di attività il nuovo Ente si differenzia dalle vecchie Associazioni Utenti Caldaie a vapore.

L'Associazione per il controllo della combustione viene così ad integrare l'opera che il Governo cerca di svolgere in ogni modo per lo sfruttamento delle risorse di combustibili esistenti sul territorio nazionale. Come abbiamo avvertito altra volta l'Azienda Generale Italiana dei Petroli (A.G.I.P.) ha iniziato per mezzo del suo Comitato Tecnico le ricerche petrolifere. Senza suscitare speranze eccessive, si può affermare che sono state riconosciute esistenti in parecchie località le condizioni geologiche necessarie per l'esistenza di accumuli di petrolio in quantità rilevanti. Gli scavi che si vanno svolgendo diranno quanto fondamento abbiano le speranze che questi primi studi hanno permesso di formulare. La gravità della nostra situazione in questo campo è bene lumeggiata dal fatto che, mentre nel 1926 abbiamo importato 657.756 tonnellate di combustibili liquidi per un valore di 735 milioni di lire, la produzione nazionale si limita a circa 5000 tonnellate all'anno; essa non rappresenta che la centocinquantesima parte del consumo totale il quale d'altra parte è prevedibile che vada continuamente e rapidamente crescendo conformemente a quanto si va verificando per tutti i grandi Paesi industriali.

Il movimento del traffico ferroviario presenta degli indici confortanti. Nel mese di dicembre scorso si caricarono 546.000 carri, con un aumento di 15.000 carri (pari al 3 per cento) rispetto al dicembre dell'anno precedente. Le merci caricate hanno raggiunto 5.274.000 tonnellate, superando di 145.000 tonnellate quelle dello scorso anno; si deve avvertire che i trasporti per conto dell'Amministrazione sono rimasti invariati.

Dal primo luglio 1926 al novembre 1926, i prodotti del traffico presentarono un aumento di 23 milioni sul corrispondente periodo del 1925, mentre nelle previsioni di esercizio si era supposto che i proventi per l'esercizio 1926-27 fossero inferiori a quelli dell'esercizio 1925-26.

I conti del Tesoro di questi ultimi mesi segnano un andamento sostenuto.

Il fondo cassa che alla fine di ottobre aveva toccato un minimo di 62 milioni, è risalito a 110 milioni a fine novembre per toccare i 770 milioni di lire a fine dicembre 1926. Vi è stato dunque un aumento di 700 milioni in soli due mesi. La ripresa del fondo di cassa è la naturale conseguenza della eliminazione di quella causa che aveva così fortemente rarefatto il fondo stesso nei mesi precedenti: vale a dire all'arresto nei rimborsi dei Buoni del Tesoro. La disponibilità di larghi mezzi liquidi da parte del Tesoro è un coefficiente importantissimo per la solidità finanziaria dello Stato.

Gli accertamenti definitivi delle entrate nel mese di dicembre 1926, hanno dato come risultato cifre ancora superiori a quelle che avevamo riportato nelle Note precedenti. E' risultato infatti che le entrate effettive ordinarie hanno in tale mese toccato la cifra più alta fino allora raggiunta. Infatti nel dicembre scorso furono incassati 2065 milioni di lire con un aumento di 78 milioni, pari al 4 per cento in confronto al dicembre 1925. Dal luglio al settembre 1926 furono incassati 9457 milioni di lire, con un aumento di 520 milioni; pari al 6 per cento, in confronto al secondo semestre dell'anno precedente.

Al 31 gennaio il fondo di cassa risultava ancora aumentato, raggiungendo gli 804 milioni di lire. Il conto generale di cassa, tenendo conto delle contabilità speciali, saliva a 2.225 milioni.

La situazione di bilancio al 31 gennaio 1927 registra un avanzo effettivo di 215 milioni; questa cifra supera di 104 milioni l'avanzo considerato nello stato di previsione, che è di 111 milioni per i primi sette mesi dell'esercizio in corso, ossia dal luglio 1926 al gennaio 1927.

Alla fine di gennaio 1925 si avevano 300 milioni di avanzo. Questa cifra è però solo apparentemente superiore a quella ottenuta nel corrente esercizio, perchè, come più volte abbiamo fatto osservare, gli avanzi dei due bilanci non sono computati nello stesso modo. Per rendere l'avanzo al gennaio 1927 confrontabile con quello presentato dal conto del Tesoro al 31 gennaio 1926, bisognerebbe aggiungere alla cifra suddetta, anche le seguenti: 146 milioni per costruzione di strade ferrate (che venivano computate a parte) e 299 milioni come quota parte del mezzo miliardo per la riduzione della circolazione bancaria per conto dello Stato. Si arriva in tal modo a un avanzo di ben 652 milioni, molto superiore quindi a quello dell'esercizio 1925-26 al 31 gennaio.

Nei primi sette mesi dell'esercizio in corso si è dunque realizzato un miglioramento di 352 milioni circa sull'esercizio precedente; di 819 milioni sullo stesso periodo dell'esercizio 1924-25; e di 958 milioni sui primi sette mesi dell'esercizio 1923-24.

Desumendo dall'avanzo ora detto di 652 milioni, la somma di 146 milioni spesa per costruzioni ferroviarie, si ottiene un avanzo di 506 milioni. Questa cifra è direttamente confrontabile collo stato di previsione del bilancio e risulta di 316 milioni superiore all'avanzo di 190 milioni previsto per l'intero esercizio. Nei primi sette mesi si è dunque realizzato un miglioramento di circa 390 milioni sulle previsioni di esercizio che darebbero un avanzo medio mensile di 16 milioni di lire.

Nel periodo dal luglio 1926 al gennaio 1927, le entrate effettive ordinarie e straordinarie ammontarono complessivamente a 11.891 milioni di lire superando di 1048 milioni la quota di previsione relativa a tale periodo e che era di 10.842 milioni di lire. Rispetto ai primi sette mesi dell'esercizio precedente le entrate furono superiori di ben 730 milioni circa. Queste cifre relative non si spostano sensibilmente se si introduce nel conto anche la voce: movimento di capitali.

Nello stesso periodo dal luglio 1926 al gennaio 1927, gli impegni di spesa assunti furono di 11.676 milioni di lire mantenendosi inferiori di 94 milioni circa alla quota di previsione relativa a tale periodo. Nei primi sette mesi dell'esercizio precedente, le spese erano state di 10.761 milioni, inferiori di 48 milioni alla quota di previsione. Tenuto conto delle variazioni avvenute allo stato di previsione per successivi provvedimenti, le spese totali per tutto l'esercizio sono previste in 19.856 milioni contro 18.365 milioni dell'esercizio precedente. Al gennaio 1927 si avevano ancora 1.589 milioni di stanziamenti non impegnati, mentre se ne avevano 1375 milioni al 31 gennaio 1926.

La situazione dei debiti pubblici interni, al 31 gennaio 1927, non era complessivamente variata da quella al 31 dicembre 1926, prescindendo dall'operazione del Prestito del Littorio. Complessivamente i debiti pubblici ammontarono a 84.485 milioni di lire, con una diminuzione di 6824 milioni in confronto al 30 giugno 1926, inizio del corrente esercizio; la maggiore diminuzione si ebbe nei Buoni ordinari del Tesoro, per 2623 milioni, nella circolazione bancaria per conto dello Stato, per 2500 milioni, nelle obbligazioni 4,75 % per 848 milioni e nei Buoni quinquennali, per 528 milioni di lire.

La circolazione complessiva bancaria e di Stato, ammontava, al 31 gennaio 1927, a 19.760 milioni, contro 20.133 milioni alla fine del mese di dicembre, con una diminuzione quindi di 373 milioni durante il gennaio. La circolazione bancaria per conto del commercio era alla fine di gennaio, di 13.769 milioni, dei quali 5827 si riferivano alla parte soggetta al noto limite dei 7 miliardi; la circolazione per conto dello Stato era di 4229 milioni. La circolazione dei biglietti di Stato era, alla fine di gennaio, di 1763 milioni, presentando una diminuzione di 30 milioni rispetto al mese precedente. La riserva metallica ed equiparata, che era di 2478 milioni al 31 dicembre, era aumentata a 2518 milioni al 31 gennaio.

La fine dello scorso anno 1926 ha segnato un certo risveglio nel movimento delle Società per azioni. Il numero di tali Società, al principio dell'anno 1926, era di 10.515 con un capitale complessivo di 36.277 milioni; alla fine del primo semestre, il loro numero era aumentato a 11.285 rappresentanti un capitale complessivo di 38.822 milioni di lire. Al 31 dicembre 1926, si era arrivati a 11.913 Società per un capitale totale di 40.215 milioni di lire. Gli investimenti netti che erano stati di 75 milioni in luglio, furono di 457 milioni in agosto, di 190 milioni in settembre, di 126 milioni in ottobre, di 200 milioni in novembre e di 354 milioni in dicembre. Siamo certamente ancora lontani dalle allegrie finanziarie del 1925 quando gli investimenti mensili si avvicinavano, od anche sorpassavano, il miliardo.

Le difficoltà monetarie contingenti e il graduale processo di risanamento della nostra compagine industriale e commerciale, continuano a far scontare gli errori e le leggerezze del passato. Ne sono indice doloroso ma necessario le statistiche dei fallimenti, il cui numero si mantiene sempre relativamente elevato. Mentre infatti nei primi anni del dopo guerra, fino al 1921 compreso, il numero medio dei fallimenti ogni mese si aggirava sulla cinquantina, tale media è andata poi progressivamente aumentando fino a diventare più che dieci volte maggiore negli anni 1924 e 1925. Nello scorso anno, la media mensile fu ancora più elevata arrivando a 654 fallimenti ogni mese. Nel novembre e nel dicembre 1926 il numero fu di circa 700 e nel gennaio 1927, tale numero arrivò a 838, nelle sole vecchie provincie del Regno. Il fenomeno dell'acuirsi della frequenza dei fallimenti, se non ancora preoccupante, comincia già a richiamare l'attenzione delle sfere competenti.

L'andamento del risparmio verso la fine dello scorso anno segna una leggera contrazione. I depositi nelle Casse postali di risparmio ammontavano al 31 dicembre 1926 a 10.323 milioni; i depositi nelle Casse di risparmio ordinarie erano di 1168 milioni alla fine del novembre 1926. Presso i sei principali Istituti di Credito, vi erano, al 30 novembre, depositi per 3203 milioni; alla stessa data le principali Banche popolari raccoglievano 946 milioni di depositi e le principali Banche regionali ne avevano altri 3.896 milioni. Il credito dei depositanti presso i Monti di Pietà erano di 769 milioni alla fine dicembre 1926.

Anche le rimesse degli emigranti, che erano andate aumentando durante i mesi estivi, hanno nuovamente cominciato a diminuire leggermente. I crediti presso le Casse postali di risparmio che erano di 3764 milioni alla fine settembre, sono declinate a 3642 milioni alla fine dicembre 1926. Un andamento analogo seguono le rimesse degli emigranti effettuate per mezzo del Banco di Napoli.

La disoccupazione, come sempre avviene nei mesi invernali, segna un certo incremento. Alla fine del mese di dicembre scorso si avevano 181.493 disoccupati, ai quali vanno aggiunti 10.210 operai che effettuano turni di lavoro. L'incremento si è verificato specialmente nelle industrie tessili, che attraversano un momento di crisi, in quelle delle costruzioni per effetto stagionale, e in quelle agricole pure per effetto stagionale. E' da osservarsi che la disoccupazione è in generale aumento in tutti gli Stati di Europa, ad esclusione della sola Inghilterra che comincia a riprendersi dalla gravissima crisi attraversata in seguito allo sciopero minerario.

L'andamento della corrente emigratoria indica una tendenza a una contrazione, e ciò non tanto per diminuita intensità della emigrazione, quanto per accresciuto numero dei ritorni. Quest'ultimo fenomeno è evidentemente in relazione colle difficoltà del mercato del lavoro in quasi tutti i Paesi dell'estero.

Durante tutto l'anno 1926, si ebbero complessivamente 283.443 emigrati, dai quali 164.387 si diressero in Paesi europei, e 119.055 oltre Oceano. Nello stesso anno si verificarono 170.203 ritorni di emigranti dall'estero, cosicchè l'eccedenza dei partiti sui ritornati, si riduce a 113.239 persone, contro 130.924 nel 1925 e 233.791 nel 1924. L'eccedenza dei partiti che era stata di circa 11 mila persone in settembre e di 18 mila circa in ottobre, si riduce a 3160 nel dicembre. Relativamente ai Paesi di destinazione, si può osservare che continua intensa la corrente emigratoria verso la Francia e che si manifesta una progressiva tendenza all'incremento nella emigrazione verso la Repubblica Argentina.

\*

Il mercato delle borse è stato durante il mese piuttosto tranquillo, orientato a quella fermezza che da qualche tempo è sopravvenuta a dare migliore impronta alle quotazioni per tanto tempo depresse e trascurate. Alcuni movimenti di una certa ampiezza si manifestarono in certi comparti di titoli, ma in generale si può dire che i valori non cambiano notevolmente dalle quotazioni dello scorso mese. Non è raro però che vengano registrati spostamenti sensibili, generalmente in progresso.

I titoli di Stato si sono manifestati piuttosto pesanti e declinano lentamente pur con qualche ripresa.

Molto animati sono stati i bancari fra i quali si notano oscillazioni di quota qualche volta rilevanti. Complessivamente però lo spostamento risultante non è molto grande. Il comparto chiude decisamente orientato al rialzo.

I titoli tessili hanno avuto un andamento molto accidentato con movimenti improvvisi e saltuari. Alcuni titoli fruiscono di rialzi sensibi-

lissimi, come le Rossari. In generale il gruppo ha avuto un periodo iniziale di forte progresso, a cui è seguita una rilassatezza che ha fatto perdere quasi tutto il guadagnato. In chiusura i titoli riprendevano per la maggior parte vigorosamente.

Ben tenuto e generalmente in progresso, il comparto dei titoli meccanici e metallurgici. Particolarmente favorite le Fiat le quali, pur attraverso qualche oscillazione, realizzano un guadagno di quasi 70 punti; pure in vantaggio sensibile sono state le Monte Amiata.

Movimenti molto vivaci hanno avuto i titoli saccariferi e gli immobiliari. Sensibilmente migliorati i titoli di esportazione.

Andamento piuttosto incerto ed ineguale hanno manifestato i titoli elettrici come risulta dai dati qui sotto riportati.

RENATO SAN NICOLÒ.

\* \*

#### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di febbraio 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	600	600	607
Vizzola . . . . .	500	990	970	972
Bresciana . . . . .	100	225	216	214
Adamello . . . . .	200	232	230	233
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	100	100	101
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	283,75	275,50	282
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	294	—	290
Adriatica . . . . .	100	198	198	216
Negri . . . . .	100	220	210	215
Ligure Toscana . . . . .	200	266	264	284
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	122	118	121
Elettrica Brioschi . . . . .	250	405	405	405
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	42	41	41
Idroelettrica Trezzo . . . . .	250	380	380	378
Elettrica Valdarno . . . . .	100	129	127	139
Tirso . . . . .	250	210	225	222
Terni . . . . .	400	440	445	455
Elettriche Meridionali . . . . .	250	290	290	288
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	169	165	163
Dinamo . . . . .	100	116	115	118

\*

#### Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di febbraio 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>				
Cardiff primario . . . . .	L. 245,—	a L. 250,—	alla tonn.	
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—	
Americano . . . . .	230,—	235,—	—	
Slesia . . . . .	230,—	235,—	—	
Sarre . . . . .	215,—	225,—	—	
<b>Antraciti</b>				
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	390,—	400,—	—	
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	400,—	410,—	—	
<b>Coke</b>				
Coke da gas nazionale . . . . .	350,—	—,—	—	
Coke da gas inglese . . . . .	—,—	—,—	—	
Coke metallurgico inglese o italia- liano di Savona . . . . .	285,—	290,—	—	
<b>Petrolio</b> . . . . .	236,—	315,—	al quint.	
<b>Nafta</b>				
Per Diesel . . . . .	535,—	565,—	alla tonn.	
Per caldaie . . . . .	500,—	530,—	—	
Benzina in fusti . . . . .	365,—	425,—	al quint.	

##### METALLI

<b>Ghisa</b>				
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 680,—	a L. 870,—	alla tonn.	
Middlesbrø N. 3 . . . . .	—,—	—,—	—	
Ematite . . . . .	760,—	770,—	—	
Lussemburgo-Lorena . . . . .	650,—	660,—	—	
<b>Ferro</b>				
Laminato omogeneo . . . . .	127,50	—,—	al quint.	
Poutrelles . . . . .	122,50	—,—	—	
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	130,—	—,—	—	
Tubi per gas . . . . .	260,—	—,—	—	
<b>Acciaio</b>				
Rapido per utensili . . . . .	1600,—	5100,—	—	
Martin resist. 50-70 . . . . .	210,—	260,—	—	
<b>Rame</b>				
Elettrolitico . . . . .	770,—	780,—	—	
In fogli comune . . . . .	1140,—	1150,—	—	
In barre tonde e quadre . . . . .	1060,—	1080,—	—	
Stagno in pani . . . . .	3650,—	3700,—	—	
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	530,—	550,—	—	
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	360,—	365,—	—	
Antimonio in pani . . . . .	900,—	925,—	—	
Ottone in barre . . . . .	750,—	770,—	—	

## LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali

### I recenti contatori della C. G. S. nel giudizio americano.

Come è noto, negli Stati Uniti d'America vige per il controllo dei contatori elettrici un codice, stabilito dall'American Institute of Electrical Engineers, il quale prescrive nell'esame di un determinato tipo di contatore nientemeno che 16 diverse prove: vale la pena di citarle. Si deve verificare:

- 1) l'esattezza di registrazione;
- 2) l'effetto della variazione del fattore di potenza;
- 3) " " " di tensione;
- 4) " " " di frequenza;
- 5) l'influenza dei campi esterni;
- 6) " delle variazioni di temperatura;
- 7) l'effetto di sovraccarichi istantanei e corti circuiti;
- 8) caduta di tensione nei circuiti amperometrici;
- 9) variazione dell'esattezza durante la prova;
- 10) prova con sovraccarico del 100, 200, 300 per cento;
- 11) coppia di avviamento;
- 12) riscaldamento dovuto alle perdite interne;
- 13) limiti di regolabilità;
- 14) consumo a vuoto;
- 15) rapporto fra la coppia e il peso dell'elemento mobile;
- 16) tensione a cui girano a vuoto.

Per tutte queste prove vi sono limiti di tolleranza molto ristretti. E' noto d'altra parte come i contatori americani siano reputati i migliori, e certamente sarebbero largamente adottati anche in Europa se il loro costo non fosse proibitivo.

Ci voleva certamente un certo coraggio e una grande confidenza nella bontà del prodotto per cimentare un contatore di produzione italiana a prove così rigorose in un Laboratorio americano: la C. G. S. ha avuto tale coraggio e avendo saputo che nel Laboratorio di Prove dell'Associazione delle Società Edison degli Stati Uniti si stava per fare uno studio sui contatori inglesi, tedeschi e svizzeri, con lodevole ardimento ha chiesto che anche il suo contatore fosse incluso nelle prove.

Le prove sono state svolte su dieci esemplari e il rapporto dettagliato occupa undici pagine di scritto e di tabelle; la conclusione relativa ai contatori C. G. S. è così indicata nel rapporto stesso: « I risultati delle prove mostrano che i contatori C. G. S. rispondono largamente a tutti i requisiti di esattezza prescritti dal Codice di prove americano, così che per quanto riguarda il comportamento elettrico e meccanico, questo tipo di contatore può essere considerato accettabile di fronte alle prescrizioni del Codice stesso ».

Notiamo che dalle prove erano stati a priori esclusi quei contatori che alcune fabbriche europee hanno messo sul mercato allo scopo di esportare in altri Paesi, nei quali la dogana si paga a peso, e perciò sono ridotti nelle loro dimensioni. Vengono così sperimentati soltanto i migliori tipi delle varie Case: l'industria italiana può quindi compiacersi di questo successo che mostra come si possa anche da noi produrre strumenti di classe superiore e a prezzi compatibili colle condizioni locali.

La C. G. S. che ha intensificato la sua produzione applicando i metodi più moderni di lavorazione ha in questi giorni messo sul mercato il contatore KIB, modello 1927, che oltre a parecchie migliorie di dettaglio ha raggiunto una qualità che interessa specialmente i venditori di energia elettrica, quella cioè di un consumo a vuoto assai ridotto. Esso infatti si aggira intorno ai 0,7 watt per i contatori luce alle tensioni normali in uso sulle nostre reti. Con questo il contatore C. G. S. si piazza definitivamente di fronte alla concorrenza estera con tutte le qualità che a un contatore si possono richiedere; esso risponde quindi all'appello del nostro Governo, il quale vuole che il prodotto nazionale sia il preferito, e vi risponde colle condizioni necessarie perchè ciò possa essere, e cioè colla bontà assoluta del prodotto colla larga produzione e colla convenienza dei prezzi.

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo o l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.



## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani. (\*)

- N. 199746 — FAZI N.: Fornello so'are (Cpl). — 11-6-1921.  
 N. 194673 — MAGINI U.: Sistema di costruzione di apparecchi di riscaldamento elettrico riscaldanti mediante filamenti, nastri o sbarre resistenti (Cpl). — 22-1-1921.  
 N. 198160 — NEGROMANTI A.: Apparecchio tessuto a riscaldamento elettrico (Cpl). — 30-4-1921.  
 N. 203725 — PAOLONI A.: Forni elettrici a riverbero mediante focolari elettrici funzionanti ad arco ed a resistenza (Cpl). — 25-1-1922.  
 N. 200596 — PICCININI A.: Sistema di chiusura idraulica dell'apertura di entrata degli elettrodi nella volta dei forni elettrici. — 9-7-1921.  
 N. 198895 — SCAGLIOTTI R.: Fornello elettrico da cucina (Cpl). — 30-5-21.  
 N. 206256 — TUA G. e CIOCE P.: Processo elettrico di riscaldamento di liquidi conduttori della corrente, e dispositivi per la sua attuazione (Cpl). — 19-12-1921.  
 N. 152375 — CLASSEN A.: Processo per la preparazione dell'ammoniaca dai nuovi elementi per mezzo di scariche elettriche. — 18-1-1916.  
 N. 185149 — LILIENFELD J. E., METALLBANK und METALLURGISCHES GESELL.: Procédé d'épuration électrique des gaz. — 19-5-1920.  
 N. 199930 — PLAUPUS FORSCHUNGSINSTITUT G. m. b. H.: Processo e dispositivo per effettuare reazioni elettrochimiche. — 28-5-1921.  
 N. 206932 — GALTAROSSA A. e ONGARO G.: Processo per ottenere un concime fosfomanganesifero al forno elettrico (Cpl). — 27-1-1922.  
 N. 207850 — DISPERATI T.: Tagliasigari automatico elettrico ed a mano. — 8-2-1922.  
 N. 204596 — ALLMANNA SVENSKA ELEKTRISKA AKTIEBOLAGET (Soc.): Indicateur de la pression moyenne indiquée aux cylindres des moteurs à combustion interne. — 15-11-1921.  
 N. 230786 — BARBAROU M. J. B.: Dispositivo di lubrificazione per motori a combustione interna o di altro tipo. — 20-5-1924.  
 N. 191233 — BARTHEL O. E.: Perfezionamenti negli stantuffi per motori a combustione interna e simili. — 24-9-1920.  
 N. 229556 — BARZANO ZANARDO: Perfezionamenti relativi a stantuffi di motori. — 5-5-1924.  
 N. 212322 — BENSON M.: Perfezionamenti negli o relativi agli apparecchi per la produzione di forza. — 28-7-1922.  
 N. 212288 — Lo stesso: Sistema per la produzione di un fluido di azionamento o di lavoro per motrici centrali. — 25-7-1922.  
 N. 185435 — BENTLEY MOTORS Ltd. e BENTLEY W. O.: Innovazioni nei blocchi dei cilindri per motori a combustione interna. — 10-5-1920.  
 N. 206378 — COMPAGNIE d'APPLICATIONS MECANQUES: Perfectionnements aux arbres vilebrequins. — 3-1-1922.  
 N. 205378 — CUTHBERT H. H.: Perfezionamenti agli agenti decarbonizzanti per motori a combustione interna e simili. — 10-12-1921.  
 N. 230870 — DE STRENS E.: Condensatore di vapore utilizzabile anche come riscaldatore d'acqua d'alimentazione per caldaie. — 23-5-1924.  
 N. 210327 — DONATH P. C.: Motore. — 20-5-1922.  
 N. 207974 — ELDRIDGE F. L.: Perfectionnements apportés aux dispositifs d'allumage employés avec les moteurs à combustion interne. — 11-3-22.  
 N. 231056 — ERSTE BRUENNER-MASCHINEN-FABRIKS-GESELLS.: Turbina a vapore o a gas. — 7-6-1924.  
 N. 231213 — FIORE A.: Motore e nafta con iniezione comandata e con accensione elettrica. — 6-6-1924.  
 N. 230919 — FRANCO G. e BAGNI G.: Motore a scoppio con tamburo ruotante sistema Bagni-Franco. — 22-3-1924.  
 N. 189442 — FRANKFURTER MASCHINENBAU A. G. vormals POKORNY & WITTEKURD GRUN WILLIBALD: Turbina azionabile sia con vapore fresco che con vapore già adoperato. — 10-7-1920.  
 N. 224244 — GATTA S. e COSTANTINI A.: Dispositivo di recupero ed economizzatore di benzina applicabile ai motori a scoppio. — 24-9-1925.  
 N. 204415 — GENERAL MOTORS RESEARCH CORPORATIONS: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 12-10-1921.  
 N. 161990 — THE GODWARD CARBURETTOR Cy, LONDON Ltd.: Perfezionamenti riguardanti i carburatori per motori a combustione interna o motori a scoppio. — 10-9-1917.  
 N. 206891 — HAEGELE A. & ZWEIGLE H.: Protecteur contre les retours de flammes dans les moteurs à essence. — 23-1-122.  
 N. 210155 — HYVERT J.: Appareil économiseur de carburant applicable aux moteurs à explosion. — 31-5-1922.  
 N. 207332 — JACQUES V.: Tore creux pour moteurs, pompes, compresseurs ou appareils semblables. — 21-2-1922.  
 N. 227446 — KAISLER P.: Sostanza per l'alimentazione dei motori a scoppio. — 28-1-1924.  
 N. 231012 — FRIED KRUPP A. G. GERMANIAWERFT: Dispositivo di avviamento ad aria compressa per motori a combustione. — 31-5-1925.  
 N. 204451 — LYNDE G., SOUMERVILLE A. W., ROBINSON J. G., & THE SUPERHERTER CORP.: Perfectionnements aux collecteurs pour surchauffeurs de vapeur. — 18-10-1921.  
 N. 197016 — MADLER F. L.: Interrupteur à levier pour appareils d'allumage électriques à commande mécanique des organes interrupteurs, actionné par des cames de défection. — 21-3-1921.

(\*) I Soci dell'A.E.I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca sui brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivo, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 202543 — MALONE J. F. J.: Méthode perfectionnée de production de force motrice. — 12-9-1921.  
 N. 204368 — MAZZIA E.: Sistema e dispositivo per la vaporizzazione e polverizzazione e per l'accensione elettrica di nafta, olii densi, petroli e simili carburanti greggi per motori e combustione interna specialmente applicabili agli autoveicoli. — 1-10-1921.  
 N. 192689 — MILES KNOLLES E., BUTCHER C. A.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 4-11-1920.  
 N. 231004 — MOTOREN-WERKE MANNHEIM A. G. vorm BENZ ABT. STATIONAERER MOTORENBAU: Disposizione delle pompe d'aria e d'acqua per i motori Diesel marini. — 30-5-1924.  
 N. 230977 — MURRAY T. E.: Perfezionamenti nelle caldaie. — 30-5-1924.  
 N. 230978 — Lo stesso: Perfezionamenti nelle caldaie. — 30-5-1924.  
 N. 230912 — NANIA G.: Motore a due tempi con pre-compressione sul carter. — 27-5-1924.  
 N. 230693 — NICCOLINI G.: Apparecchio turbo-carburatore. — 26-5-1924.  
 N. 231144 — NOTO F., HARRAZ R.: Apparecchio automatico di controllo e d'immediata interruzione della marcia dei motori in conseguenza di lubrificazione totalmente nulla o deficiente o difettosa o comunque non adatta. — 11-6-1924.  
 N. 188818 — PEECKE D. J.: Processo di funzionamento per motori a scoppio. — 9-7-1920.  
 N. 229687 — PINO G.: Economizzatore benzo-acetilenico per motori a scoppio. — 18-4-1924.  
 N. 231180 — PINTACUDA C. & FRILLI U.: Apparecchio per alimentazione forzata di miscela nei motori a scoppio. — 19-5-1924.  
 N. 210193 — RUTHERFORD R. & ORTON H. C.: Perfezionamenti relativi a motori a combustione interna. — 3-5-1922.  
 N. 214342 — SCHNEIDER H.: Moteur à combustion interne. — 2-10-1922.  
 N. 231043 — SENKRA MOTOREN G. m. b. H.: Dispositivo regolatore per motori a combustione. — 6-6-1924.  
 N. 205256 — SKWING AIRCRAFT CORP.: Perfezionamenti ai motori a combustione interna rotativi. — 23-11-1921.  
 N. 205991 — SOC. ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MECANQUES: Perfectionnements apportés aux installations de chaudières comportant des réchauffeurs d'eau d'alimentation. — 20-11-1921.  
 N. 185113 — SOC. AN. DES ANCIENS ETABLISSEMENTS PNHARD & LEVASSOR: Perfectionnements apportés au graissage des moteurs. — 15-5-1920.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI ROMA

La sera di giovedì 20 gennaio e i pomeriggi di sabato 22 e sabato 29 si sono avute, la conferenza dell'Ing. Motti, direttore della Sezione Studi e Lavori della Società Meridionale di Eletticità, e le due lezioni del Prof. Kennelly dell'Università Harvard di Boston. I due ospiti sono stati molto festeggiati dai soci romani, un gruppo dei quali ha anzi voluto intrattenersi in una cordiale colazione. Alla simpatica riunione, durante la quale ha regnato il più elettrico brio, insieme con le maggiori autorità del campo elettrotecnico, industriale e scientifico, fra cui, oltre al Presidente Del Buono, i Proff. Lombardi, Bordoni, Di Pirro, il Comm. Pession, l'Ing. Fano, l'Ing. Salvadori, sono intervenute anche alcune personalità del campo fisico e matematico, fra gli altri il Sen. Corbino, il Prof. Enriquez. Allo spumante il Presidente Del Buono, brindando agli ospiti, ha pertanto auspicato con felici parole al sempre più intimo connubio fra la scienza e la tecnica, fecondo di sempre più rapidi progressi nell'attività umana. Hanno quindi ringraziato il Prof. Kennelly e l'Ing. Motti con cortesi parole per il Presidente e per gli intervenuti.

\*

La conferenza dell'Ing. Motti, accompagnata da una lunga e interessantissima cinematografia, ha illustrato gli impianti della Società Meridionale di Eletticità. Fra i moltissimi intervenuti erano anche alcune fra le maggiori personalità elettrotecniche e della finanza (notato fra gli altri il Presidente della Meridionale Gr. Uff. Fenoglio. Il Presidente della Sezione, Ing. Del Buono portò il saluto al Presidente della Società Meridionale Gr. Uff. Fenoglio ed al Direttore, Ing. Cenaro, mettendo in rilievo come la loro opera abbia formato della Società Meridionale di Eletticità un vastissimo insieme che comprende e controlla le imprese elettriche del Mezzogiorno da Roma in giù formando una delle più importanti organizzazioni elettriche d'Italia.

La conferenza e la cinematografia, già tenute in precedenza a Napoli e a Milano, hanno illustrato il grandioso progresso degli impianti della Meridionale, dai primi tempi della esistenza della Società fino ad oggi. Sono stati passati così in rassegna la prima centrale termoelettrica di Napoli, a corrente continua, costruita sul finire del secolo scorso; gli impianti di Tusciano, con una linea fra le prime costruite a 30.000 V; quelli del Lere; la linea Pescara-Napoli, la prima

in Europa alla tensione di 88.000 V (anni 1910-11) oggi modificata nella sua prima parte mediante la sostituzione di isolatori sospesi agli antichi fissi; la sottostazione di Poggio Reale; gli impianti sul Tanagro e sull'Aventino, quelli del Matese, la linea a 60.000 V Matese-Foggia-Bari; la recentissima termica Maurizio-Capua, oggi con due gruppi di 50.000 cavalli complessivi, la linea a 60.000 V. Palagiano-Taranto-Lecce, e quella Liri-Napoli a 60.000 egualmente ma con isolatori sospesi.

La seconda parte della cinematografia ha poi riportato alcune fasi della costruzione delle linee della Sila, e in particolare di quella a 150 kV Sila-Puglie: la costruzione di fondazioni di pali costituite da solette in calcestruzzo armato, l'alzamento dei pali, la costruzione di fondazioni a blocchetti isolati per pali di tipo americano, e la costruzione dei pali stessi in posto, il montaggio delle catene di isolatori, il tesamento dei conduttori (in alluminio-acciaio per la parte di montagna) l'esecuzione dei giunti, sono stati eseguiti come al vero dagli intervenuti. Nè è mancata la parte artistica, veramente agevole nella Sila, ricca di aspetti suggestivi nelle sue distese nevose.

L'oratore infine ha illustrato gli impianti che la Meridionale si propone di eseguire in seguito per completare quello che potrebbe dirsi il piano regolatore del Mezzogiorno d'Italia, che collegherà con un'unica grandiosa rete il centro d'Italia alle sue estreme pendici meridionali.

\*

Le due lezioni del Prof. Kennelly sulle funzioni iperboliche e le loro applicazioni ai problemi dell'elettrotecnica sono state tenute sotto l'auspicio dell'A. E. I. e del Seminario di Matematica della R. Università, nell'Aula dell'Istituto Fisico, alla presenza di numerosi intervenuti, fra cui i maggiori nostri elettrotecnici, matematici e fisici.

L'oratore in una rapida e lucida sintesi ha richiamato le caratteristiche delle funzioni iperboliche, istituendo per esse un breve confronto con quelle circolari; è quindi passato all'applicazione di esse ai problemi relativi ai circuiti simmetrici e dissimmetrici; ha infine mostrato il modo di determinarne i valori, illustrando la costruzione dei grafici che ne permettono la determinazione con la maggiore celerità e precisione desiderabile. Chiudendo quindi il suo dire ha espresso l'augurio che il continuo progredire della scienza possa essere causa di una intesa sempre più completa dei popoli sulla via del progresso. Ha risposto, fra gli altri, il Prof. Lombardi notando anzitutto come l'accordo auspicato dal Kennelly sia già un fatto compiuto per gli elettrotecnici di tutti i Paesi; passando all'importanza della meravigliosa opera del Kennelly egli ha voluto mettere a raffronto la lentezza e la difficoltà dei calcoli delle prime linee di trasmissione, studiate intorno al 1891, con la enorme rapidità, precisione e facilità consentite dagli odierni metodi; ha voluto infine ricordare, accanto al Kennelly, lo Steinmetz, che fu con lui il pioniere del moderno metodo di calcolo, e con lui seppero plasmarne questo meraviglioso strumento che permette agli elettrotecnici moderni, di affrontare senza difficoltà i più complessi problemi elettrotecnici.

\*

In seguito alle elezioni tenutesi la sera del 22 febbraio nell'assemblea ordinaria dei soci, il Consiglio Direttivo risulta così composto:

*Presidente*: Salvadori Ing. Prof. Riccardo.

*Vice-Presidente*: Fano Comm. Ing. Guido.

*Segretario*: Asta Ing. Antonino.

*Cassiere*: Capuano Ing. Guido.

*Consiglieri*: Berdoni Prof. Ing. Ugo; Ceradini Comm. Ing. Emilio; Lombardi Prof. Ing. Luigi; Mengarini Sen. Prof. Guglielmo; Novi Comm. Ing. Michelangelo; Schupper Comm. Ing. Francesco.

*Consiglieri Delegati alla Sede Centrale*: Biagini Comm. Ing. Augusto; Cesari Ing. Ettore; Civita Comm. Ing. Domenico; Del Buono Cr. Uff. Ing. Ulisse; Di Cave Ing. Vito Simone; Di Pirro Prof. Dott. Giovanni; Faranda Ing. Comm. Alberto; Magagnini Gr. Uff. Ing. Giacomo; Passeri Cav. Ing. Salvatore; Peretti Comm. Ing. Ettore; Urbinati Ing. Mario; Virgili Comm. Ing. Enea.

\* \*

## SEZIONE DI PALERMO

**Adunata del 5 febbraio 1927.**

*Ordine del giorno di convocazione.*

- 1) Relazione morale e finanziaria dell'esercizio 1926;
- 2) Elezioni generali del Consiglio Direttivo;
- 3) Contributo per le onoranze ad A. Volta;
- 4) Comunicazioni della Presidenza.

*Succinta Relazione dell'Adunanza - Votazioni:*

Sono presenti i soci: Prof. Dina; Marchese Montallegro; Barone Tomasini; Sig. Cardella; Sig. Seccia; Ing. Iace; Sig. Brusca; Ing. Di Raimondo; Cav. Grasso; Ing. Trossarelli; Ing. Cataliotti; Ing. Senn; Ing. Lo Presti; Sig. Eusonchet; Ing. Zava; Ing. Bernasconi;

Ing. Giammona; Ing. Folco; Ing. Cecconi; Ing. Raverta; Sig. Marchetti; Ing. Polizzi Cav. Genuardi; Ing. Vaccaro; Sig. Ligas; Prof. Masticchi; Ing. Serravalle; Ing. Restivo; Ing. Marino Giacomo; Ing. Casella.

Hanno giustificata la loro assenza i soci: Sig. Cocilovo; Avv. Cocilovo; Prof. Buttafarri; Sig. Messina; Avv. Castellucci; Sig. Carradori.

Il Presidente, Ing. Lo Presti, dichiara aperta la seduta e dopo un breve riassunto sulla attività della sezione nell'anno decorso, sottopone all'assemblea il Bilancio consuntivo del 1926.

L'assemblea l'approva.

Si passa quindi all'elezione per le cariche del Consiglio Direttivo per il triennio 1927-29.

Risultano eletti i seguenti soci:

*Presidente*: Buttafarri Ing. Cav. Gaetano.

*Vice-Presidente*: Lo Presti Ing. Comm. Stefano.

*Segretario*: Casella Ing. Attilio.

*Cassiere*: Tomasini Barone Francesco.

*Consiglieri*: Bergmann Ing. Cav. Emanuele; Bonaccorsi Ing. Cav. Eugenio; Consiglio Ing. Cav. Luigi; Roco Ing. Renato; Santangelo Ing. Giambattista; Senn Ing. Ecardo.

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale ed incaricati della revisione dei conti:

Masticchi Prof. Cav. Felice; Trossarelli Ing. Comm. Ottavio; Dina Ing. Prof. Alberto.

Il Presidente esprime il suo compiacimento per la scelta fatta dall'assemblea e dà lettura di una circolare della Presidenza Generale, che a mente del deliberato dell'Assemblea Generale dei soci, tenuta a Brescia il 5 settembre 1926, stabilisce i seguenti contributi per le onoranze ad A. Volta:

Soci individuali L. 15 — Soci collettivi L. 50.

Le quote che i soci devono versare per l'anno 1927 restano quindi così fissate:

	Quota sociale	Contributo onoranze a Volta	Totale
Soci individuali residenti . . . . .	L. 60	L. 15	L. 75
Soci individuali non residenti, dimoranti nel Regno . . . . .	" 55	" 15	" 70
Soci individuali non residenti, dimoranti all'estero . . . . .	" 100	" 15	" 115
Soci collettivi . . . . .	" 175	" 50	" 225

Prende occasione da ciò per informare i soci di quanto è a sua conoscenza sulla preparazione delle onoranze in Como al Sommo Fisico, onore e vanto della Patria nostra, in occasione del primo centenario della sua morte.

Dopo di che dichiara chiusa la seduta.

## BILANCIO CONSUNTIVO ANNO 1926

### Attivo:

Resto attivo al 31 dicembre 1925 . . . . .	L.	3.256,44
N. 107 soci individuali residenti a L. 60 . . . . .	"	6.420,—
N. 9 " " " a " 55 . . . . .	"	495,—
N. 12 " collettivi " a " 175 . . . . .	"	2.100,—
Arretrati recuperati . . . . .	"	250,—
Interessi attivi su depositi . . . . .	"	138,20

Totale attivo . . . . . L. 12.659,64

### Passivo:

Sede Centrale 133 quote soci individuali . . . . .	L.	5.985,—
" " 3 " " " esteri . . . . .	"	270,—
" " 13 " " collettivi . . . . .	"	1.560,—
Diritti esazione . . . . .	"	204,—
Stampa, inviti e posta Segreteria . . . . .	"	53,75
Posta di Cassa e bolli . . . . .	"	29,55
Contributo sede sociale L. 315,60 + L. 1262,40 . . . . .	"	1.578,—
Custodia e pulizia . . . . .	"	365,—
Onoranze socio defunto Ing. Todaro . . . . .	"	100,—

Totale passivo . . . . . L. 10.145,30

Resto di cassa che si porta ad esercizio 1927 . . . . . L. 2.514,34

L. 12.659,64

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La tecnica delle grandi linee.

Dopo la prima linea a 135 kV della Soc. Interregionale, costruita nell'immediato dopo guerra, le linee analoghe si sono andate rapidamente sviluppando nel nostro Paese costituendo già oggi una rete notevole. Non è qui il caso di ricordare le ragioni per cui si è andato generalizzando un valore così ibrido di altissima tensione, che trova pochissimo riscontro all'estero tanto che non fu compreso nelle tensioni raccomandate dalla Commissione El. Internazionale. Il fatto non toglie importanza e bellezza tecnica alle nostre linee che tornano a tutto onore dei nostri ingegneri. Di esse il nostro giornale ebbe più volte ad occuparsi e ricordiamo le note del Norsa sulla linea dell'Interregionale e sull'attraversamento del Po, quella del Manfredi sulla linea della Lombarda ed altre parecchie; ma non avevamo ancora avuto occasione di scendere ai particolari costruttivi. Ci è dato di farlo oggi, grazie all'Ing. DALLA VERDE, con la descrizione della nuova linea dalla Valle d'Aosta a Torino della S.I.P. Lo scritto, oltre che ricco di dati e di notizie interessantissime, è corredato dai disegni dei tipi principali di pali, di mensole, di sospensioni etc., disegni che abbiamo avuto cura di far trasformare formalmente, nell'intento di renderne facile la lettura, secondo il sistema costantemente seguito nelle nostre descrizioni di impianti. La pubblicazione, che illustra anche la sottostazione di arrivo, riuscirà così veramente preziosa per quanti dovranno studiare o costruire linee di tal genere.

### Riunioni internazionali.

Richiamiamo l'attenzione dei colleghi sulle notizie pubblicate in cronaca a tale riguardo. Soprattutto vogliamo rilevare la importanza del Convegno dei fisici e degli elettrologi che si svolgerà a Como nella prima decade di settembre. Ad esso, invitati, hanno già promesso di partecipare quasi tutti i maggiori scienziati viventi nel mondo, e scorrendone l'elenco riportato più avanti, non si può che ammirare l'iniziativa del Comitato voltiano che avrà saputo riunire, per onorare la memoria del nostro Grande, tutti i più grandi nomi della fisica contemporanea.

### Onoranze al Prof. Grassi.

Il Prof. Guido Grassi, il terzo presidente generale della nostra A.E.I. si è ritirato dall'insegnamento per limite di età. L'innumerabile stuolo dei suoi allievi e dei suoi estimatori vuole giustamente esprimerli in modo tangibile tutta la sua ammirazione. Ed il nostro Presidente generale — succeduto al Prof. Grassi nella Scuola di Torino — rivolge più avanti un invito in proposito ai Consoci. L'invito sarà superfluo, perchè certamente ogni elettrotecnico vorrà, come noi, associarsi di tutto cuore, fin d'ora, alla simpatica iniziativa.

### Illuminazione pubblica.

Continuando nella sua veramente lodevole opera di propaganda, l'Ing. PERI ha parlato a Milano degli importanti risultati sperimentali da lui raccolti sull'impianto di illuminazione stradale di Torino, e della sua interessante comunicazione siamo lieti di poter pubblicare oggi un riassunto.

LA REDAZIONE.

### NOTE E RILIEVI SULLA ILLUMINAZIONE DI STRADE

□ □ □ □ □ □

G. PERI



Sunto di una comunicazione alla Sezione di Milano  
il 18 febbraio 1927

Scopo di questa comunicazione è di vedere se ed in quanto può essere migliorata in qualità ed in quantità la illuminazione delle strade senza aumentare la spesa di lumen o di watt, senza installare lampade più potenti od a minori intervalli, per cui in effetto non occorre proprio l'arte dell'ingegnere, ma semplicemente utilizzando meglio ciò che è disponibile, spingendo il rendimento fotometrico della installazione a livelli più alti.

Questa indagine è stata eseguita valendosi del vasto campo di esperimento dell'impianto di illuminazione pubblica di Torino (10.000 lampade del tipo serie di varie potenze luminose, varie intensità di corrente, varie marche di fabbrica): i risultati sono evidentemente di carattere generale, nulla mutando per gli stessi se invece che in quella città le esperienze fossero state eseguite in un'altra. Molti erano già i dati affidati a tabelle, progetti e diagrammi riferentisi alla luce ottenibile dalle lampade, dagli apparecchi di illuminazione ed alla illuminazione di strade, e sono in gran parte di origine commerciale; ma è sembrato che nella moderna tendenza, ora sentimento in atto, di fare da noi più che si può e meglio che si può, il volere per questo riguardo controllare quei dati, aggiungerne ad essi dei nuovi, formarci insomma delle basi di giudizio e di guida con l'esperienza diretta, potesse tornare opera utile.

La illuminazione di una strada dipende dalle ore di servizio della lampada, dallo stato della lanterna e dalla disposizione dei centri luminosi nella strada.

\*

Le lampade del tipo serie, prese a sè, sono ciò che di più irregolare ed indisciplinato possa immaginarsi; chi aumenta di intensità col tempo, chi diminuisce, chi muore presto, chi vive lungamente; prese nel loro insieme obbediscono a qualche legge, che per quanto non individuabile con costante esattezza, è sufficiente per le deduzioni pratiche.

Dalle esperienze fatte su parecchie migliaia di lampade <sup>(1)</sup> può dedursi che la loro intensità luminosa aumenta col tempo sino alle 800 ore in media circa, indi decresce più o meno rapidamente. La durata media totale delle lampade è stata riscontrata di ore 2000 in cifra tonda. Nell'intervallo dalle 800 alle 2000 ore le lampade non rendono in luce quanto consumano in energia: occorre toglierle dal servizio qualche tempo prima, precisamente quando l'occhio, che è il migliore giudice, vede che ce n'è bisogno.

In questi ultimi anni i fabbricanti di lampade hanno appunto indirizzato la costruzione ad abbreviare la vita delle lampade, per diminuire il costo del lumen-ora; ed i risultati di cui sopra confermano questo ordine di idee. Al presente è stato dichiarato che intendimento della fabbricazione sarebbe il far morire senz'altro la lampada alle 1000 ore, in maniera da eliminare il periodo di decadenza, sostituendo alla morte per esaurimento.

(1) L'Elettrotecnica, 21 febbraio 1926.

rimento, e che dà luogo (per incuria dell'utente) ad abbassamenti di illuminazione molto sgradevoli, una morte per sincope, sia permesso il termine, nella pienezza cioè dei mezzi di illuminazione della lampada. Nonostante tutti i progressi della costruzione e le più esatte dosature di ingredienti nel bulbo della lampada, c'è luogo a restar dubbiosi se simile risultato è raggiungibile, cosicché non sembrerebbe fuori posto tenere come buono il regime attuale, restando pacifico che le lampade vanno sostituite quando la loro luminosità è manifestamente scarsa, cura questa che in niun modo potrebbe essere sottratta all'utente, nemmeno fornendogli lampade a regime più forzato, perché le necessità dell'esercizio sono determinate non dal comportamento medio delle lampade, ma dai casi singoli.

\*

Le esperienze citate hanno dimostrato che la vita media è maggiore per le lampade di limitata intensità luminosa; ad es., la lampada di 10.000 lumen muore a 1700 ore, quella da 1000 lumen a 2300. Non è detto che questa sia una regola, per quanto qualche ragione in tal senso potrebbe esserci. Tuttavia questa osservazione può avere il suo peso nel decidere circa il limite superiore di intensità da adottarsi per le lampade stradali; in Italia, tolta qualche eccezione, ci siamo fermati a 10.000 lumen; in America si è arrivati successivamente a 15.000, 20.000, 50.000 lumen. Non bisogna però dimenticare che le illuminazioni sfarzose con tali potenti lampade hanno colà carattere commerciale, poichè i negozianti frontisti pagano le spese in parte discreta, e si sa che i negozianti, specie quelli delle grandi strade, hanno in genere più soldi dei Comuni. Ad ogni modo è solo dalla esperienza con tali unità potenti che si potranno trarre dei dati circa l'economia o meno del relativo esercizio.

\*

Il secondo fattore che influisce sulla illuminazione è lo stato della lanterna, dipendente dall'intervallo tra le pulizie periodiche.

Una lanterna del tipo pendente con cappello metallico e globo prismatico assorbe, in media, nuova e pulita, il 30 per cento della luce emessa dalla lampada. Tale lanterna dopo 45 giorni di esposizione, in servizio, alle intemperie e alla polvere stradale assorbe il 42 per cento <sup>(2)</sup>. Se si pensa che in servizio corrente le lanterne non solo non sono nuove e pulite, ma racchiudono lampade invecchiate, con bulbo polveroso e filamento di deficiente splendore, riesce facile a capirsi come, per tali ragioni di trascuratezza nella manutenzione dell'impianto, il rendimento della lanterna possa abbassarsi a meno di metà (e quindi la illuminazione sul piano stradale a meno di metà) di quanto competerebbe a lanterna e lampada nuova.

Ciò è comprovato dalle esperienze citate in appresso.

\*

Infine gli elementi che più da vicino interessano la illuminazione sono il tipo degli apparecchi e la loro disposizione nella strada.

Le misurazioni su strada eseguite a tale effetto <sup>(3)</sup> hanno avuto essenzialmente lo scopo di paragonare:

- a) il globo opalino col globo prismatico (rifrattore);
- b) l'impianto di lampade centrali rispetto a quello con lampade laterali;
- c) il rifrattore asimmetrico rispetto al rifrattore simmetrico.

Come elementi determinanti la illuminazione si sono assunti: la intensità della illuminazione orizzontale su di un piano all'altezza di m 1,10 dal suolo, il coefficiente di distribuzione della illuminazione (rapporto tra massimo e minimo), il coefficiente di utilizzazione del flusso luminoso. Quest'ultimo definisce il rendimento della illuminazione in quanto dice quale percentuale del flusso luminoso è realmente utilizzato per la illuminazione del piano stradale di riferimento.

Una lanterna con lampada da 10.000 lumen, ad es., emetterà in servizio corrente, stando a quanto si è già detto, 6000 lumen; di questi solo una parte contribuirà alla illuminazione del piano stradale, mettiamo 2500 lumen (rendimento 0,25), l'altra parte essendo assorbita dalle pareti degli edifici o cadendo al di là della strada. Giova osservare che mentre nella illumi-

nazione di interni il giuoco delle riflessioni molteplici tra pareti e soffitto ha, di solito, importanza notevole sia per aumentare, sia, particolarmente, per uniformare la illuminazione, tali effetti sono trascurabili nella illuminazione stradale e per la maggior vastità dell'ambiente e per il potere riflettente bassissimo dei muri. Conseguenza che anche le illuminazioni stradali meglio studiate avranno dei rendimenti (rispetto ai lux di illuminazione orizzontale) molto modesti, di 0,35 al massimo, mentre per la illuminazione di interni nei casi più favorevoli si può arrivare al doppio.

Questo spiega anche la cura che nella illuminazione stradale si deve avere alla scelta delle unità illuminanti, specialmente in rapporto alla uniformità della illuminazione, ogni capacità di dare una illuminazione più o meno uniforme risiedendo esclusivamente nel tipo di apparecchio adottato.

Le misure eseguite sono di puro carattere fotometrico, escludendo deliberatamente considerazioni di abbagliamento, riflessione speculare, visione per contrasto, illuminazione di piani verticali, ecc., tutte cose queste di somma importanza, ma destinate nel caso in esame più a complicare che a chiarire la materia.

\*

In una strada larga m 12 illuminata con lanterne centrali e lampade da 10.000 lumen, alte dal suolo m 7 e ad intervalli di m 40, fu misurata la illuminazione nei due casi di lanterne provviste di rifrattore e di globo opalino. Le lanterne erano del solito tipo pendente con cappello in lamiera metallica. Le curve isolux fanno vedere quanto già era noto: che nella installazione con globi opalini tanto i massimi, che i minimi della illuminazione sono molto accertati, col risultato che mentre la illuminazione media nei due casi non varia di molto (3,85 per globi opalini contro 3,44 per rifrattori), risulta molto peggiorato cogli opalini il fattore di disuniformità della illuminazione (30,26 contro 9,99).

Misure analoghe eseguite dopo circa due mesi che i lampioni con rifrattore erano in servizio, senza essere puliti, hanno dimostrato che la illuminazione era scesa a meno di metà.

\*

In un'altra strada, pure illuminata con lampade centrali, della potenza di 2000 lumen, sospese all'altezza di m 6,50 e ad intervalli di m 40, fu confrontato l'effetto di illuminazione ottenibile dai rifrattori asimmetrici (con emissione secondo due direzioni a 180°) rispetto ai rifrattori uniformi (il cui solido fotometrico è un solido di rivoluzione).

Man mano che cresce l'attitudine delle sorgenti ad illuminare i punti lontani, le curve isolux (che nel caso di una sorgente unica sarebbero rigorosamente altrettanti cerchi) tendono a schiacciarsi, ad allungarsi nella direzione in cui questo aumento di illuminazione tende a realizzarsi, cioè, nel caso nostro, lungo la congiungente le lampade o mezzaria della strada. Se la strada è stretta, l'aumento di illuminazione è considerevole; se la strada è larga, l'aumento di illuminazione lungo la mezzaria è controbilanciato da una diminuzione di illuminazione ai fianchi, ciò che non solo frena la illuminazione media, ma può creare squilibri troppo forti nella distribuzione delle chiarezze.

Nel caso trattato di strada larga 12 metri l'aumento di illuminazione media passando dall'installazione con rifrattori simmetrici a quella con rifrattori asimmetrici è risultato del 50 per cento; ciò significa che di altrettanto è cresciuta la utilizzazione del flusso luminoso e che in ragione inversa è diminuita la spesa per lux e per m<sup>2</sup> di area illuminata. Il fattore di disuniformità è, per quanto molto leggermente, aumentato con i rifrattori asimmetrici (10,28 contro 9).

Si supponga ora che la strada sia larga solo cinque metri, e di queste ce ne sono ancora parecchie nel cuore delle nostre principali città. In questo caso i due fasci, opposti, di massima emissione del rifrattore asimmetrico sono sufficientemente ampi per coprire tutta la larghezza della strada: le zone oscure laterali spariscono; la illuminazione media cresce, il fattore di disuniformità diminuisce.

Misure eseguite in una strada larga m 5 hanno appunto dimostrato che la illuminazione media, con l'adozione di rifrattori asimmetrici invece che simmetrici, può aumentare del 100 per cento e il fattore di disuniformità diminuire del 50 per cento. Ciò vuol dire godere, a pari spesa, di una illuminazione doppia e molto meglio distribuita.

In questa strada larga cinque metri (lampioni centrali alti m 5 dal suolo ed a intervalli di m 40), il fattore di utilizzazione del flusso luminoso, usando lanterne ad emissione simmetrica,

<sup>(2)</sup> L'Elettrotecnica, 5 novembre 1925.

<sup>(3)</sup> L'Elettrotecnica, 25 settembre 1926.



può variare dal 10 per cento al 15 per cento. Contentarsi di simili valori (certo molto bassi se si riflette alla piccola altezza di sospensione delle lampade) equivarrebbe nella tecnica degli impianti ad accontentarsi per un impianto di distribuzione di energia o per una macchina elettrica di rendimenti del 50 per cento; eppure tanta è la forza dell'uso che quello che là ci farebbe rabbrivire è da molti qui accettato inconsapevolmente.

\*

Un ultimo ordine di misure sono state eseguite in una strada illuminata con lampade laterali sempre da 2000 lumen (bracci a muro alternati ai fianchi della strada), alla solita distanza di m 40 in longitudinale. I rifrattori asimmetrici adatti per tale applicazione differiscono dai precedenti in quanto le due ali di massima emissione non sono opposte, ma formano tra di loro un certo angolo, in modo da poter dirigere la luce lungo la mezzaria della strada. Supposta ad es., la lanterna in corrispondenza del filo del marciapiede, le due ali di massima emissione formano ciascuna col filo del marciapiede l'angolo di  $10 \div 15^\circ$ .

Queste ali per la disposizione delle lampade ai fianchi della strada vengono ad incrociarsi, in modo che lungo la mezzaria la illuminazione riesce forte ed uniforme.

E' noto dal buon senso e dal calcolo che, per il maggiore assorbimento di flusso da parte dei muri, il rendimento della illuminazione è minore nelle installazioni con lampade laterali che nelle installazioni con lampade centrali. La strada qui trattata è come pavimentazione, come colorazione e manutenzione degli edifici perfettamente analoga a quella precedente pure larga m 12, con lampade centrali; di più in essa i lampioni erano sospesi a m 5 invece che 6,50.

Le misure hanno dimostrato che, nel caso di ambedue le strade illuminate con rifrattori uniformi, il coefficiente di utilizzazione del flusso si abbassa da 0,23 (lampade centrali) a 0,18 (lampade laterali). Sostituendo in quest'ultimo impianto i rifrattori uniformi con altri asimmetrici, il coefficiente di utilizzazione sale di botto a 0,30; anche qui, come nel caso precedente, con questa semplice modificazione la illuminazione media a pari spesa quasi si raddoppia. L'impiego di questi rifrattori asimmetrici offre dunque reale utilità; un caso sarebbe quello dei candelabri ornamentali, nelle strade di grande importanza, allineati lungo il filo del marciapiede; gli altri casi sono stati fuggevolmente accennati in quanto precede.

\*

Una voce concorde si leva da ogni dove ed incita a migliorare la illuminazione, a conseguire livelli più alti. Certo la scala da percorrere, anche nella illuminazione stradale, è piuttosto elevata. Orbene, se qualche gradino di questa scala potrà essere superato senza aumentare la spesa di lumen, bensì aumentandone il rendimento, sarà tanto di guadagnato che darà ragione e soddisfazione alla nostra arte di ingegneri; sarà un risultato che s'incornicia nel quadro generale e superiore dell'economia nazionale, che tutti dobbiamo fattivamente servire.

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).	
Annate arretrate .....	cad. L. 100,—
più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno .....	» 100,—
» per l'Estero .....	» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....	» 4,—
» per l'Estero .....	» 8,—
più per postali	» 1,50

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche	» 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli olii .....	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo .....	» 2,—
più per postali	» 0,80

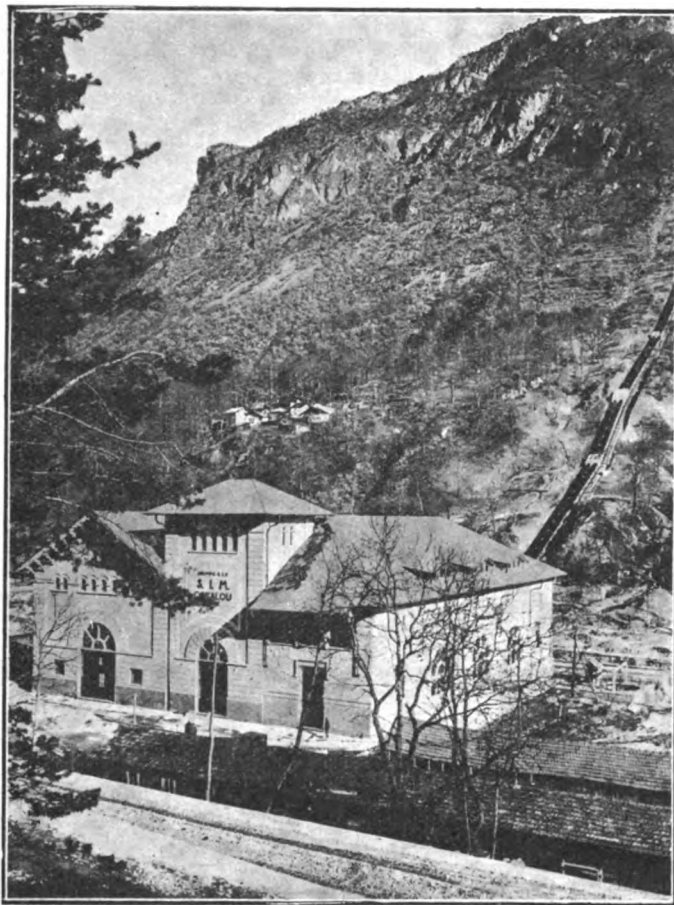
Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

## LA LINEA A 135 000 VOLT DALLA VALLE D'AOSTA A TORINO

A. DALLA VERDE

Il giorno 22 dicembre 1926 è entrata in funzione la nuova grande linea elettrica destinata a portare a Torino l'energia dei nuovi impianti che il Gruppo S. I. P. (Società Idroelettrica Piemonte) ha costruito ed ha in corso di costruzione nella Valle d'Aosta.

Per ora vi fanno capo solo le Centrali del Marmore (Maën e Covalou), ma presto essa servirà anche per quelle dell'Evançon in costruzione e del Lys già in esercizio (v. *Elettrotecnica*, 1923, pag. 790-813).



Centrale di Covalou.

Attualmente la linea funziona a 75 kV, ma è montata per 135 kV, alla quale tensione si conta di funzionare entro il 1927.

E' questa una delle grandi linee a tensione elevatissima che — nel programma del Gruppo — dovranno convergere su Torino, e fa parte di quel vasto complesso di superlinee, rappresentato nella fig. 1, che, attraverso la pianura Padana, collegano il Piave e il Trentino, con la Valtellina, con il Canton Ticino e con le Valli Piemontesi.

Nel nodo di Cislago cui fanno già capo le linee dall'Alto Brembo (v. *Elettrotecnica*, 1924, pag. 50), vi sarà la possibilità di altri allacciamenti con le reti di altri gruppi, sì da ottenere la migliore utilizzazione di tutte le energie.

Nella fig. 2 è rappresentato lo schema sommario degli impianti sul Marmore e sull'Evançon, con le cabine fino a Torino: come si vede, per lo svolgimento di tutti i lavori occorrerà raddoppiare la linea attuale; ma già con le sole terne ora montate si potranno trasportare fino a  $80\,000 \div 100\,000$  kW.

La descrizione di questa linea è già apparsa nella rivista «Sincronizzando...» del febbraio 1927. L'Autore, consentendo gentilmente a questa nuova pubblicazione, ha voluto anche arricchirla di nuovi ed interessanti dati. Del che vivamente lo ringraziamo.

(N. d. R.).

## Tracciato (v. fig. 3).

La linea attuale si può considerare divisa in tre tratti:  
MAËN- COVALOU. — Collegamento fra le Centrali del

centro principale di distribuzione, lunga 60,803 km; previste due palificazioni a due terne, montata una sola palificazione.  
Come si vede nella planimetria, per arrivare a Cabina Stura (ex cabina Aosta, fuori della Barriera Milano) si è do-

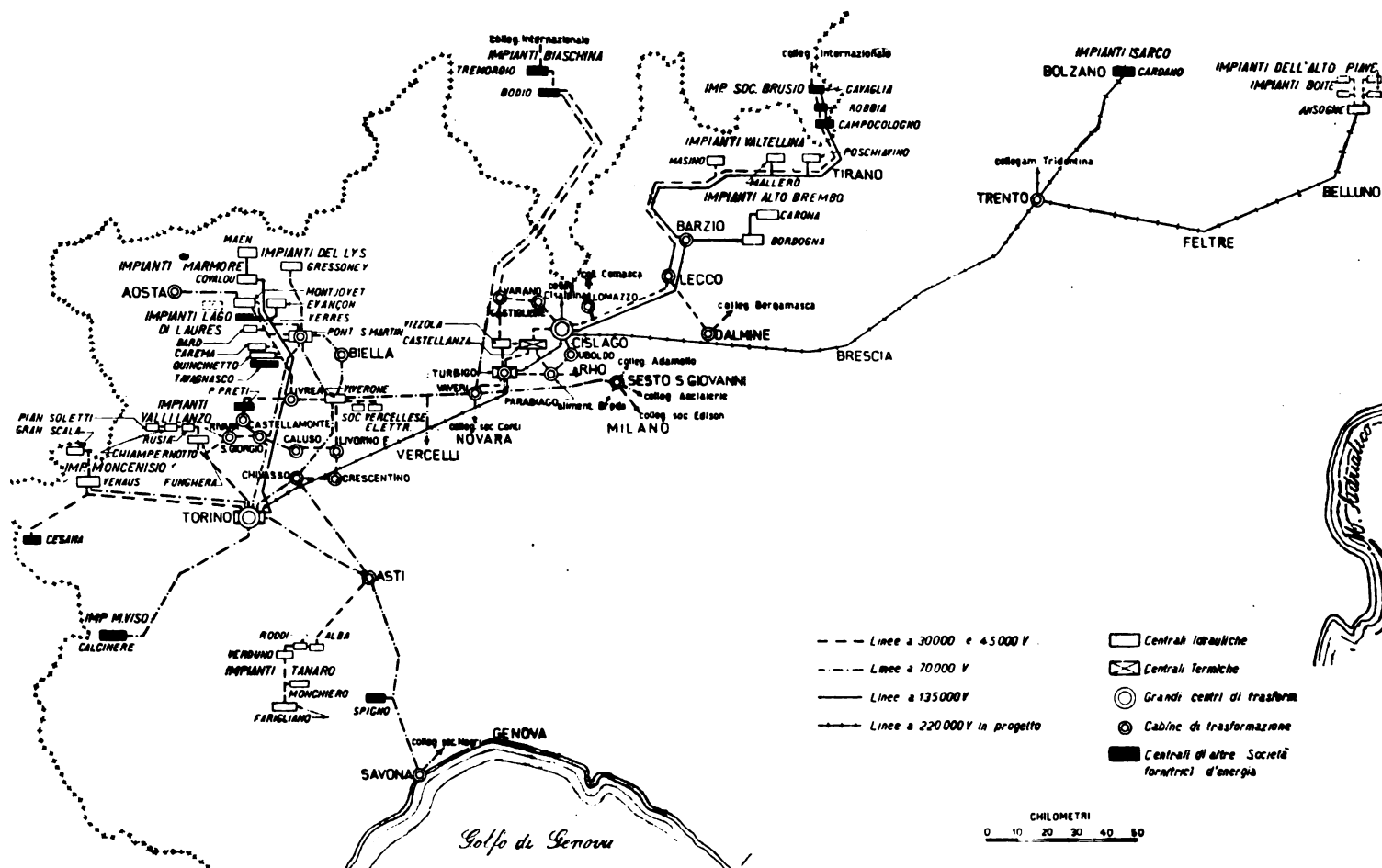


Fig. 1. — Tracciato schematico linee di trasmissione S. I. P.

Marmore, lungo 11 374 km; previste due palificazioni a una terna, montata una sola palificazione.

vuto fare un ampio giro allo scopo di evitare la grandiosa agglomerazione dei nuovi Stabilimenti Snia-Viscosa e anche per orientare l'ultima parte della linea secondo gli arrivi delle future linee da Cislago. Con tutto ciò, si sono incontrate notevolissime difficoltà negli espropri, si da dover ricorrere all'acquisto di ampie e lunghe zone di terreno.

La linea parte da quota 1341,10 sul mare e scende a 226,70 di Cabina Aosta (v. profilo fig. 4); nella tratta di montagna si svolge a mezza costa, inerpicandosi anche su erti cozzuoli dove v'erano speciali difficoltà da superare (ad esem-

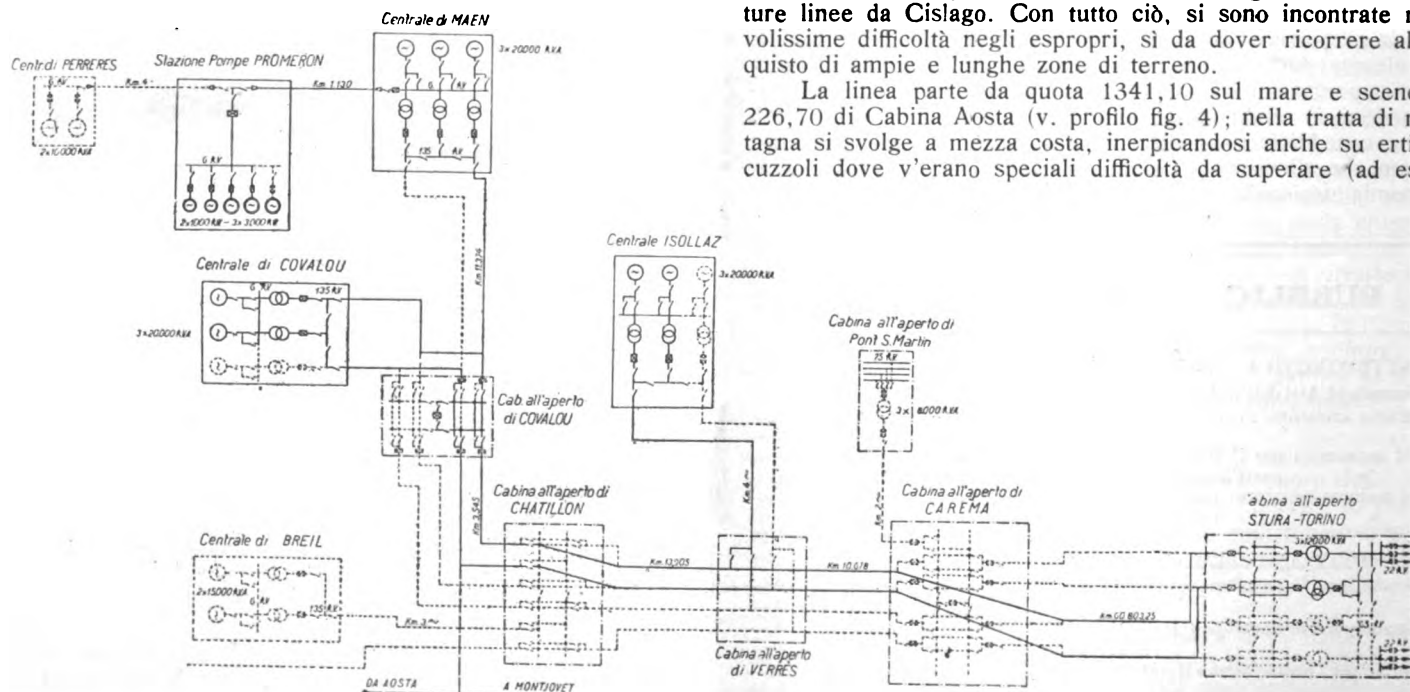


Fig. 2. — Schema sommario 135 kV.

COVALOU-CAREMA. — Arteria colletttrice delle energie della Bassa Valle d'Aosta, lunga 28,128 km; previste due palificazioni a due terne, montata una sola palificazione.

CAREMA-TORINO. — Alimentazione della città di Torino

pio nei pressi di Châtillon, di Montjovet e di Bard). Molte sono le campate con dislivello notevole: la più caratteristica è quella presso Verrès dove i due pali — distanti 336 m in orizzontale — hanno una differenza di quota di 105 m. La campata più





Fig. 3. — Planimetria.

lunga è di 456 m e sovrappassa ad un vallone presso il forte di Bard, consacrato alla storia dal passaggio di Napoleone nel 1800.

Ad eccezione di questo sovrappasso e di qualche tratto paludoso, non vi furono — per il tracciato — difficoltà speciali, pur tenendo presente i gravi vincoli imposti dai numerosi attraversamenti, i quali nei 100 m di sviluppo totale sono:

- 15 di strade intercomunali in manutenzione alla Provincia;
- 15 di strade provinciali;
- 32 di linee telegrafiche-telefoniche di Stato e private;
- 37 di linee elettriche ad alta e bassa tensione;
- 6 di linee ferroviarie o tramviarie;
- 18 di fiumi o torrenti.

Come detto, la linea fa capo a cabina Stura dove — presso gli edifici della sottostazione attuale — è in corso di costruzione una cabina all'aperto, prevista per l'arrivo di quattro terne e per l'installazione delle relative

quattro terne di trasformatori, destinati ad abbassare la tensione da 120 kV circa a 22 kV (tensione della distribuzione in cavi a Torino) oppure a 65 kV (tensione dell'anello di alimentazione attorno alla città). In detta cabina verranno anche installati dei motori sincroni per elevare il fattore di potenza della trasmissione e permettere il trasporto di 50 000 kW per terna in condizioni ancora economicamente convenienti e tecnicamente possibili per la regolazione della tensione.

#### Caratteristiche meccaniche.

**Conduttori.** — Dopo un esame accurato fra treccia in alluminio-acciaio e treccia in rame, venne data la preferenza a quest'ultimo.

Per il tratto Maën-Covalou, si adottò la treccia a 19 fili sezione complessiva 134 mm<sup>2</sup>; per il rimanente la treccia a 19 fili sezione complessiva 109 mm<sup>2</sup>.

La resistenza meccanica alla rottura controllata su molti campioni risultò intorno a 38 ÷ 40 kg/mm<sup>2</sup>.

Il peso del rame per l'intera linea fu di circa 600 000 kg.

Per la « campata di Napoleone » si adoperò treccia di bronzo fosforoso a 37 fili, sezione complessiva 158 mm<sup>2</sup>; carico di rottura 60 kg/mm<sup>2</sup>.

La linea è munita anche del conduttore di guardia, costituito da treccia di acciaio dolce a 7 fili, sezione complessiva 50 mm<sup>2</sup>, con carico di rottura 70 ÷ 80 kg/mm<sup>2</sup>.

**Sovraccarichi e sollecitazioni dei conduttori.** — Su questo argomento molti sono i pareri. Dopo un esame accurato delle varie prescrizioni esistenti nei vari paesi, e delle condizioni atmosferiche della zona attraversata, si fecero i

calcoli basandosi sulle due ipotesi del massimo vento alla minima temperatura e della neve senza coesistenza di vento.

E precisamente si ammise per tutta la linea uno sforzo prodotto dal vento alla minima temperatura (— 20°), di 120 kg/m<sup>2</sup> per superfici piane e 76 kg/m<sup>2</sup> per superfici cilindriche. In queste condizioni le massime sollecitazioni nel rame e nell'acciaio non dovevano superare rispettivamente 9 e 15 kg/mm<sup>2</sup>; cui corrisponde un coefficiente di sicurezza di 4,25 per il rame e 4,65 per l'acciaio.

Il massimo sovraccarico dovuto alla neve si suppose verificarsi alla temperatura 0° e non coesistente col vento; per il tratto Maën-Covalou si ammise un peso di neve di kg 1,85 al metro e per il resto della linea, tale peso si ridusse a kg 1,60 al metro. Le sollecitazioni del rame e dell'acciaio non superarono rispettivamente 15 e 32 kg/mm<sup>2</sup> cui corrisponde un coefficiente di sicurezza di circa 2,5.

Naturalmente per le campate di attraversamento si adottarono i sovraccarichi e le sollecitazioni richieste dai vari enti interessati.

**Freccie.** — In base alle ipotesi sopra enunciate e fissando come normale la campata di m 220, si ricavarono le seguenti tabelle:

Tratto Maën-Covalou.

Condizioni atmosferiche	Rame		Acciaio		Annotazioni
	Freccie m	Tensioni kg/mm <sup>2</sup>	Freccie m	Tensioni kg/mm <sup>2</sup>	
— 20° con vento . .	8,30	9,—	7,10	13,50	Per campata di 220 m
0° con neve. . .	9,30	14,9	8,40	32,—	
+ 40° con vento . .	9,30	8,—	7,90	12,25	
+ 20° senza vento .	8,75	6,15	7,30	6,45	

Tratto Covalou-Torino.

Condizioni atmosferiche	Rame		Acciaio		Annotazioni
	Freccie m	Tensioni kg/mm <sup>2</sup>	Freccie m	Tensioni kg/mm <sup>2</sup>	
— 20° con vento . .	8,60	9,—	7,70	12,75	Per campata di 220 m
0° con neve. . .	9,50	15,—	9,65	28,—	
+ 40° con vento . .	9,50	8,—	8,40	11,50	
+ 20° senza vento .	9,—	6,—	7,80	6,—	

Per la compilazione dei dati di posa del rame si tenne anzitutto presente la differenza sostanziale di comportamento fra linee ad isolatori rigidi e linee ad isolatori sospesi. Per quest'ultime, infatti, in una serie di campate a successive, compresa fra due amarraggi, il conduttore assume per tutte l'identica tensione, alle varie condizioni di carico e di tem-



Campata di Napoleone (lunghezza m 456).



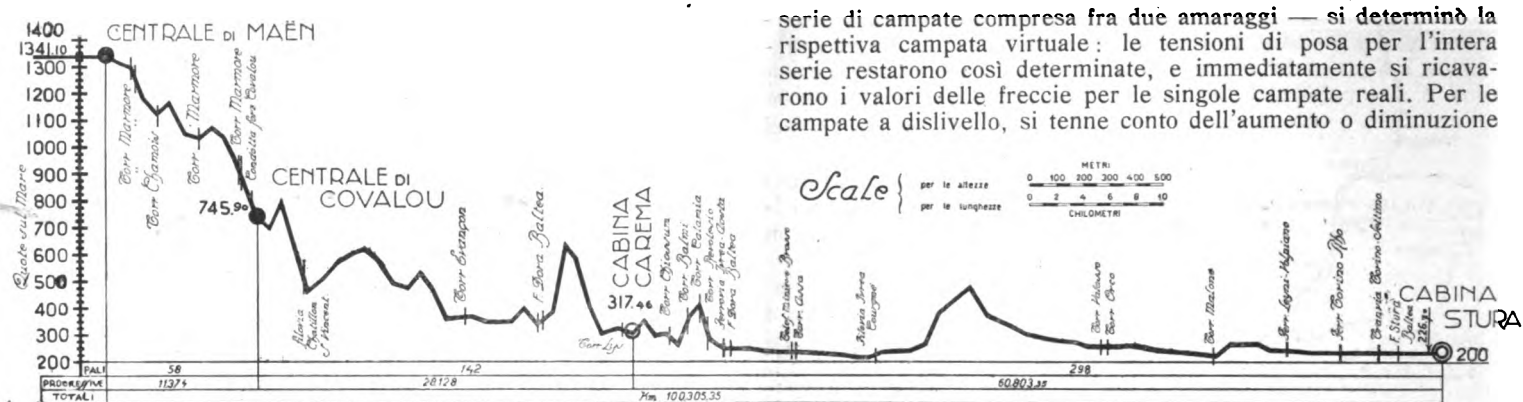


Fig. 4. — Profilo.

peratura, indipendentemente dalla lunghezza delle singole campate reali.

Si dimostra che tale tensione è quella che si avrebbe con una certa campata media  $V$  che possiamo chiamare *virtuale* <sup>(1)</sup>, per la quale valgono le ordinarie relazioni fra carichi, tensioni e temperature e che è definita dalla relazione:

$$V = \sqrt{\frac{\sum a^2}{\sum a}}$$

Pertanto, valendosi dei sistemi ordinari di calcolo, oppure dei comodi abacchi pubblicati dai vari autori (ad es. quello ottimo degli Ingg. Guido e Marco Semenza) si ricavò la tabella delle tensioni medie per varie campate (virtuali) e varie temperature sulla base delle ipotesi prima indicate. E precisamente, per campate virtuali più corte di 220 m (che è insieme — con le nostre ipotesi — campata normale e *campata limite*) si partì dalla condizione corrispondente al sovraccarico alla temperatura più bassa (— 20° e vento), mentre per campate virtuali più lunghe la condizione di partenza fu quella a 0° con neve <sup>(2)</sup>.

Stabilite le tensioni per le varie campate virtuali, si passò alla applicazione per le campate *reali*. A tale scopo — per ogni

di tensione, rispetto alla tensione media nella serie, dovuti al peso del conduttore e si controllò che nei punti più alti non si superassero mai i limiti di sollecitazione sopra ammessi. In

<sup>(1)</sup> Il concetto di campata virtuale scaturisce dal seguente ragionamento:

In una serie di tesate  $a \dots a_n$  ad appoggi scorrevoli compresa fra due amarraggi, variando la temperatura ed il carico dalle condizioni 1 alle condizioni 2, varia la tensione in modo da soddisfare sempre la equazione:

$$1) \quad \Sigma a + \frac{\delta_1^2}{24 \cdot t_1} \cdot \Sigma a^2 = \Sigma a + \frac{\delta_2^2}{24 \cdot t_2} \cdot \Sigma a^2 + (\theta_1 - \theta_2) \cdot \Sigma a - \frac{t_2 - t_1}{E} \cdot \Sigma a$$

nella quale:

$a$  = campate reali in m;  
 $\delta$  = peso del conduttore con sovraccarico in kg/mm<sup>2</sup>;  
 $t$  = tensione in kg/mm<sup>2</sup>;  
 $\theta$  = temperatura in gradi centigradi;  
 $\alpha$  = coefficiente di dilatazione termica per 1°;  
 $E$  = modulo di elasticità in kg/mm<sup>2</sup>.

Dalla 1) si ricava:

$$2) \quad \frac{1}{24} \frac{\Sigma a^2}{\Sigma a} \cdot \left[ \left( \frac{\delta_2}{t_2} \right)^2 - \left( \frac{\delta_1}{t_1} \right)^2 \right] = \frac{t_2 - t_1}{E} - \alpha (\theta_1 - \theta_2)$$

La 2) si riduce alla solita relazione fondamentale che lega carichi, temperature e tensioni nelle campate ad isolatori rigidi qualora, al posto della campata reale  $a$ , si ponga appunto la «campata virtuale»

$$V = \sqrt{\frac{\Sigma a^2}{\Sigma a}}$$

<sup>(2)</sup> Fissate due tensioni  $t_1$  e  $t_2$ , che non si vogliono superare rispettivamente alle temperature  $\theta_1$  e  $\theta_2$ , con i sovraccarichi caratterizzati da  $\delta_1$  e  $\delta_2$  (kg per mm<sup>2</sup>), chiamiamo *campata limite* (nel caso di appoggi scorrevoli *campata limite virtuale*)  $V_L$ , quella per la quale nelle condizioni 1 la tensione è appunto  $t_1$  e nelle condizioni 2 la tensione risulta  $t_2$ .

Dalla relazione 2) della nota precedente si ricava:

$$V_L = \sqrt{\frac{1}{24} \frac{\Sigma a^2}{\Sigma a} \cdot \left[ \left( \frac{\delta_2}{t_2} \right)^2 - \left( \frac{\delta_1}{t_1} \right)^2 \right] \cdot \frac{E}{t_2 - t_1} + \alpha (\theta_1 - \theta_2) \cdot E}$$

Nel nostro caso risulta:

$$V_L \approx 220 \text{ m.}$$

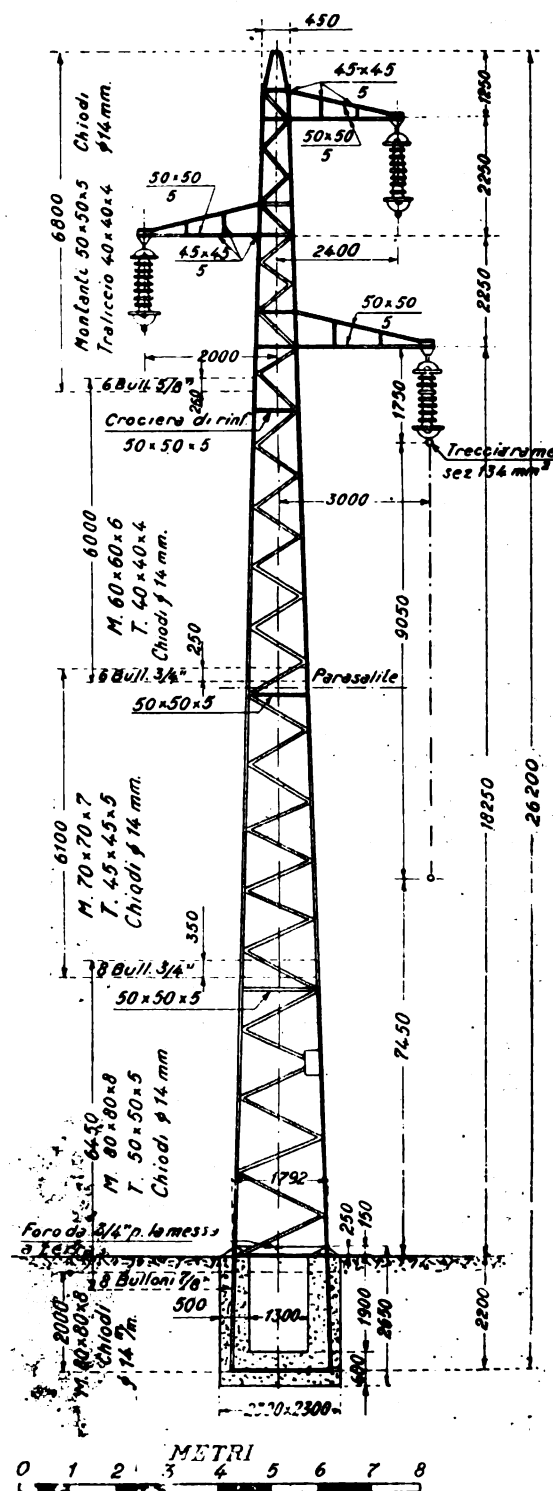


Fig. 5. — Palo 3 M n





raggio, nelle quali gli isolatori lavorano a tutto il tiro del conduttore, e sostituirle con una sola catena che lavora soltanto alla risultante del tiro delle due campate.

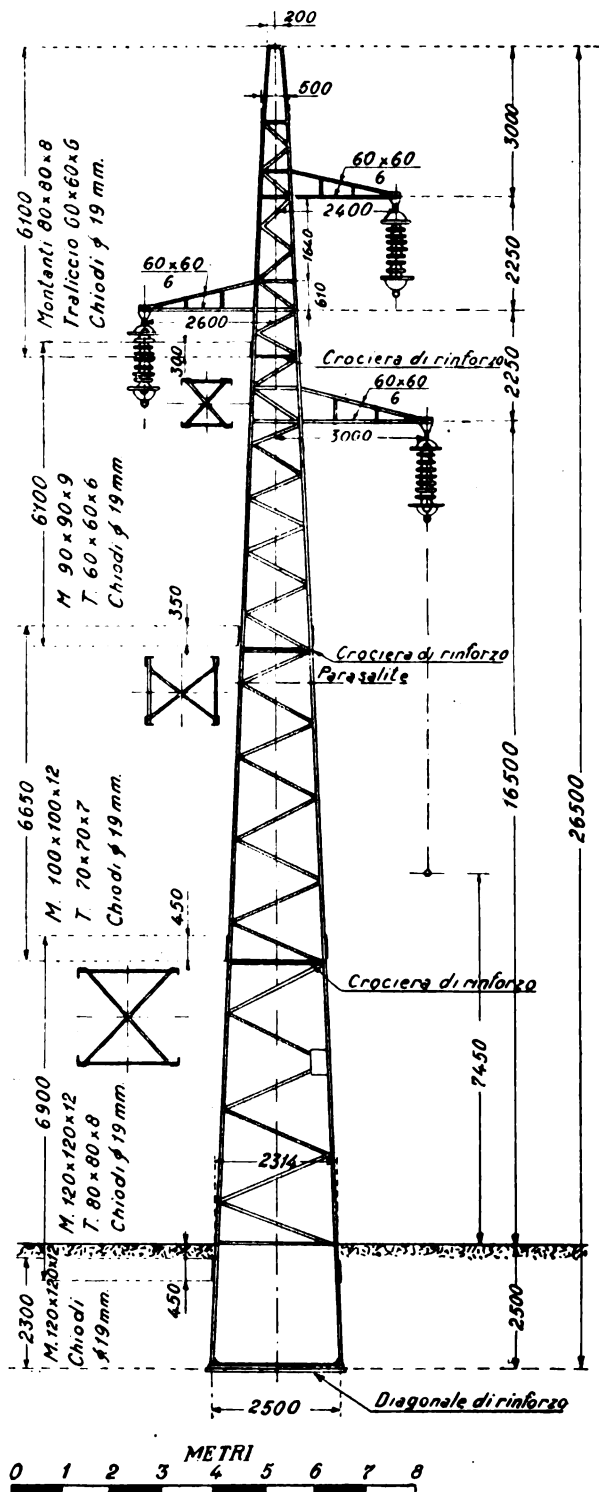


Fig. 8. — Palo 3 M - A.

**Formule.** — Per determinare i valori degli sforzi dovuti alle varie forze in giuoco, si adottarono le formule raccolte dalla « Commissione pali » della Sezione di Milano della Associazione Elettrotecnica Italiana e pubblicate nella *Elettrotecnica* il 25 luglio 1922. Per il calcolo dei tralicci dei pali d'angolo si tenne conto del momento torcente dovuto alla rottura di uno o più conduttori.

I pesi dei singoli tipi di palo — di lunghezza normale — risultano dalla seguente tabella:

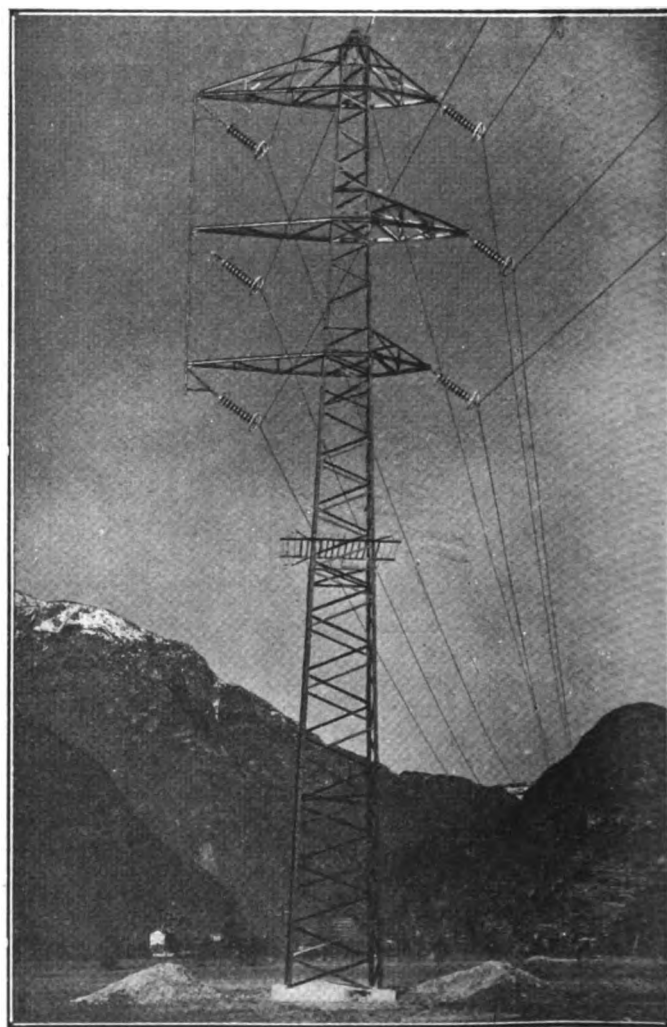
Tipi	Pali a una terna	Pali a due terne
Palo normale. . . . .	kg 1900	kg 3575
» per 15° . . . . .	» 2550	» 4750
» » 20° . . . . .	» 3015	» 5100
» » 35° . . . . .	» —	» 6125
» » amarraggio . . . . .	» 4000	» —

Come detto, non si costruirono pali d'amarraggio per doppia terna; si adottarono invece pali a una sola terna che meglio si prestano alle entrate nelle cabine. Anche per la campata più lunga si suddivisero le due terne su due coppie di pali, ciascuna a una terna, per poter aumentare le distanze fra i conduttori.

Il numero e il peso di pali (o di coppie di pali) risultò il seguente:

	Tronco Maën Covalou l = 11,374 km	Tronco Covalou-Torino l = 88,931 km
Pali normali . . . . .	38	283
» per 15° . . . . .	8	43
» » 20° . . . . .	7	69
» » 35° . . . . .	—	27
» » amarraggi . . . . .	5	6 coppie a 1 terna
» ferroviari . . . . .	—	12
Totale . . . . .	58	440
Campata media . . . . .	m 196	m 202
Peso complessivo . . . . .	kg 136 250	kg 1 879 700
» per km . . . . .	» 12 000	» 21 250
» medio per palo . . . . .	» 2 350	» 4 825

Il peso effettivo dei pali è risultato superiore di circa il 30 per cento a quello teorico che si sarebbe ottenuto con soli pali normali e con campate di 220 metri.



Palo d'angolo (per angolo fino a 20°).

**Fondazioni.** — Per i pali normali si adottarono basamenti cavi, con riempimento di terra e con dosatura di 150 kg di cemento per m<sup>3</sup> di beton.

I pali d'angolo ebbero fondazioni piene, del tipo comune.

Le proporzioni dei basamenti rispondono al concetto di ottenere un momento di stabilità 1,4 volte quello massimo di rovesciamento, tenendo conto dell'azione della terra all'ingiro.

**Prese di terra.** — Tutti i pali sono collegati a terra (fig. 9) mediante un tubo di ferro zincato da mm 50 di diametro, lungo circa m 1,80; munito di due alette in testa e di una punta in

basso. La connessione tra palo e testa del tubo è formata da filo di ferro da 40 mm<sup>2</sup> con capicorda stagnati.

La testa del tubo è a m 0,50 circa sotto il livello del suolo; quindi facilmente accessibile sempre.

Arco a secco per 9 elementi . . . . .	469 000 V
» » » » 10 » . . . . .	510 000 »
» sotto pioggia per 9 elementi . . . . .	398 000 »
» » » » 10 » . . . . .	400 000 »

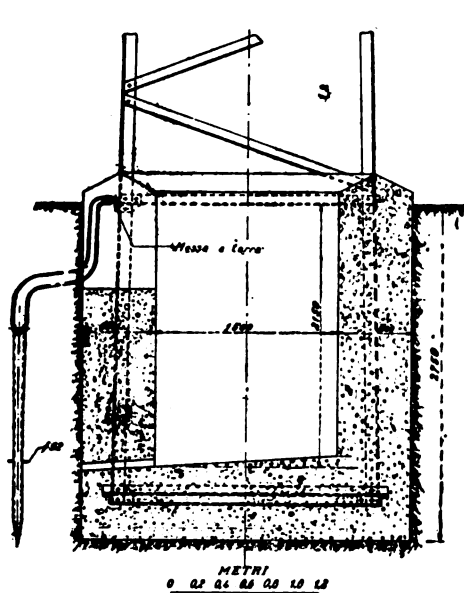


Fig. 9. — Blocco di fondazione.

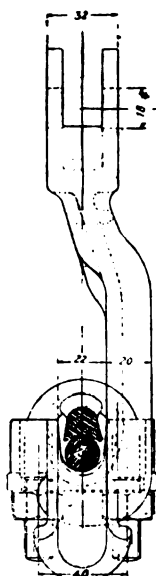
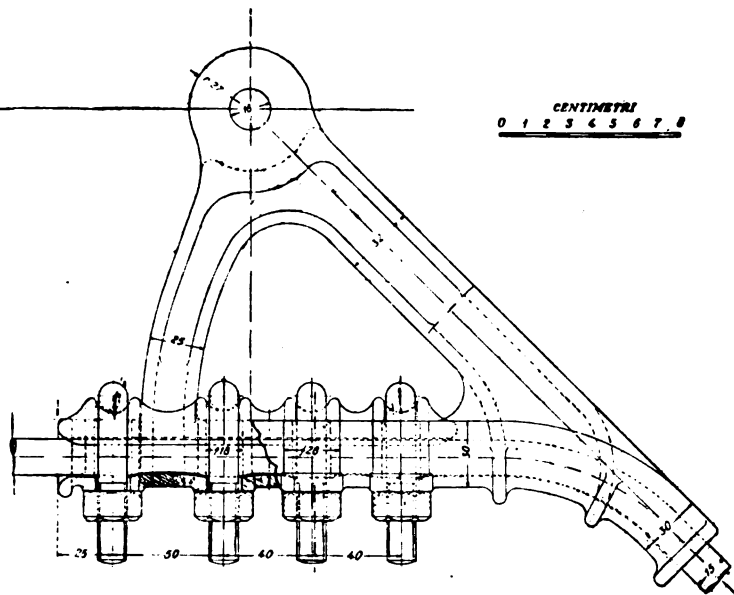


Fig. 10. — Morsetto di amarraggio.



**Isolatori.** — Sono del tipo a cappa e perno; una parte Ohio-Brass ed una parte Fil.

I dati caratteristici degli isolatori Fil (tipo 1434) sono i seguenti:

Diametro . . . . .	250 mm
Peso . . . . .	4,5 kg
Carico di rottura . . . . .	4000 »
» » lavoro . . . . .	1500 »

Nelle sospensioni si adottarono 9 elementi; negli amarraggi 10 elementi. Nel tronco Maën-Covalou dove la treccia rame è di sezione maggiore, si adottarono negli amarraggi due catene in parallelo.

Negli attraversamenti di strade e linee si adottò — ove possibile — la sospensione doppia a preferenza dell'amarraggio.

Il numero di isolatori impiegati fu di:

3850 per il tronco Maën-Covalou (335 per km) e  
37 000 per il tronco Covalou-Torino (415 per km).

Il peso complessivo degli isolatori è di 172 000 kg.

**Morsetteria.** — La morsetteria è alquanto complessa per tener conto delle varie possibilità di disposizioni delle catene.

Si adottarono gli anelli di guardia circolari in tubo da 48 mm. per quelli inferiori e in tondino da 10 mm. per quelli superiori, per allontanare dalla porcellana gli eventuali archi a terra.

Esperienze istituite fra l'altro presso la Società Alta Italia e la Società Elettrica Adamello fin dal 1910-1911 hanno infatti mostrata la efficacia di questo sistema di protezione appunto per tale scopo.

I morsetti di sospensione e di amarraggio sono in ghisa malleabile; gli altri pezzi speciali sono forgiati (fig. 10-14).

Per i giunti si adottò il tipo concentrico « Ragano ».

Tutta la morsetteria venne zincata col processo « Schoop » recentemente migliorato.

La treccia di guardia venne fissata opportunamente alla testa del palo con doppio attacco e con la interposizione di apposite laminette di piombo. Inoltre, due spezzoni laterali a losanga, fissati in modo adatto, entrano in azione in caso di rottura del conduttore (fig. 15).

Per la campata più lunga si adottò una catena triplice, attaccata ad un pezzo speciale.

Il peso complessivo della morsetteria raggiunge (per il solo tratto Covalou-Torino) kg 50 000 con 35 000 pezzi (escluse le copiglie).

## STUDIO ELETTRICO DELLA LINEA

*Diagramma delle tensioni e delle correnti.*

Il diagramma di fig. 16 è stato ricavato dall'Ing. Carlo Palestino con il metodo già esposto nella *Elettrotecnica* <sup>(3)</sup> e di cui presto verrà pubblicato un ulteriore sviluppo.

<sup>(3)</sup> L'Elettrotecnica, 25 novembre 1925, pag. 809.

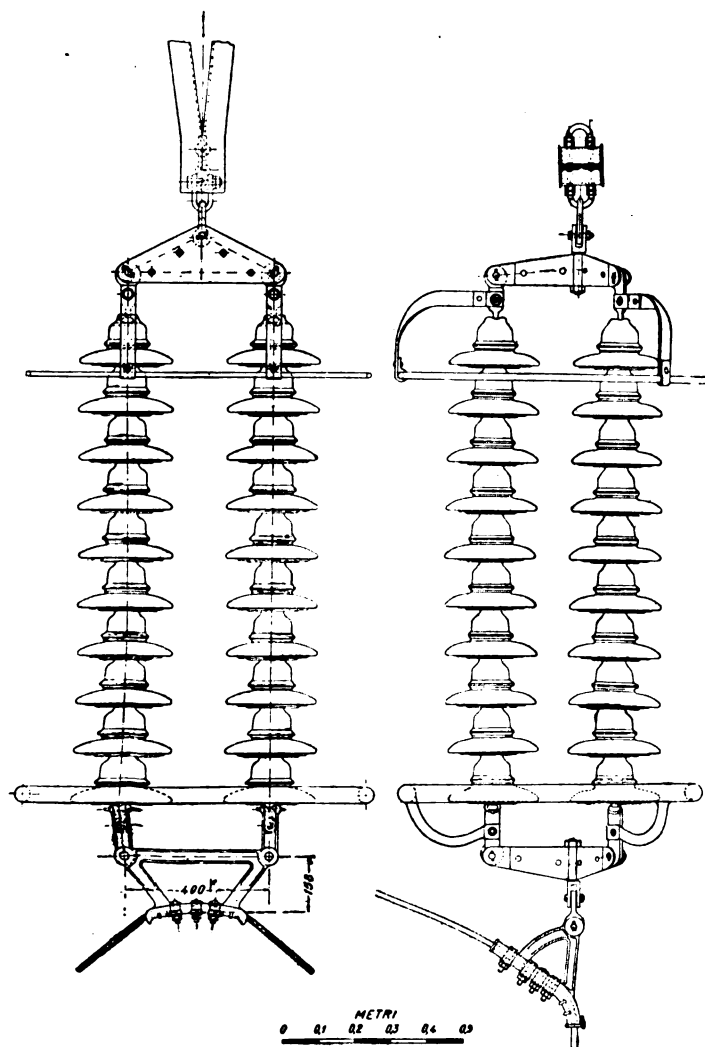


Fig. 11.

Fig. 12.

Sospensione tripla Covalou-Carema.

Le costanti di linea, per km, sono riportate nella seguente tabella:

	Maën-Covalou		Covalou-Torino	
Resistenza . . . .	0,32	Ohm	0,163	Ohm
Induttanza . . . .	0,001267	H	0,0013	H
Capacità . . . .	$0,00839 \times 10^{-6}$	F	$0,0086 \times 10^{-6}$	F

Ammettendo di avere a Torino la tensione media di circa 117,5 kV (valore determinato da quello della tensione media

corre installare circa 26 000 kVA di sincroni, che salirebbero a 52 000 kVA se si volesse funzionare a  $\cos \varphi = 1$ .

**Effetto corona.** Per il tratto Maën-Covalou, dove la treccia è di 134 mm<sup>2</sup> e le distanze fra i conduttori sono di m 5,50, 4,50, 6,00, la tensione critica risulta di 129,75 kV per l'altitudine di 1500 m e di 147 kV per 500 m.

Per il tratto Covalou-Torino, con treccia da 109 mm<sup>2</sup>, e con distanza minima fra i conduttori di m 4,15, la tensione critica ha il valore di 129,75 kV per l'altitudine di 400 m.

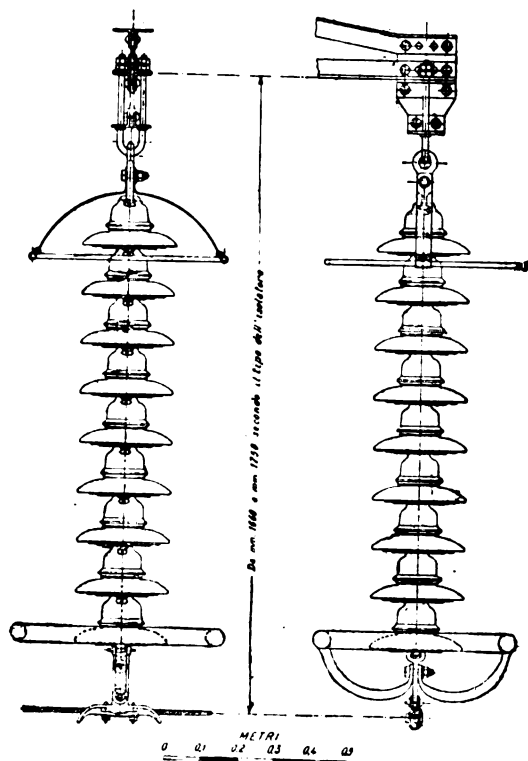


Fig. 14. — Morsetteria di sospensione semplice.

al nodo di Cislago), la corrente di capacità per ogni terna risulta di circa 15 amp. per il tratto da Covalou a Torino e la tensione in partenza a Covalou con il carico massimo di 51 000 kW in arrivo per terna, risulta di circa 123,5 kV per  $\cos \varphi = 1$ ; e 130 kV per  $\cos \varphi = 0,9$ .

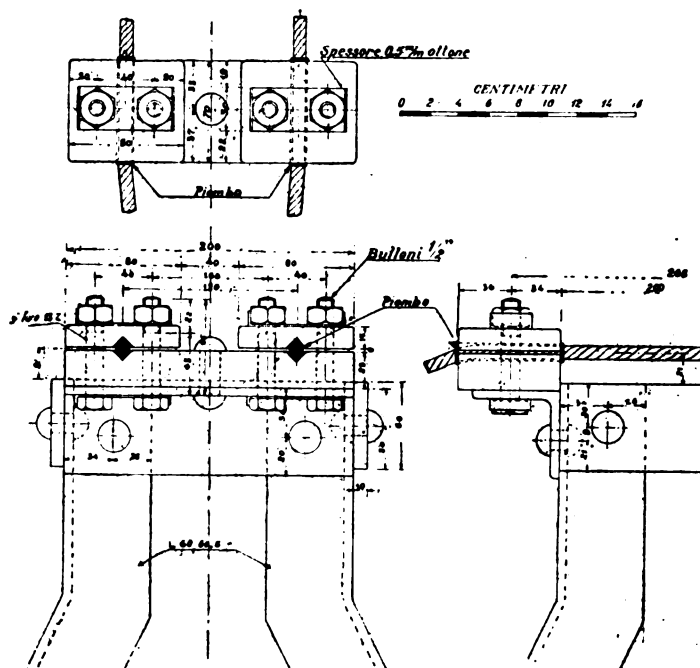


Fig. 15. — Attacco treccia di guardia.

Si vede dunque che in condizioni normali di pressione barometrica e di temperatura, non dovrebbero avverarsi perdite per effetto corona.

**Cabina ricevitrice.** — Presso l'attuale cabina Stura (ex cabina Aosta) vicino al Regio Parco — è in costruzione, come detto, la stazione ricevitrice all'aperto.

In un primo tempo vi saranno installate solo due terne di trasformatori monofasi — ogni terna con il quarto trasfor-

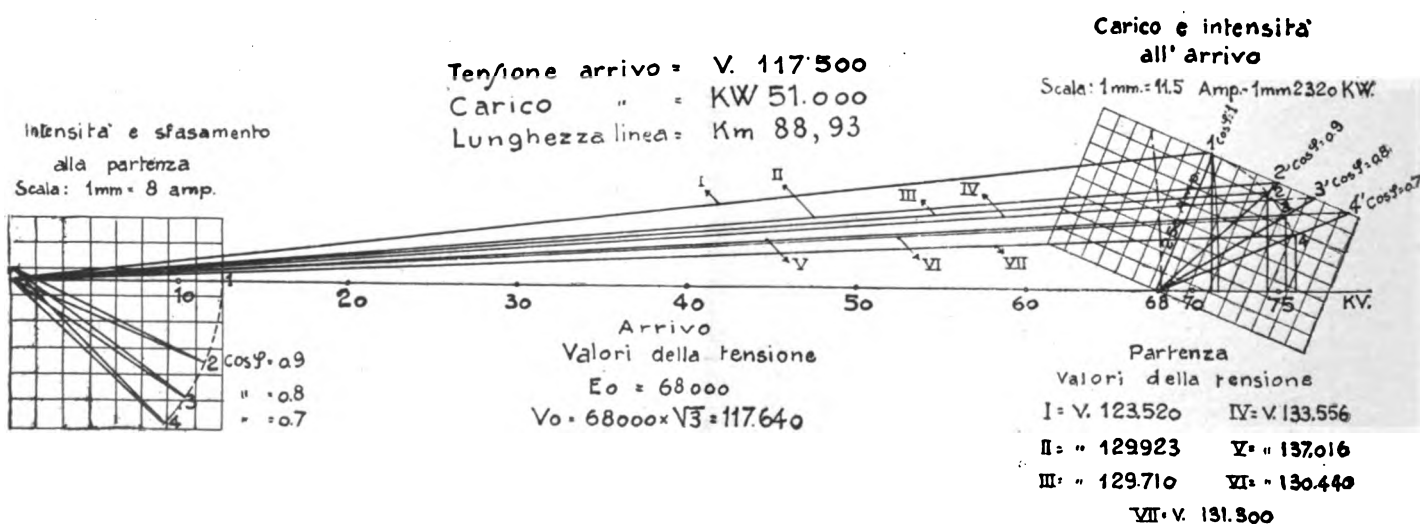


Fig. 16. — Diagramma delle tensioni e delle correnti.

Al disotto di questo valore del fattore di potenza non conviene scendere — con la massima potenza — per non aumentare troppo le perdite in linea, le quali in queste condizioni sono di 3220 kW — e d'altra parte salire a fattori di potenza superiori, porterebbe ad una installazione di sincroni troppo costosa.

Per portare appunto a 0,9 il  $\cos \varphi$  del carico di Torino — che si aggira intorno a 0,7 — si ricava dal diagramma che oc-

matore di riserva; ma la stazione è prevista per altre due terne.

I trasformatori di prima fase hanno le caratteristiche seguenti:

1<sup>a</sup> terna: potenza . . . . . 3 × 12 000 kVA  
 rapporto . . . . . 117,5/23,5 kV

2 <sup>a</sup> terna : potenza primaria . . . . .	3 × 19 000 kVA
» secondaria . . . . .	3 × 22 000 »
» terziaria . . . . .	3 × 7 000 »
tensione primaria . . . . .	117,5 kV
» secondaria . . . . .	64 ÷ 68 »
» terziaria . . . . .	6 »

La prima terna alimenterà le sbarre a 22 kV della attuale cabina e quindi la rete di cavi di distribuzione in Torino; la

Nel centro della stazione è installato — in una cabinetta in muratura — l'impianto di filtraggio ed essiccazione dell'olio per i trasformatori e gli interruttori, che vi sono collegati mediante una opportuna rete di tubazioni.

I cavi di energia ed i cavetti di segnalazione e comando sono posati su tavollette in cemento, lungo le pareti di cunicoli comodamente accessibili.

Il movimento dei trasformatori e degli interruttori si svolge su vari binari, mediante carrelli trasbordatori, fino all'offi-

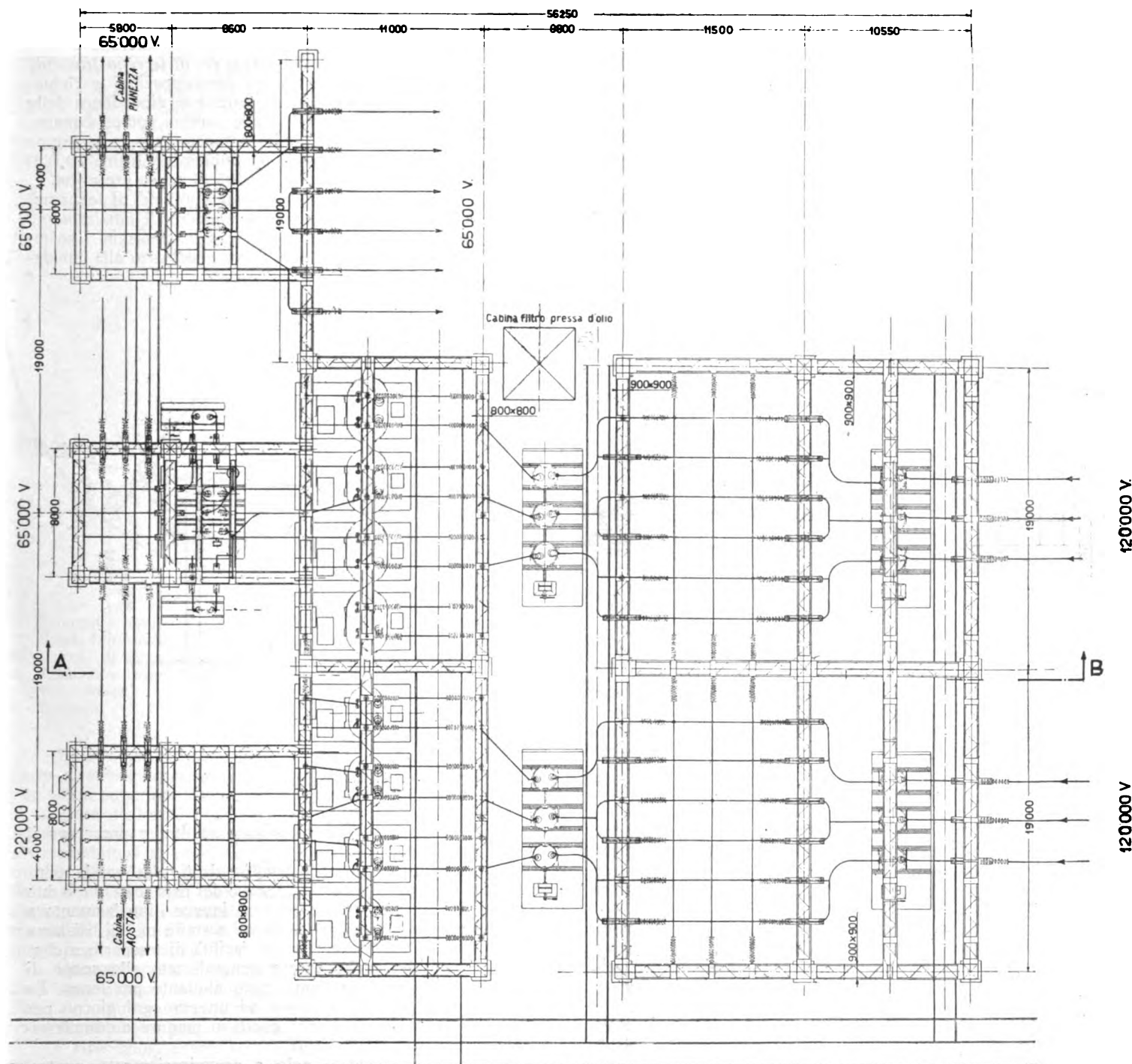


Fig. 17. — Cabina Stura all'aperto.

seconda terna si congiungerà — con il secondario — all'anello a 70 kV che gira attorno alla città ed è ora alimentato dalle centrali delle Valli d'Aosta, del Moncenisio, e del Monviso. Il terziario della seconda terna serve all'azionamento dei sincroni che rifaseranno il carico da  $\cos \varphi = 0,8$  a circa 0,9; mentre per il rifasamento da  $\cos \varphi = 0,7$  a 0,8 serviranno i sincroni già installati nelle cabine interne di Torino.

Nelle figure 17 e 18 son riportate pianta e sezioni della stazione all'aperto: come si vede si è adattata, nelle sbarre e nelle campate lunghe, la treccia (in rame da 220 mm<sup>2</sup>) amarrata con catene di isolatori allo scopo di evitare il più possibile sforzi di flessione sulle colonne di isolatori dei coltelli sezionatori.

cina di riparazione servita da una grue da 25 e una da 100 tonnellate.

In un secondo tempo verranno installati per misura e pei paralleli anche riduttori di tensione e di corrente, il cui posto è previsto, ma non segnato nelle figure.

#### ORGANIZZAZIONE E SVOLGIMENTO DEI LAVORI DELLA LINEA ELETTRICA COVALOU-TORINO

Gli studi, il tracciato e gli espropri furono compiuti dagli Uffici tecnici della S. I. P.

La prima ricognizione sul terreno venne fatta nel novem-

bre 1925; l'intera linea venne divisa in tre tronchi di circa 30 km affidati ciascuno ad un geometra coadiuvato da una squadretta di canneggiatori. Compiuto il rilievo e riportandolo sia nella planimetria mappale che su un profilo in scala adatta, venne studiata la dislocazione dei pali mediante convenienti sagome in celluloidi rappresentanti la catenaria nelle peggiori condizioni per varie campate basi. Eseguita questa operazione — molto importante e che richiede sempre vari tentativi — si riportarono i pali sul terreno e si fissarono i picchetti relativi. Compito dei geometri era anche quello di preparare gli stati di consistenza dei terreni attraversati — cioè di fare l'elenco dei proprietari con la descrizione dei fondi — e di coadiuvare l'Ufficio Espropri nello svolgimento delle sue trattative.

Il trasporto e l'erezione pali, la costruzione dei blocchi e la tesatura vennero appaltati.

Il tracciato e il picchettamento pali vennero finiti nel marzo 1926 — eccetto per un breve tratto presso Torino — dove le trattative per gli espropri durarono molto a lungo.

La Società appaltatrice divise l'intera linea in sei tronchi, ognuno di circa 15 km, allo scopo di ottenere una maggiore rapidità nell'espletamento dell'opera. Ogni cantiere doveva provvedere a tutte le necessità del proprio tronco, mantenendo il contatto con gli altri cantieri a mezzo della Direzione Lavori. La S. I. P. d'altra parte sorvegliò i lavori mediante sei assi-

Altre cure speciali furono dedicate agli scavi, che vennero iniziati nella primavera del 1926, cominciando dal tronco di montagna, dove le difficoltà erano maggiori per la roccia dura e compatta, che richiese l'uso di esplosivi.

Fecero seguito gli scavi in terreno normale e compatto, e per ultimo quelli in terreno friabile ed acquitrinoso. Sul complessivo di m<sup>3</sup> 13 300, si ebbero m<sup>3</sup> 5000 di scavo in roccia durissima — dura — compatta e friabile; m<sup>3</sup> 5300 in terreno normale; m<sup>3</sup> 3000 in terreno acquitrinoso e franabile.

Per gli scavi in roccia si fece uso di polvere nera, keddite, promethè, dinamite, gelatina, per un complessivo di kg 6500 nonchè di m 40 000 di miccia, facendo brillare, per la maggior parte dei casi, piccole mine, onde ottenere un materiale minuto facilmente risolvibile in pietrisco. Gli scavi in terreno franabile ed acquitrinoso destarono particolari preoccupazioni e richiesero tempo e mezzi d'opera speciali, anche in dipendenza delle piogge forti ed intermittenti. Oltre alle comuni pompe a mano, occorsero delle pompe azionate da motori a scoppio e pompe azionate da locomobili sino a portate complessive di litri 10,000 al l' per potere raggiungere la profondità di scavo prescritta.

Come armature, vennero impiegati 2000 m<sup>3</sup> di legname.

Eseguiti gli scavi, interveniva la squadra di innalzamento pali (una per ogni cantiere) che prendeva in consegna i sostegni giunti a piè d'opera, provvedeva ove necessario alla chioda-

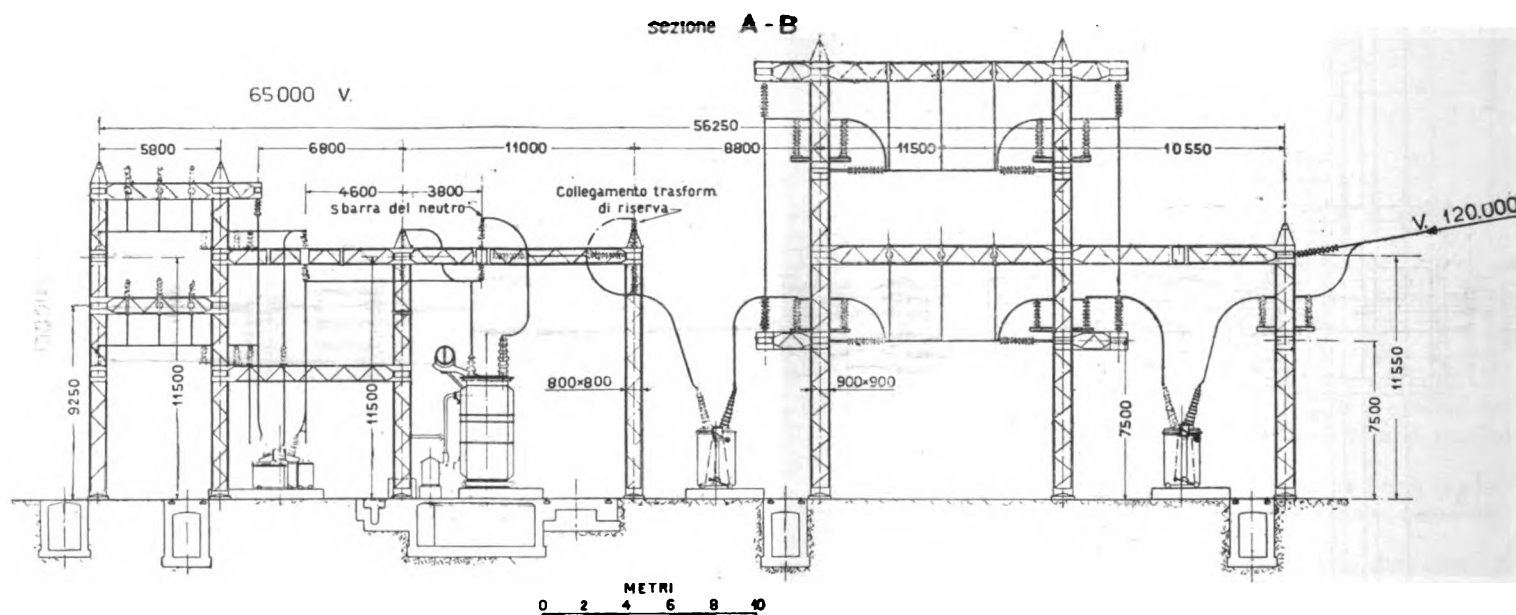


Fig. 18. — Cabina Stura all'aperto.

stenti — uno per cantiere — e tre geometri — uno ogni due cantieri — che bisettimanalmente facevano pervenire a Torino il loro rapporto dettagliato.

Le difficoltà maggiori, per questa come per tutte le altre linee, venne presentata dai trasporti.

Per dare un'idea dei pesi da trasportare, accenneremo che il peso del rame impiegato fu di 550 000 kg; i pali in ferro pesano 1 880 000 kg; gli isolatori 160 000 kg; la morsetteria 50 000 kg; il cemento 20 000 q.li, la sabbia fu trasportata per m<sup>3</sup> 4700 e la ghiaia per 11 000 m<sup>3</sup>.

Alla organizzazione dei trasporti venne dunque dedicata una cura speciale. I pali vennero spediti dall'officina costruttrice parte a tronchi interi, parte a fiancate e parte completamente sciolti e furono inoltrati ai sei cantieri sulle 14 stazioni ferroviarie viciniori alla linea, con particolari avvertenze per non incagliare il traffico e non dovere in conseguenza pagare soste rilevanti alle ferrovie.

Appena giunti alle stazioni, i pali venivano caricati su camion e portati lungo le strade praticabili sino al posto più prossimo al picchetto.

Di là venivano trasportati a mezzo d'uomini fino al posto definitivo.

Per i sentieri di montagna, il trasporto dei pali e degli altri materiali (sabbia, ghiaia, cemento) offerse difficoltà speciali. Si ricorse all'opera di donne, disposte in colonne di 15 o 20 portanti ognuna sacchetti di circa kg 30 di materiale; per le strade mulattiere ed ordinarie si fece uso di uomini ed animali. Gli uomini raggiunsero il numero massimo di 1200, le donne 150, i muli 60, i camions 10, i carri 70.

tura a caldo delle membrature arrivate sciolte, e preparava il palo per l'erezione.

Nella zona in piano i pali furono innalzati interi con le mensole o senza le stesse a seconda del peso del palo, con uno o due robusti falconi; in montagna si preferì invece l'innalzamento a tronco a mezzo di uno o due falconcini a staffe mobili; sistema questo quanto mai pratico per la sua facilità di trasporto e che, migliorato, potrebbe anche essere generalizzato allo scopo di limitare danni ai frutti pendenti; però alquanto più lento. La media dei pali innalzati corrispose ad un per ogni giorno per i cantieri in montagna e due per quelli in pianura e complessivamente quindi fu di 9 al giorno.

Una volta innalzato il palo e provvisoriamente controventato con dei tiranti, la squadra dei bétonisti eseguiva i basamenti. E' questa l'operazione più delicata e che richiede la massima sorveglianza, sia per la scelta dei materiali che per la qualità e la buona confezione dell'impasto. A questo proposito accenneremo che, per stabilire gli approvvigionamenti necessari di sabbia e ghiaia, vennero eseguiti per ogni picchetto degli assaggi con trivelle speciali, così da determinare con dati attendibili la natura e la quantità del materiale di scavo utilizzabile per gli impasti.

La coloritura dei pali — che veniva fornita con una mano di minio di piombo — fu fatta con doppio strato di vernice antiruggine super O. b., della quale occorsero kg 10 000. Si consumarono per l'intera linea 300 pennelli.

Il riparto tesatura comprendeva per ogni cantiere, varie squadre. Prima era la squadra degli armatori, che armava il palo con le catene di isolatori completi di morsetteria: così



con parola di gergo si può dire che il palo era « vestito ». Quasi contemporaneamente aveva luogo il distendimento delle matasse di rame e di acciaio; in montagna erano adibite a tale scopo squadre di uomini o donne disposti in fila indiana e portanti circa 30 kg di matassa ripartita in rotoli eguali.

La tesatura si eseguì per tratti di circa 600 metri: dove non vi erano pali di amarraggio si ancorò il conduttore a dei morsetti speciali grappaffilli, sui pali intermedi il conduttore passava — durante la tesatura — entro rulli speciali in duralluminio. Il tiro si faceva a mano a mezzo di taglie adatte oppure a mezzo di cavalli nella zona di pianura.

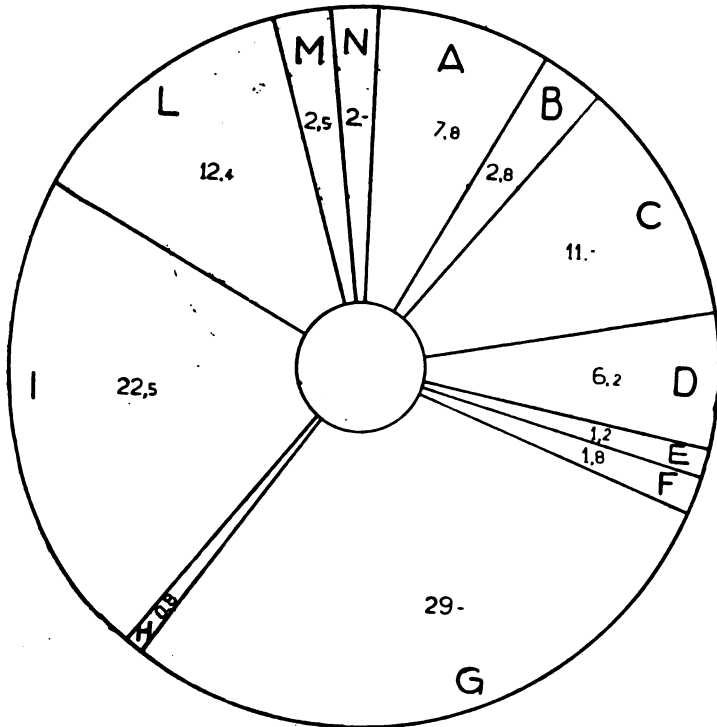


Fig. 19. — Diagramma dei costi.

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| A Espropri e danni.      | G Treccie rame.               |
| B Scavi di fondazione.   | H Treccia acciaio.            |
| C Blocchi di fondazione. | I Pali a traliccio.           |
| D Erezione e trasporti   | L Isolatori.                  |
| E Verniciature.          | M Morsetteria.                |
| F Tesatura.              | N Tracciato e spese generali. |

Dato il tiro normale di circa 600 kg non si ritenne necessario ricorrere a mezzi meccanici come sarebbe conveniente per sforzi superiori. La tesatura veniva controllata per il primo conduttore mediante il dinamometro sulla base delle tabelle di posa, tenendo conto naturalmente della temperatura. Per gli altri conduttori si regolava il tiro confrontando le frecce con quelle del primo. Durante l'operazione, apposito personale, dalle teste dei singoli pali intermedi ed estremi, verificava che tutto procedesse regolarmente, e provvedeva poi all'immorsamento del conduttore sui morsetti ed alla confezione dei colli morti negli amarraggi.

Ultima seguiva la squadra dei ripassatori, destinata a rivedere ogni attacco, a mettere i parasalite e segnare il numero del palo, oltre naturalmente tenere nota di tutte le eventuali irregolarità che si presentassero.

I ripassatori erano accompagnati da una squadra di boscaioli, per l'abbattimento delle piante troppo vicine alla linea.

**Costo.** — Pur non possedendo ancora tutti i dati consuntivi, si può ritenere con buona approssimazione che il costo del tratto montano ad una terna fu di L. 140.000 al km e quello del tratto a due terne di L. 210.000 al km (cabine escluse).

Il diagramma di fig. 19 dà un'idea della ripartizione di tale spesa fra le singole voci principali.

A proposito della voce « Espropri e Danni » osserviamo che per circa metà dell'importo essa è gravata del costo d'acquisto dei terreni presso Torino che — come detto — si dovettero comperare.

Torino, marzo 1927.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla rivalsa per gli aumenti dei canoni demaniali.

Riceviamo :

A pagina 828 del giornale (anno 1926) ricordavo la questione sorta per la interpretazione dell'articolo 13 del decreto-legge 681 che riguarda la rivalsa concessa alle Società produttrici di energia verso gli utenti, per gli aumenti loro imposti dallo Stato, dei canoni demaniali.

Chiudevo tale nota con questo inciso: « Resta chiaramente stabilito che sui prezzi contrattuali stabiliti dopo il 1° maggio 1924 non è applicabile l'aumento di cui all'art. 13 ».

Traendo argomento da tale inciso l'Ing. D. Civita con una sua lettera alla Redazione pubblicata a pag. 18 del giornale (anno 1927) osserva molto giustamente che la rivalsa può essere fatta per tutti i contratti stipulati anteriormente al 1° maggio 1924 anche se tali contratti siano stati riveduti nei prezzi dopo il 1° gennaio 1925.

Siccome il mio inciso si riferiva a quanto detto nella nota stessa, ossia che ai contratti posteriori al 1° maggio 1924 non può applicarsi alcun aumento per il titolo di cui all'art. 13 e dicendo « prezzi contrattuali » ho inteso parlare dei prezzi contrattuali stabiliti con contratti conclusi « ex novo » dopo il 1° maggio 1924 (come del resto appare chiaramente dal contesto della nota) non posso che dichiararmi d'accordo coll'Ing. Civita.

Dunque per i contratti conclusi prima del 1° maggio 1924 anche se essi siano stati riveduti nei prezzi è oggi ammessa una nuova revisione per la rivalsa dei nuovi aumenti dei canoni demaniali, mentre per quelli conclusi dopo il 1° maggio 1924 non è applicabile l'aumento di cui all'art. 13.

Di ciò sono tanto convinti i produttori che, non potendo chiedere la rivalsa in base all'art. 13 per i contratti conclusi dopo il 1° maggio 1924, alcuni di essi la pretenderebbero in base ad una clausola dei loro contratti per la quale è stabilito che tutte le tasse, che colpiscono o fossero per colpire l'uso dell'energia sono a carico dell'utente.

E siccome i canoni demaniali sono delle tasse (dicono essi) è sull'utente che vorrebbero rivalersi per questo aggravio.

Nulla di più illogico e di più anti-giuridico secondo i più elementari principi della Scienza delle Finanze; essa divide infatti i cespiti dello Stato in due grandi gruppi: originari (o di diritto privato) di cui fanno parte le entrate del demanio e derivati (o di diritto pubblico) di cui fanno parte i tributi ossia le tasse e le imposte.

Ne consegue che se è stabilito da un contratto che a carico del compratore siano le tasse non ne viene di conseguenza che a carico dello stesso siano anche i cespiti di diritto privato, che nulla hanno a che fare colle tasse.

AVV. LEONE PESCI.

\* \*

### Sulla continuità dell'esercizio.

Riceviamo :

L'Ing. Silva, Direttore dell'Azienda Elettrica Comunale di Parma, nel numero 5 della Rivista prende le mosse dalla relazione degli ingegneri Roncaldi-Palestrino sugli esercizi elettrici americani per dimostrare la floridezza del bilancio dell'azienda stessa che si è ispirata, nella sistemazione della propria rete, ai concetti d'Oltreoceano.

Nessun dubbio che col sistema adottato dei convertitori, batterie di riserva e motori Diesel, il servizio debba essere ottimo.

Ma i termini del problema mi sembrano diversi.

In sostanza si tratta di vedere se il sistema americano, che del resto è quello che veniva adottato anche da noi nei primi anni della distribuzione elettrica, è applicabile in Italia ove le tariffe di vendita sono notoriamente assai inferiori alle tariffe americane.

Col piccolo capitale investito (l'Ing. Silva non ci dice se trattasi di impianti d'anteguerra o di dopoguerra ma l'esiguità della cifra li fa ritenere in gran parte anteriori al conflitto) l'Azienda Elettrica di Parma riesce ad incassare annualmente oltre quattro milioni di lire.

Dobbiamo però notare che la vendita all'utenza è di poco superiore ai quattro milioni di kWh, cioè l'Azienda ha la grande fortuna di cedere l'energia ad un prezzo medio di una lira circa al kWh.

E' vero che non vengono imposti minimi e, trattandosi di corrente continua, impegni di cos φ, ma è altrettanto chiaro che l'energia è prevalentemente venduta per uso luce per il fatto che il prezzo medio generale è di poco inferiore al prezzo dell'energia luce per la quale, anche sulle reti a corrente alternata, non si fa questione di cos φ e soltanto in casi specialissimi si impongono minimi impegnativi.

Se però l'Azienda di Parma fosse costretta, per la specie dell'utenza servita, per motivi di concorrenza od altro, a praticare dei prezzi medi di vendita analoghi a quelli di moltissime altre Società distributrici presso a poco nelle sue condizioni, e cioè limitarsi a  $40 \div 45$  cent. per kWh venduto (e non voglio estendere il confronto al prezzo medio di 20 cent. per kWh venduto, praticato all'utenza dalle maggiori Società distributrici dell'Italia Settentrionale) le spese dell'Azienda supererebbero gli introiti.

In tali condizioni occorrerebbe chiedere alla rete il massimo rendimento, cioè non ammettere, come si fa a Parma, di perdere il 32 % nella distribuzione in città, pur avendo la fortuna di prelevare direttamente energia a 3600 volt.

Il miglioramento del rendimento globale si otterrebbe sostituendo precisamente la corrente alternata alla continua, con tutti i numerosi vantaggi di rendimento nella distribuzione, che non è qui il caso di ripetere.

Qualche interruzione sarebbe inevitabile ma la presenza del motore Diesel le renderebbe di brevissima durata e con una rete ben sistemata si potrebbe fare complessivamente un ottimo servizio.

La conclusione è insomma sempre quella prospettata dall'Ing. Clerici: pagando forti tariffe si può pretendere un servizio perfetto: con tariffe più basse bisognerà accontentarsi di qualcosa di meno, sebbene l'utenza spesso ignori i sacrifici ai quali si sottopongono molte Società Elettriche per dare un servizio il più possibile perfetto e la prontezza ed abilità che si pretende dagli elettricisti di servizio per ridurre al minimo se non annullare completamente le interruzioni.

Con perfetta osservanza, d.mo

Ing. A. SOLARI.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

R. DIETZE — Un nuovo sincronoscopio. (A. E. G. Mitteilungen, dicembre 1926). (\*)

Il sincronoscopio di costruzione della A. E. G. contiene un sistema wattometrico ad induzione, munito di bobine di tensione; la deviazione dell'indice è molto ampia, e la coppia motrice del sistema mobile è notevolmente più elevata di quella di strumenti normali, con conseguente vantaggio nel funzionamento.

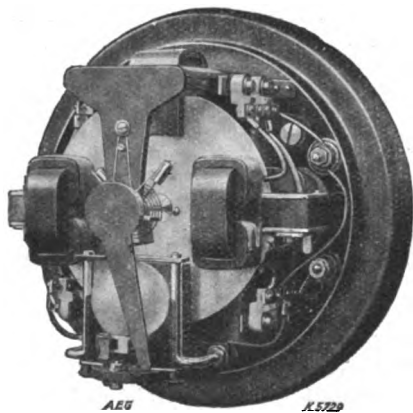


Fig. 1. — Sincronoscopio (vista interna).

Dando al sistema motore una forma ed una inserzione opportuna, si è ottenuto, senza l'impiego di condensatori e di bobine d'impedenza, che il movimento dell'indice avvenisse in modo corrispondente al senso della differenza di fase dei circuiti da inserire. Se la differenza di fase è uguale a zero, anche la coppia motrice è nulla, e l'indice si trova nella posizione media. In caso di differenze di fase, l'indice si muove nell'una o nell'altra direzione, mentre in caso di opposizione delle fasi ritorna nella posizione media. Sotto l'indice si trova una lampada ad incandescenza, alimentata da un piccolo trasformatore, i cui avvolgimenti primari sono collegati ai due circuiti da sincronizzare in modo tale, che la lampada è spenta in caso di opposizione delle fasi, e risplende in caso di concordanza di queste. In tal modo l'indice viene illuminato dal basso e la sua ombra è proiettata su un disco opaco, disposto davanti all'indice. A seconda che la frequenza del circuito da collegare è troppo piccola o grande, l'indice viene illuminato quando si muove verso destra, oppure quando si muove verso sinistra. Quando le fasi sono in opposizione l'indice non è illuminato, e non si può quindi notare il suo movimento. Diminuendo le differenze di frequenza mediante la regolazione del numero dei giri, i movi-

menti dell'indice diventano più lenti, così che nel momento in cui esso si trova nella posizione media, si può effettuare l'inserzione. Tenendo conto del ritardo che si ha comandando a distanza gli interruttori, conviene fare l'inserzione un po' prima di quando l'indice raggiunge la posizione media.

La fig. 1 mostra l'interno dello strumento. Due sistemi motori agiscono su un disco mobile, sotto il quale è montato il trasformatore per la lampada ad incandescenza; quest'ultima si trova fra il disco del sistema e l'indice, e può essere cambiata facilmente insieme col suo attacco. La fig. 2 rappresenta l'aspetto esterno di uno strumento col diametro dello zoccolo di 225 mm; la figura mostra la posizione dell'indice poco prima del momento in cui si raggiunge il sincronismo.

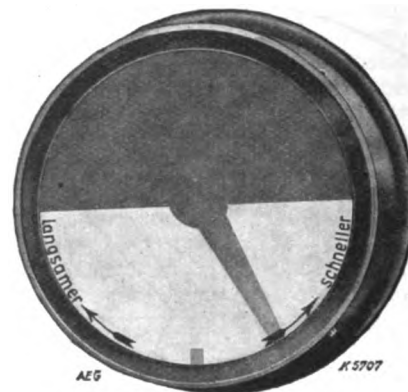


Fig. 2. — Sincronoscopio (vista esterna).

Il sincronoscopio può essere impiegato senz'altro anche per la sincronizzazione di impianti monofasi. Si noti, che le maggiori differenze di tensione, che si riscontrano in pratica, non esercitano alcuna influenza dannosa sul funzionamento del sincronoscopio. Siccome i due circuiti dell'apparecchio sono completamente separati, non occorre avere speciali riguardi per l'inserzione, quando si mettano a terra i riduttori di tensione.

Oltre il sincronoscopio non sono necessari altri apparecchi di sincronizzazione, come voltometri, lampade, ecc.

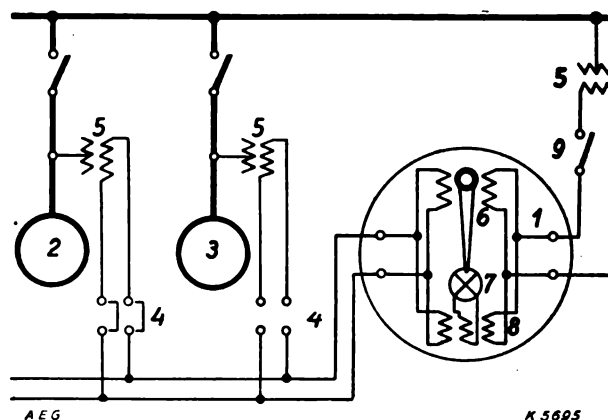


Fig. 3. — Schema di principio del sincronoscopio.

1) Sincronoscopio; 2 e 3) Generatore; 4) Dispositivo a spina; 5) Riduttore di tensione; 6) Sistema wattometrico; 7) Lampada ad incandescenza; 8) Trasformatore; 9) Interruttore.

Dalla fig. 3 si può rilevare il semplice schema di principio del sincronoscopio.

Il sincronoscopio può essere fornito in varie forme costruttive per le diverse esigenze di montaggio. Gli strumenti sono costruiti per attacco diretto per la tensione di 100 sino a 125 volt; per altre tensioni, l'attacco si fa mediante riduttori di tensione monofasi.

(c. c.).

### ELETTROTECNICA GENERALE.

K. P. ROY — Alternatori a velocità doppia di quella di sincronismo. (J. of the Indian Institute of Science, 1926, Vol. IX (B), Parte I, pag. 1).

E' noto (\*) che una macchina a induzione del tipo normale può funzionare da generatrice sincrona (senza eccitazione a c. c.), se ambedue gli avvolgimenti del rotore e dello statore sono connessi alla linea e se il rotore ha esattamente la doppia velocità di sincronismo. Siccome questo tipo di generatore ha una certa affinità col generatore

(\*) Questa recensione ci è stata favorita dall'Ufficio Varini e Ampt.

(1) L'Elettrotecnica, 15 maggio 1914, vol. I, n. 11, pag. 289.

a induzione, del quale sono note le applicazioni, l'A. ha eseguito alcune prove per raccogliere dati sperimentali comparativi tra i due tipi.

Lo schema della macchina è illustrato in fig. 1. L'avvolgimento del rotore è connesso alla linea attraverso gli anelli, esso gira in

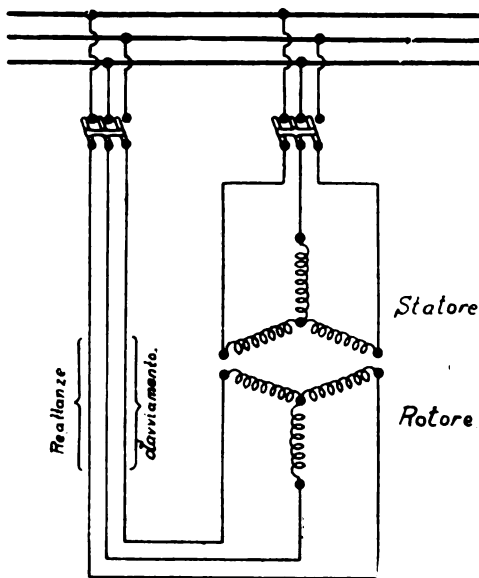


Fig. 1.

senso concorde con quello del campo magnetico generato dall'avvolgimento statorico, ma a doppia velocità. La frequenza della forza elettromotrice generata nel rotore è così esattamente eguale a quella dello statore, e se il rapporto di trasformazione tra rotore e statore è 1:1, ed è giusta la successione delle fasi, il rotore può venir con-

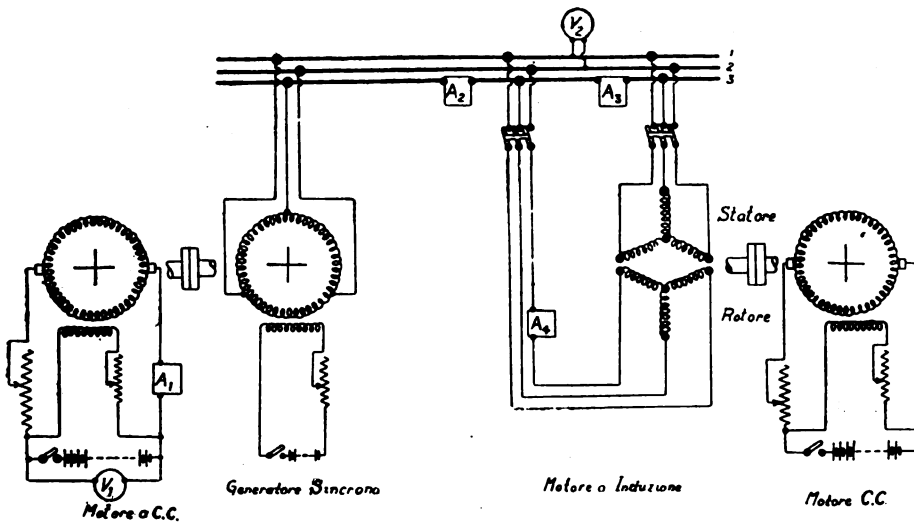


Fig. 2

nesso direttamente alla rete dopo le solite operazioni di messa in fase. In queste condizioni un aumento della coppia motrice dà luogo allo sviluppo di f. e. m. e di potenza elettrica in ambedue gli avvolgimenti e la macchina funziona da generatrice sincrona.

I vantaggi della generatrice a doppia velocità di sincronismo sono in primo luogo la generazione di potenza contemporaneamente nello statore e nel rotore, ciò che rappresenta un risparmio nel peso e nello spazio e conseguentemente nel costo; in altre parole per una data potenza il coefficiente  $D^2 l$  risulterà più basso. Inoltre la macchina si presta all'accoppiamento con motori celeri quali sono le moderne turbine a vapore e questo è un vantaggio d'importanza non trascurabile. Ad esempio la velocità massima di un alternatore a 25 periodi, bipolare, è 1500 giri al minuto, l'alternatore a doppia velocità nelle medesime condizioni richiede invece 3000 giri.

Un'altra applicazione sarebbe l'uso come convertitore di fase sui locomotori mono-trifasi, in cui interessa ridurre al minimo il peso del convertitore. Lo schema sarebbe analogo a quello della fig. 1. La linea monofase è connessa a due delle sbarre indicate, mentre l'energia tri fase per azionare i motori viene ricavata da tutte e tre le sbarre. Si è tuttavia osservato, che questo funzionamento causa notevoli distorsioni tanto alla tensione monofase, quanto a quella trifase.

Uno svantaggio è che l'alternatore non è autoeccitato, nel senso che il flusso magnetico è generato dalle ampere-spire dovute ad una corrente magnetizzante che deve essere fornita dalla rete. Devono perciò esser connessi con questa altri generatori con eccitazione a corrente continua o condensatori. In Germania anzi, questo tipo di

generatore è chiamato « a doppio campo » perchè la corrente magnetizzante è assorbita tanto dal rotore quanto dallo statore.

Lo schema dell'installazione usata per le esperienze è rappresentato in fig. 2. La macchina che ha servito per le prove è un pic-

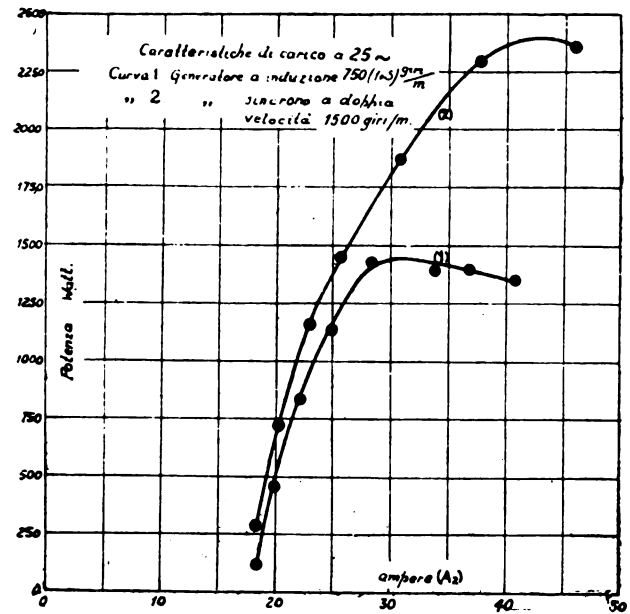


Fig. 3.

colo motore ad induzione da 1,2 kW, 110 V e 50 periodi, tetrapolare con rapporto di trasformazione tra rotore e statore = 1:1. Per ottenere un criterio comparativo per la stessa macchina vennero fatte prove tanto come generatore sincrono a doppia velocità, quanto come generatore a induzione. In ambedue i casi la frequenza venne mante-

nuta a 25 periodi e perciò le velocità differiscono tra di loro del 100 per cento. La macchina sincrona da 20 kW è connessa alle sbarre col doppio scopo di assorbire la potenza generata della macchina in prova e di fornire ad essa la corrente magnetizzante; la sua eccitazione venne mantenuta costante durante tutte le prove. Si usò per le esperienze il seguente metodo di messa in moto. Lo statore è connesso alla linea, il rotore è portato approssimativamente alla doppia velocità di sincronismo. Dopo esserci assicurati della corrispondenza delle fasi la macchina è messa al passo chiudendo l'interruttore del rotore. L'impulso di corrente nel circuito rotorico è limitato dalle reattanze d'avviamento messe in serie e poi progressivamente escluse. Gli anelli del rotore devono essere isolati per la tensione di linea e capaci di portare l'intensità di corrente durante tutto il funzionamento. I grafici delle fig. 3 e 4 illustrano i risultati ottenuti. Si vede che la potenza generata è circa doppia se la macchina funziona al doppio sincronismo. Con ciò si conferma il risparmio di peso e spazio del generatore a doppia velocità di fronte all'altro. La caduta di tensione cresce all'aumentare del carico circa nelle medesime proporzioni per tutti e due i

tipi. Dai rilievi fatti coll'oscillografo la forma della tensione risultò sinoidale. Non si eseguirono prove di corto circuito; si può però

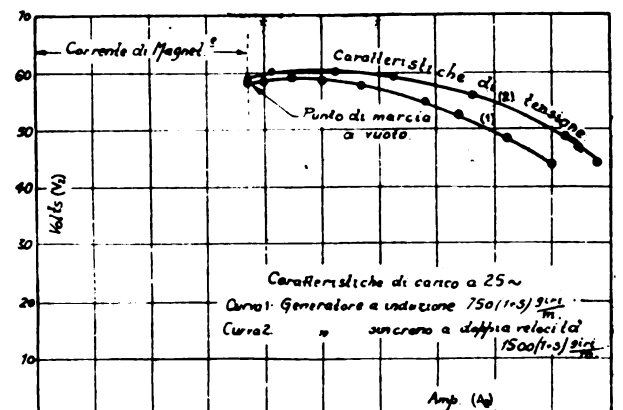


Fig. 4.

prevedere che il comportamento dell'alternatore a doppia velocità è analogo a quello dell'alternatore a induzione.

Si può modificare ulteriormente il generatore a doppia velocità provvedendolo di un'eccitazione addizionale a corrente continua che gli permetta il funzionamento indipendentemente dalla rete. Due alternative sono possibili in questo caso: o accoppiare direttamente un piccolo alternatore sincrono, capace di fornire i kVA necessari per la magnetizzazione, oppure fondere questo alternatore ausiliario con quello principale in forma di un avvolgimento di eccitazione a corrente continua sullo statore e di un avvolgimento trifase sul rotore. S'intende che in ambedue i casi il numero dei poli del generatore ausiliario deve essere la metà di quello del generatore principale che deve quindi essere, per tale uso, almeno tetrapolare.

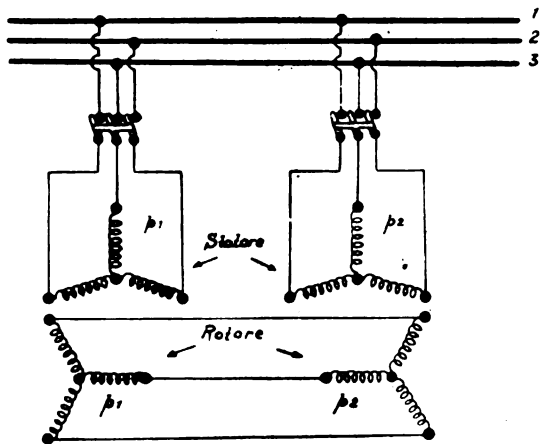


Fig. 5.

L'A. accenna infine, per evitare l'inconveniente del passaggio di una metà della potenza attraverso gli anelli, alla possibilità di dare al generatore la forma di macchina doppia o almeno a doppio avvolgimento, con due numeri di poli diversi, secondo lo schema della fig. 5. Ciò è possibile, solo se ciascuna delle due macchine funziona fuori del doppio sincronismo e precisamente una (quella per cui  $p$  è maggiore che per l'altra, ad es.  $p_1 > p_2$ ) fra il doppio sincronismo ed il sincronismo, l'altra al di sotto del sincronismo. Si ha allora:

$$n \text{ giri/sec.} = \frac{f_1 + f_2}{p_1} = \frac{f_1 - f_2}{p_2},$$

in cui  $f_2$  è la frequenza delle correnti rotoriche, mentre  $f_1$  è la frequenza della rete. Ne segue

$$n = \frac{2f_1}{p_1 + p_2}; \quad f_2 = f_1 \frac{p_1 - p_2}{p_1 + p_2}$$

C. Hr.

## IMPIANTI.

### Gli impianti dell'Aniene. (L'Energia Elettrica, settembre 1926, pag. 757).

Come è ben noto fino dal 1892 la Società Anglo-Romana (ora Elettricità e Gas di Roma) costruiva presso Tivoli un impianto idroelettrico che utilizzava una portata di quattro metri cubi su un salto di 50 metri, sfruttando una potenza di 1500 kW che venivano trasmessi a Roma con una linea a 5000 V lunga 26 km.

Intorno al 1899 sorgevano il gruppo di impianti di Vesta, Mecenate e Vescovoli, ai quali nel 1913 si aggiungeva la derivazione dall'Aniene fra Fiumerotto ed Arci.

Tutti questi impianti sono in corso di rimodernamento per opera del Consorzio Idroelettrico dell'Aniene costituito fra il Governatorato di Roma, e la Società Elettricità e Gas di Roma.

I due impianti di Arci e di Tivoli, nel nuovo piano di sfruttamento, utilizzano tutta la potenza disponibile sull'Aniene fra la presa di Fiumerotto (quota di invaso 239,67) a circa 6 km a monte di Tivoli, e la centrale dell'Acquoria sotto Tivoli, con restituzione delle acque all'Aniene a quota 49. Il salto complessivo di 190 m è utilizzato per 19 metri nella centrale di Arci e per 163 metri nella centrale dell'Acquoria.

Le portate del fiume passano da un minimo di 10 m³/s a un massimo di 450 m³/s; però per circa metà dell'anno la portata si mantiene fra i 18 e i 38 m³/s.

In corrispondenza alle due prese sono stati costruiti dei serbatoi diurno-settimanali di 200.000 m³.

L'impianto di Arci ha una diga fissa in muratura di circa 7 metri di altezza, sormontata da una parte mobile con tre paratoie a ventola di m. 1,67 di luce e m. 2,50 di ritenuta. Il canale derivatore, lungo quattro chilometri è proporzionato per una portata di 30 m³/s.

Nella centrale sono installati due gruppi da 4000 kVA.

L'impianto principale, in costruzione, è quello di Tivoli con centrale all'Acquoria.

Il serbatoio alla presa è costituito da un argine di interlusione del

vecchio alveo dell'Aniene; due paratoie automatiche di 12 m di luce e 5,50 m di ritenuta regolano gli scarichi verso i così detti due cunicoli Gregoriani, ampie gallerie lunghe 270 m scavate nel 1835 per ordine di Papa Gregorio XVI per deviare le piene dell'Aniene.

La presa dell'acqua è fatta in vicinanza ai cunicoli. La condotta di derivazione in pressione, consta di un pozzo verticale di quattro metri di diametro, profondo 60 m, e di una galleria inclinata del 9,25 per cento, lunga 1100 metri.

Il primo tratto di galleria, fino alla pressione statica di 13 atmosfere, lungo 724 metri, è costituito da un tubo di cemento armato di 3,10 m di diametro; il secondo tratto consta di una vera tubazione metallica, di diametro decrescente da m. 3 a m. 2,60, imbottita con anello di calcestruzzo. La portata massima utilizzata è di 32 m³/s.

La nuova centrale Acquoria, poco lontana dalla vecchia, conterrà tre gruppi verticali da 17.000 kVA, ciascuno per 11 m³/s e 164 metri di salto.

A questo impianto principale sono collegati tre altri minori destinati ad utilizzare almeno in parte, quelle portate che, soggette a diversi vincoli idraulici, non si possono sfruttare sul salto principale.

L'impianto di Vesta utilizza una portata massima di 8 m³/s sul salto di 50 metri fra Tivoli e le Cascatelle di Vesta; in centrale sono installati due gruppi da 1650 kVA.

L'impianto Vescovoli, con presa sotto le Cascatelle, sfrutta su un salto di 48 m., l'acqua di queste e della cascata grande alimentando due gruppi da 3000 kVA, installati nella vecchia centrale Acquoria.

L'impianto Mecenate sfrutta su 112 metri di salto parte dell'acqua di scarico della centrale di Vesta, e le colature dell'acqua rilasciata alla presa per i servizi di Tivoli; i relativi quattro gruppi sono installati nella vecchia centrale Acquoria.

Con questo complesso di opere si verranno a ricavare dall'Aniene circa 80 milioni di kWh in più di quanto si ricavi attualmente, portando la potenza attuale di 12.000 kW, a un valore massimo di 45.000 kW.

R. S. N.

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

### K. B. Mc EACHRON — Misura delle sovratensioni colle figure di Lichtenberg. (J. A. I. E. E., ottobre 1926, pag. 934).

L'A. mette in evidenza l'opportunità di poter disporre di un apparecchio poco complicato e poco costoso per la registrazione e la misura dei fenomeni istantanei di tensione che si verificano sulle linee di trasmissione; un tale apparecchio potrebbe essere installato qua e là lungo le linee, ricavandosene dati utilissimi.

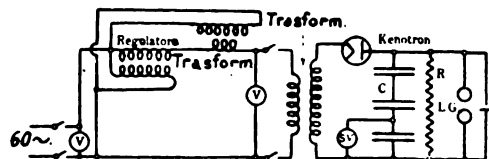


Fig. 1. — Diagramma del dispositivo per onde depresse (fino a 20' e 55'' per raggiungere il massimo).

A tale scopo non può servire l'oscillografo a raggi catodi. L'A. si è proposto di studiare sotto questo aspetto le figure di Lichtenberg, ossia quelle figure che si possono ottenere applicando una differenza di potenziale fra una lastra metallica ed un elettrodo qualunque, separati fra loro da una lastra isolante. E' noto che tali figure possono essere rese visibili cospargendo prima o dopo l'esperienza, la lastra isolante con polvere di gesso; esse possono anche essere registrate fotograficamente ponendo una pellicola sensibile fra la lastra isolante e l'elettrodo, colla faccia sensibile a contatto di questo.

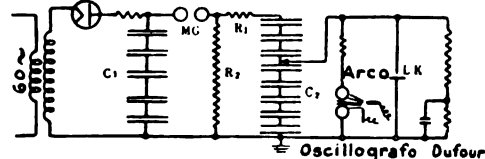


Fig. 2. — Diagramma del dispositivo per onde rapide (da 1' a 0,1 microsecondi per raggiungere il massimo).

L'A. ricorda che altri sperimentatori hanno fatto delle ricerche su tali figure, e cita in particolare l'istrumento noto col nome di clinodografo. Venne generalmente riconosciuto che le figure assumono un aspetto diverso secondo che l'elettrodo è positivo o negativo; nel primo caso le figure sono più grandi. Alcune volte esse presentano delle ramificazioni arborescenti il cui significato è ancora sconosciuto. L'A. si è preoccupato di arrivare ad una specie di taratura di tali figure, ossia alla loro interpretazione nei riguardi del valore massimo e della forma di fronte dell'onda di tensione.

A tale scopo furono compiute esperienze con 16 forme di onde,



da quelle a fronte molto depressa a quelle a fronte ripidissima e lunghe alcune centinaia di metri. In ogni esperienza si prendevano anche gli oscillogrammi con un oscillografo Dufour a raggi catodici connesso direttamente fra la piastra metallica e l'elettrodo.

Per determinare il valor massimo dell'onda di tensione si fece uso dello spinterometro a sfere. Per le onde più depresse, nelle quali il

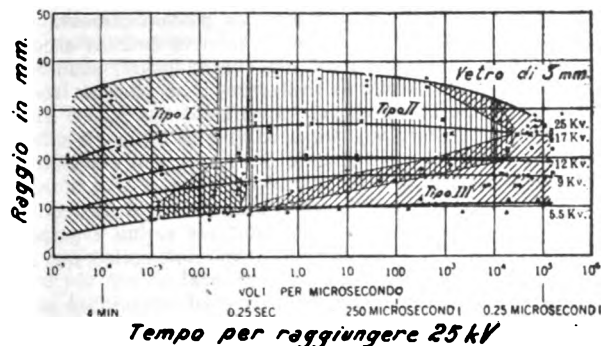


Fig. 3. — Variazione delle dimensioni delle figure positive per diversa ripidità di fronte e diverso valore massimo.

valore di cresta si raggiunge dopo dieci o più secondi, il tempo era determinato con sistemi di orologeria; per onde ripide il tempo si desunse dalla registrazione di un oscillografo elettromagnetico, con un'onda di base di 60 periodi; per le onde ripidissime serviva la registrazione dell'oscillografo Dufour opportunamente tarato con un ondometro.

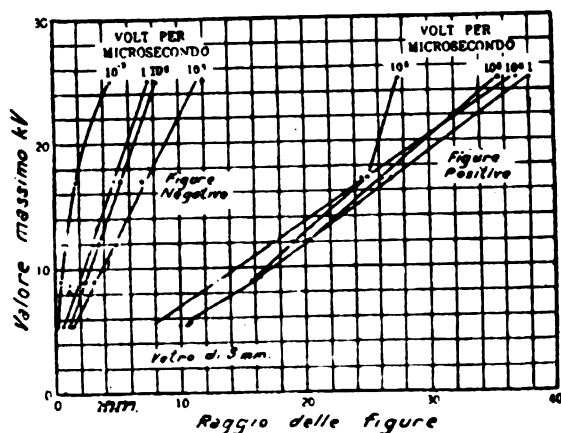


Fig. 4. — Variazione delle dimensioni delle figure positive e negative.

Le onde più depresse furono ottenute col dispositivo di fig. 1, caricando il condensatore C mediante un regolatore a motore connesso col primario del trasformatore di carica. Lo schema servi per onde da 22 minuti a 12 secondi di durata di fronte (dall'inizio al valore massimo).

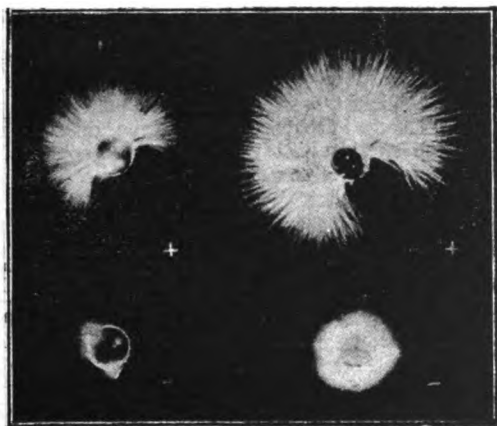


Fig. 5. — Figure del primo tipo — onde molto depresse  
A = 17 kV in 840'' B = 25 kV in 85''

Un altro dispositivo usato fu quello di fig. 2 nel quale un condensatore  $C_1$  si scarica su un'altro  $C_2$ , variando le due capacità e i valori delle resistenze in serie in modo da variare la fronte dell'onda. Per le onde più ripide si usava uno spinterometro in serie fra i due condensatori. Si arrivò ad onde ripidissime con variazioni di 100.000 volt in un millesimo di secondo.

Le figure erano ottenute su pellicola fotografica, usando una lastra di vetro di cm. 20,3 x 25,4 e 3,8 mm di spessore, e un elettrodo

cilindrico di ottone, di 1 cm di diametro poggiante colla sua base sulla pellicola; sotto al vetro stava una lastra di piombo.

Nella figura 3 sono riassunti i risultati, esposti come raggio delle figure in funzione dell'inclinazione della fronte dell'onda per cinque valori di cresta d'onda: 5,5 kV, 9 kV, 12 kV, 25 kV.

Come si vede, le dimensioni delle figure positive vanno aumentando colla ripidità dell'onda fino ai valori da 1000 V a 10.000 V per microsecondo; oltre questo valore, (corrispondente a onde di circa 60 periodi) mentre le dimensioni restano costanti per i valori di cresta minori, con elevati valori di cresta d'onda le figure vanno rimpicciolendo. Per le figure negative, tracciando analogo diagramma, si nota un brusco cambiamento di dimensioni da 0,001 V per microsecondo, a 0,01 V per microsecondo; le dimensioni vanno poi crescendo colla ripidità della fronte d'onda.

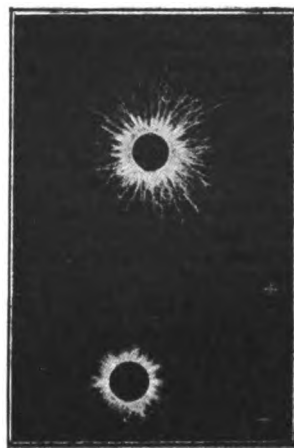


Fig. 6. — Figure del secondo tipo — onde ripide  
21,6 kV in 48 microsecondi.

I risultati sono riassunti nella figura 4, da cui si vede che le dimensioni delle figure positive sono poco influenzate dalla fronte d'onda, fuorché per onde ripidissime e con valori di cresta elevatissimi.

Le figure negative risentono invece assai più l'effetto della ripidità dell'onda. Un confronto fra le dimensioni delle figure positive e negative può dare un'idea, largamente approssimata della forma della fronte d'onda.

La figura 3 è stata divisa in tre campi, corrispondentemente a tre tipi di figure positive.

Il primo tipo consiste in una irradiazione di più linee rettilinee, che talvolta si estendono soltanto a una porzione della periferia dell'elettrodo. Coll'appiattirsi della fronte d'onda diminuiscono il numero e la lunghezza dei raggi; le figure negative vanno diventando sempre più piccole fino a dileguarsi.

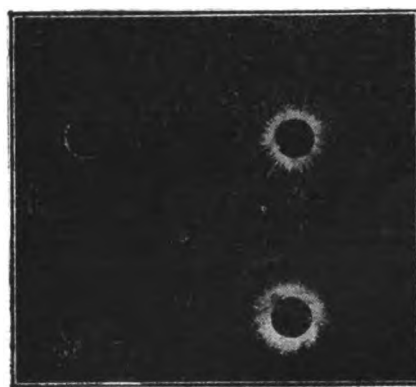


Fig. 7. — Figure del terzo tipo — onde ripidissime  
A = 7,3 kV in 0,1 microsecondi B = 17,8 kV in 0,15 microsecondi.

Il secondo tipo di figure positive è caratterizzato da linee radiali molto tortuose e generalmente ramificate.

Le figure del terzo tipo presentano linee radiali diritte, ingrossate alla base, ramificate. Esse indicano generalmente onde a fronte molto ripido.

Anche le figure negative variano sensibilmente colla ripidità dell'onda, ma la variazione è troppo graduale per permettere una netta distinzione di tipi.

L'A. riporta anche alcuni interessanti oscillogrammi corrispondenti alle onde usate, e fra l'altro uno di un'onda con inclinazione di fronte corrispondente a 120.000 V per microsecondo.

L'A. ritiene che i risultati delle sue ricerche possano rendere praticamente possibile l'impiego e l'interpretazione delle figure di Lichtenberg per lo studio dei fenomeni transitori sulle linee di trasmissione.

**MOTORI ELETTRICI.****W. C. YATES — Tendenze nei comandi per impianti industriali.** (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 601).

L'A. si occupa specialmente dei progressi realizzati nei comandi dei motori elettrici per impianti industriali nell'ultimo decennio. Si è sviluppata sempre più la tendenza a chiudere tutti i comandi dei motori in apposite custodie quando sono distribuiti in piccoli quadretti nelle officine. Si sono andati sempre più diffondendo i comandi elettromagnetici, grazie anche ai perfezionamenti introdotti nella costruzione dei contattori, dei relais e degli altri dispositivi ausiliari occorrenti.

Nella protezione di massima si vanno ancora sperimentando vari tipi di relais termici, mentre si conservano le valvole e gli interruttori a scatto rapido per i casi di protezione contro corto circuito. Nella protezione di minima tensione, che è necessaria secondo le norme americane, quando la messa in marcia dei motori e delle macchine dopo un'interruzione può riuscire pericolosa se non controllata dal personale di servizio, la tendenza è di adottare relais, a tempo differito.

Nell'avviamento automatico dei motori si tende in genere a seguire il principio dell'accelerazione basata sul tempo di avviamento anziché sull'intensità della corrente assorbita.

Nella questione dei contatti, gli studi condotti in questi ultimi tempi hanno svelato elementi importanti, di cui non si può far a meno di tener conto nella costruzione dei nuovi comandi; così si è visto che l'ossidazione di una superficie di rame ha una notevole influenza sulla resistenza di contatto: si è perciò addivenuti a vari sistemi di copertura dei contatti stessi, sia con zinco, sia con altri metalli assicurando un miglioramento nelle condizioni di esercizio dei comandi così costruiti.

Per l'avviamento dei motori a induzione si è dovuto far fronte alla tendenza sempre crescente di attaccare direttamente alla linea motori sempre più grossi; si è perciò sviluppato un tipo di interruttore elettromagnetico di avviamento che incorpora le protezioni di minima e massima e offre il vantaggio di eseguire il comando con un semplice bottone a pressione. Il tipo di motore a gabbia con compensatore all'avviamento è in America sempre oltremodo diffuso, quantunque abbia subito molte critiche da parte dei fautori dei motori avvolti con inserzione di resistenza rotorica. C. G. E. (\*)

\* \*

**D. STOETZEL — Sistemi di comando elettrico per escavatori.** (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 668).

Nell'applicazione dell'elettricità agli escavatori è della massima importanza la scelta di un sistema adatto di comando, per ciò che riguarda sia gli apparecchi usati, che lo schema dei collegamenti.

Nei primi escavatori elettrici si aveva un unico motore a corrente continua funzionante a velocità praticamente costante in tutte le condizioni di carico, dal quale si comandavano meccanicamente a mezzo di innesti e ingranaggi le varie operazioni dell'escavatore e si ottenevano le variazioni di velocità. Per tali macchine era sufficiente un normale sistema di comando a mano, con controller a regolazione reostatica, per avviamenti e arresti a lunghi intervalli e a carico ridotto.

Successivamente a questi escavatori, si sostituirono macchine nelle quali la distribuzione e la variazione dei movimenti era ottenuta elettricamente a mezzo di vari motori assegnati ciascuno a una data operazione.

Questi motori dovevano continuamente avviarsi, fermarsi e invertire il proprio moto e ciò con le più varie condizioni di carico e velocità. Fu necessario perciò sostituire al comando reostatico diretto a controller, un comando a contattori con controller azionante i contattori di avviamento, di inversione e di accelerazione automatica; questi comandi comprendevano anche adatti relais per proteggere i motori contro sovraccarichi, con l'inserzione automatica, nel circuito dell'indotto di opportune resistenze, quando il carico oltrepassava certi valori, limitando in tal modo la corrente senza interromperla, il che è assai vantaggioso.

Tuttavia questi comandi davano luogo ad inconvenienti derivanti dal fatto che le condizioni disagiatissime di funzionamento, i forti urti, la polvere, le impurità e l'impossibilità di attente cure di manutenzione e di ricambio nuocevano presto al buon funzionamento dei vari relais delle altre piccole parti mobili. Inoltre l'azione dei contattori per l'accelerazione automatica dava luogo ad avviamento alquanto irregolare con una successione di massimi e minimi nei valori della coppia esercitata dai motori, senza contare che talvolta l'azione dei relais per la limitazione della corrente, in caso di sovraccarichi, non era talmente immediata ed esatta da impedire che la coppia eccessiva desse luogo a sollecitazioni anormali.

Per eliminare questi inconvenienti oggi si usano equipaggiamenti con comando a sistema Ward Leonard. Ad ogni movimento è assegnato un motore con relativa dinamo di cui si regola il campo a mezzo di un piccolo controller che sostituisce tutto il complicato si-

stema di contattori e relais. Mediante una opportuna scelta del sistema di eccitazione delle macchine si riesce ad impedire che la corrente di sovraccarico oltrepassi certi limiti e che la velocità del motore con piccoli carichi sia eccessiva.

Si può anche agire contemporaneamente sul campo del motore in modo da rinforzarlo all'avviamento e indebolirlo quando è richiesta la coppia minima.

Questi controller per quanto agenti su piccole correnti, debbono essere ampiamente dimensionati, dato il servizio faticoso e continuo a cui sono sottoposti; inoltre le parti soggette ad usura, sono ricambiabili con grande facilità. Anche le resistenze di regolazione sono particolarmente curate perchè occupino il minimo spazio ed offrano la massima sicurezza di funzionamento ed il più facile ricambio; esse sono normalmente del tipo a filamento o a nastro con elementi montati su apposite intelaiature.

In quanto al motore a corrente alternata del gruppo convertitore principale che distribuisce la corrente continua a tutti i gruppi Ward Leonard, oggi se ne adotta il comando di tipo automatico che permette il massimo risparmio e la minima sorveglianza.

E' da notare però che ancor oggi in certi piccoli tipi di escavatori sui quali non è possibile applicare il sistema Ward Leonard, si attua il comando dei vari motori di lavoro, alimentandoli da un'unica dinamo a mezzo di controller a regolazione reostatica, nei quali naturalmente si dovrà ad opportuni intervalli procedere alla verifica e al ricambio delle parti soggette ad usura. La protezione contro sovraccarichi è ottenuta sia ricorrendo ad una dinamo alimentatrice, con caratteristica tale che la tensione cada rapidamente all'aumentare del carico, sia impiegando un apparecchio a tempo per l'inserzione e disinserzione di resistenze sul circuito dell'indotto dei motori di lavoro. C. G. E.

**TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.****L. H. BURNHAM — Trasformatori in olio per grande potenza e per alte tensioni a raffreddamento a circolazione forzata dell'aria.** (Gen. El. Rev., agosto 1926, pag. 569).

Ai vari sistemi raffreddamento dei trasformatori, dipendenti dalle peculiari caratteristiche della macchina, e cioè naturale in aria, naturale in olio, in aria con ventilazione artificiale, in olio con circolazione di acqua, un altro viene ora aggiunto e precisamente quello a circolazione forzata dell'aria per i tipi in olio. Di questo nuovo sistema l'A. consiglia l'impiego nei seguenti casi:

a) quando non si possa ricorrere all'acqua per il raffreddamento;  
b) per trasformatori a raffreddamento naturale quando la temperatura ambiente sia superiore ai 40° C;

c) nelle installazioni dove vi siano forti variazioni di carico. In questi casi la circolazione forzata di aria viene ad integrare l'azione del raffreddamento naturale solamente nei periodi di tempo in cui il carico supera un certo limite.

Dal punto di vista economico, il costo, compreso l'equipaggiamento soffiante di un tale trasformatore, è intermedio fra quello dei tipi a raffreddamento naturale e quello dei tipi a raffreddamento a circolazione d'acqua.

Numerose esperienze con vari schemi furono fatte prima di giungere all'attuale metodo di distribuzione dell'aria sotto pressione lungo le superfici radianti. Esso è caratterizzato da un ottimo rendimento; inoltre l'apparato di distribuzione dell'aria non danneggia il naturale movimento di essa, quando il trasformatore lavora come unità a raffreddamento naturale.

L'analisi dei risultati ha mostrato che l'aria soffiata serve egregiamente ad aumentare l'effetto della corrente di convezione naturale disturbando gli strati sottili di aria stagnante aderenti alla superficie stessa e generando nel contempo un aumento di circolazione di aria nello spazio adiacente.

L'A. illustra l'applicazione di questo principio effettuata in un impianto trifase di 90.000 kVA della Great Western Power Company. Per questo furono costruite quattro unità monofasi da 30.000 kVA, 60 periodi, 220.000, 125.000, 10.640 volt con l'avvolgimento a 10.640 volt impiegato per azionare un condensatore sincrono, allo scopo di correggere il fattore di potenza ed ottenere la regolazione della tensione. C. G. E.

**TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.****A. R. STEVENSON Jr. — Il limite economico della correzione del fattore di potenza.** (Gen. El. Rev., agosto 1926, pag. 574).

L'A. partendo dalla considerazione che un basso fattore di potenza non permette di utilizzare completamente l'impianto di generazione e trasmissione, in quanto solo parte dell'energia sviluppata è effettivamente utilizzabile, ed è causa di un aumento nelle perdite per effetto della eccessiva resistenza presentata dalla linea di trasmissione in rapporto all'energia utilizzabile trasmessa, si propone di esaminare

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

in quale proporzione dette perdite hanno singolarmente influenza col variare del fattore di potenza e di determinare in qual grado questo debba essere corretto in modo da ridurre al minimo le perdite stesse e conseguire la massima economia dell'impianto.

Due formule furono date dall'A. in un suo precedente articolo per la determinazione del valore più economico del fattore di potenza; la prima in funzione della minima perdita di resistenza per unità di energia trasmessa; la seconda in funzione della massima riduzione nel costo di installazione e nei conseguenti oneri finanziari, per interessi e ammortamenti.

Dette formule non danno identici valori per la correzione più opportuna pel fattore di potenza; l'A. vuole quindi trovarne una nuova, che tenga conto contemporaneamente di questi due importanti fattori economici in modo da avere una idea più sintetica di tutto l'importante problema.

Considerando che le perdite di resistenza per unità di potenza sviluppata e il costo d'installazione di un impianto sono rispettivamente funzioni del carico medio normalmente convogliato e del carico massimo erogabile nelle ore di maggior consumo, l'A. procede ad analizzare per questi due valori del carico i vantaggi economici che si ottengono dalla correzione del fattore di potenza e a stabilire quale valore si deve dare a questo per avere la massima economia.

Questi due valori del fattore di potenza relativi al carico massimo e medio limitano una zona, entro la quale sono compresi i valori più opportuni del fattore di potenza da adottarsi allo scopo di conseguire la massima economia nell'esercizio dell'impianto.

La formula è ottenuta facendo varie ipotesi semplificatrici sulle condizioni del carico e sulla disposizione della rete di distribuzione, e assumendo per alcuni elementi valori pratici desunti da un impianto con correzione del fattore di potenza a mezzo di condensatori statici.

L'equazione trovata non è risolvibile analiticamente e perciò l'A. si serve di una tabella che permette la risoluzione grafica del problema. Tale tabella è ricavata da dati pratici nel caso sempre di condensatori statici, ma per altri casi di correzione ne potranno essere agevolmente compilate altre analoghe.

In conclusione la formula è di notevole utilità, non per essere ciecamente applicata ai singoli impianti di distribuzione, i quali, contrariamente alle ipotesi fatte, si presentano nelle più varie condizioni di alimentazione e di carico, ma per fornire, specie nello studio di nuove installazioni, un dato di orientamento sul valore più opportuno da scegliersi per la correzione del fattore di potenza, in vista della massima economia da realizzarsi e del minimo costo di installazione del macchinario speciale necessario per la correzione stessa.

C. G. E.

\* \*

## E. L. HOUGH — Sezionamento di circuiti per miniere. (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 611).

In questo articolo l'A. dopo aver descritto il carattere particolare dell'applicazione dell'elettricità negli impianti di miniere e le difficoltà inerenti allo sviluppo dei circuiti di alimentazione, pel conseguente sviluppo delle miniere stesse, mostra come la manovra a mano dei coltelli separatori sia lenta, per cui occorre molto tempo perché, in caso di corto circuito, od altro incidente lungo la linea, possa ripristinarsi l'esercizio in condizioni di funzionamento normali.

Perciò in un considerevole numero di miniere si sono permanentemente sezionati i circuiti di distribuzione collegati agli alimentatori che fanno capo alla sottostazione. Ciascun alimentatore è protetto da un interruttore, collocato nella sottostazione, dove trovasi il personale di vigilanza.

Per quanto tale metodo provveda ad una buona protezione per le singole sezioni, pure l'A. dimostra che ad esso si possono muovere parecchie obiezioni, tra cui principalmente, quella di non ridurre i casi di incendio, nè di permettere sufficiente sicurezza, se si tratta di aumentare la potenza dell'impianto per alimentare nuovi circuiti.

L'A. tratta poi di un tipo di sezionatore automatico che molte Società hanno adottato nei loro impianti, riportando sensibile economia e grande miglioramento nell'efficienza del servizio.

Studi ed esperienze hanno dimostrato che adottando tale dispositivo si realizzano i seguenti vantaggi e caratteristiche: 1) frazionamento del sovraccarico; 2) ripresa automatica del servizio dopo breve intervallo di tempo; 3) indipendenza fra il frazionamento del sovraccarico e l'intervallo di tempo, ecc.

L'A. considera due schemi: di questi il più interessante è quello che mostra le applicazioni dell'equipaggiamento automatico di divisione del carico e di chiusura. L'intero sistema è suddiviso in diverse sezioni, ciascuna delle quali è completamente isolata dalle altre, e non le influenza se in essa si verifica qualche incidente. Supponendo ad esempio che intervenga in un punto di una sezione un corto circuito o un forte sovraccarico, i sezionatori collocati nelle adiacenze immediate di essa agiscono e non alimentando più la sezione in cui l'incidente si è verificato, impediscono il verificarsi di disturbi in altri punti; superato l'inconveniente, essi si richiudono automaticamente e ripristinano in quella sezione il servizio di funzionamento normale.

Il numero e il tipo di equipaggiamento adottati variano con la natura dell'impiego al quale sono destinati. Molti circuiti, se ramificati, richiedono numerosi equipaggiamenti. Questi sono regolarmente costruiti per servizio di circuiti di 300, 600, 900 e 1500 A. a 275 volt.

C. G. E.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### Prossime riunioni internazionali.

Dal 23 giugno al 2 luglio prossimi si terrà a Parigi la quarta sessione della *Conferenza internazionale delle grandi reti ad alta tensione*. Ricordiamo che le precedenti sessioni si tennero nel novembre 1922 e 1923, e nel giugno 1925, sempre a Parigi, con largo intervento di nostri colleghi, specie per l'ultima riunione. L'*Elettrotecnica* diede ogni volta ampia relazione dei lavori della conferenza.

Per la prossima riunione si è giustamente limitato a sessanta il numero delle relazioni e delle memorie da porre in discussione, per poter veramente garantire la pubblicazione preventiva ed assicurare il tempo alla necessaria discussione. Le memorie presentate erano già una cinquantina al 1° gennaio, ed il numero massimo presto sarà certamente raggiunto.

Per quanto ci consta una sola memoria italiana è stata inviata dall'Ing. Montagni sulla costruzione delle linee aeree; e non sono ormai possibili ulteriori invii; ma è desiderabile che i nostri colleghi intervengano numerosi per partecipare alle discussioni. L'A. E. I. ha già disposto per l'invio di una sua delegazione di tre membri.

Per le iscrizioni alla Riunione — il cui programma generale è, come sempre, interessantissimo — è fatto tempo a tutto il 30 aprile. Per informazioni rivolgersi all'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

\*

*Relazioni al Congresso internazionale dei Fisici* (Como, settembre 1927). — Pubblichiamo un primo elenco delle comunicazioni annunciate per il Congresso mondiale dei fisici. Esso viene organizzato, come i nostri lettori ben sanno, dal Comitato presieduto dal consocio Prof. Majorana e promette di riuscire un convegno di importanza storica per le scienze fisiche.

A. Smekal (Austria): *Sulla costruzione elettrica dei cristalli reali*.  
J. C. Mac. Lennan (Canada): *Spettro dell'aurora*.

W. Heisenberg (Danimarca): *Fondamenti della meccanica quantica*.

M. Brillouin (Francia): *Su una questione di elettricità atmosferica*.

M. de Broglie (Francia): *Sull'assorbimento dei raggi di corta lunghezza d'onda, operato dalla materia*.

A. Cotton (Francia): *Sulla produzione di campi magnetici permanenti, intensi ed estesi*.

P. Janet (Francia): *Sui tentativi infruttuosi fatti da un gran numero di inventori per realizzare una macchina a corrente continua senza collettore*.

P. Langevin (Francia): *Sopra una questione d'elettromagnetismo*.

I. Perrin (Francia): *L'elettrizzazione delle pareti al contatto delle soluzioni*.

P. Weiss (Francia): *I momenti atomici*.

M. Born (Germania): *Relazioni fra l'elettrodinamica di Maxwell e la teoria dei quanti*.

I. Frank (Germania): *Su alcune questioni al limite fra fisica e chimica*.

W. Gerlach (Germania): *Sul comportamento magnetico di gas e vapori*.

E. Grüneisen (Germania): *Conducibilità elettrica e termica dei metalli a bassissima temperatura*.

M. v. Laue (Germania): *Effetto Doppler nella diffusione dei raggi Röntgen da atomi in movimento termico*.

M. Planck (Germania): *Sulla differenza di potenziale delle soluzioni diluite*.

A. Sommerfeld (Germania): *Sulla rifrazione di onde elettromagnetiche e di corpuscoli elettrici*.

O. Stern (Germania): *Esperienze sui raggi molecolari*.

K. W. Wagner (Germania): *Conduttori a catena e filtri d'onda*.

Megh Nad Saha (India): *Sulla spiegazione degli spettri degli elementi*.

F. W. Aston (Inghilterra): *Sopra recenti lavori collo spettrografo di massa*.

W. L. Bragg (Inghilterra): *La diffrazione, per mezzo di un cristallo di onde elettromagnetiche corte*.

E. Rutherford (Inghilterra): *Nuclei atomici e loro trasformazioni*.

A. Amerio (Italia): *Sul problema della radiazione solare*.

E. Fermi (Italia): *Le relazioni tra la statistica e la nuova meccanica*.

A. Garbasso (Italia): *Discorso commemorativo di Alessandro Volta*.

M. La Rosa (Italia): *L'applicabilità del principio balistico alla propagazione della luce*.

E. Perucca (Italia): *Triboelettricità ed effetto Volta*.

P. Straneo (Italia): *La nuova meccanica ondulatoria in rapporto alle idee di Poincaré sulla teoria generale dei quanti*.

H. A. Kramers (Olanda): *La diffusione della luce per mezzo della materia.*

H. A. Lorentz (Olanda): *Alcuni problemi della teoria degli elettroni.*

P. Zeeman (Olanda): *La radiazione degli atomi in un campo magnetico.*

P. Lasareff (Russia): *Sulla teoria fotoelettrica della visione.*

P. W. Bridgman (Stati Uniti): *Proprietà elettriche dei cristalli metallici.*

A. H. Compton (Stati Uniti): *L'azione delle radiazioni sugli elettroni.*

W. Duane (Stati Uniti): *Il carattere della « radiazione generale ».*

E. H. Hall (Stati Uniti): *Teoria di Volta dell'effetto Volta: una moderna interpretazione.*

A. E. Kennelly (Stati Uniti): *Attenuazione normale sulle reti di conduttori elettrici.*

I. Langmuir (Stati Uniti): *Scariche elettriche nei gas a basse pressioni.*

A. A. Michelson (Stati Uniti): *Misura della velocità della luce.*

R. A. Millikan (Stati Uniti): *Ruggi cosmici.*

J. M. Pupin (Stati Uniti): *Teoria del bilanciamento duplex nella telegrafia per cavi sottomarini.*

R. W. Wood (Stati Uniti): *Oscillatore piezoelettrico.*

P. Debye (Svizzera): *Le proprietà dei dielettrici e la teoria quantica.*

Sono per ora preannunciate altre comunicazioni di P. Boucherot, C. Fabry (Francia), P. Paschen (Germania), A. S. Eddington, J. A. Fleming, O. W. Richardson, J. J. Thomson (Inghilterra), B. Cabrera (Spagna), M. Siegbahn (Svezia).

\* \*

#### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

*Contattori per comando manule.* — Quantunque esistano dispositivi automatici per staccare dalla linea i motori od altri apparecchi utilizzatori dell'energia elettrica in caso di sovraccarico, pure deve essere disposto anche perchè sia possibile eseguire questa operazione a mano, quando gli operatori si accorgono che si verificano delle condizioni di funzionamento anormali. A questo scopo sono stati studiati i contattori per comando manuale, così chiamati perchè i contatti sono simili a quelli usati nei contattori a comando elettromagnetico. Secondo notizie pubblicate nella Gen. Elec. Rev. dell'agosto 1926, vengono costruiti normalmente come tipi bi-tri e tetrapolari per 75, 150 e 300 ampere. Tutte le parti del contattore soggette al passaggio di corrente sono stagnate allo scopo di eliminare la formazione di resistenze di contatto nei giunti. I contatti poi sono rivestiti di argento.

Essi trovano impiego là dove si vuole aprire il circuito d'un motore in qualunque momento anche in condizioni di carico intenso indipendentemente dagli apparecchi di comando.

#### APPLICAZIONI VARIE.

*L'uso dei piccoli impianti refrigeranti azionati elettricamente* si va grandemente diffondendo in America. Secondo una statistica recente, estesa a 154 località degli S. U. esistevano nell'estate del 1926: impianti domestici 69.251; impianti tipo commerciale 21.290; con una popolazione servita complessiva di oltre quattro milioni e mezzo. In tutti gli Stati Uniti si valuta che vi siano in servizio oltre 260.000 apparecchi per uso domestico e più di 78.500 apparecchi di tipo commerciale, con una popolazione servita complessivamente di oltre 17 milioni di abitanti. Nei primi sette mesi e mezzo del 1926, furono venduti circa 192.500 apparecchi refrigeranti.

#### ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

In California, la città di Vallejo, che conta 26.000 abitanti, ha completato recentemente la *prima tubazione per acqua potabile saldata per intero elettricamente*. La condotta è in lamiera di acciaio, la sua lunghezza totale è di 35 km, di cui 24 del diametro di circa 600 mm e 11 km del diametro di 560 mm. Gli spessori delle lamiere sono di 5 mm per un tratto di circa 17 km e di 6,5 mm per l'altro tratto di circa 7 km del tronco di tubazione di 600 mm mentre la tubazione di 560 mm ha un unico spessore di 5 mm. Secondo quanto è pubblicato dalla General Elec. Rev. dell'agosto 1926, le lamiere di acciaio vennero prima saldate in officina con macchina automatica ad arco lungo la generatrice del cilindro della tubazione. Poi a due a due i cilindri vennero saldati assieme circolarmente con una macchina semi-automatica pure ad arco, per formare sezioni di tubazione di m 8,50 di lunghezza. Le sezioni di tubo furono sottoposte a prova idraulica in officina senza che si manifestasse perdite attraverso le saldature. Trasportate poi sul posto si saldarono quattro sezioni assieme formando dei tronchi di 34 metri di tubazione, i quali vennero calati nella fossa scavata nel terreno lungo il tracciato della condotta e saldati assieme con speciale saldatrice elettrica trasportabile. La condotta venne posata nei mesi più caldi del 1925 e venne provata e messa in servizio nei mesi più freddi con ottimi risultati. La prova generale consistè nel mettere l'intera tubazione sotto la pressione di 14 atmosfere misurata nel punto più basso della condotta e per 48 ore di seguito. La tubazione risultò completamente priva di perdite. Con questa tu-

bazione si realizzò un risparmio del 10 per cento nella spesa rispetto ad una tubazione analoga chiodata, ciò che data l'entità della cifra d'impianto rappresenta una economia non indifferente.

#### FISICA E CHIMICA.

Il Congresso di Ottica che si raduna periodicamente in Inghilterra è stato tenuto nello scorso anno nel mese di aprile. Vengono pubblicati gli Atti di tale Congresso, i quali occupano due volumi in quarto. Essi costituiscono una documentazione, si può dire completa, dello stato attuale della ottica, sia sotto l'aspetto teorico come sotto quelle delle pratiche applicazioni agli apparecchi e strumenti di misura e di osservazione. Il costo dei due volumi è di tre sterline. Gli interessati possono rivolgersi alla sede della Optical Convention, a Londra S. W., 7 - Exhibition Road - 1 Lowther Gardens.

\*

Recentemente dal Bureau of Standards sono stati preparati tre campioni di superfici piane, ricorrendo a dischi di quarzo fuso, ottenuto industrialmente dalla G. E. Co.; le superfici piane campione servono per verificare altre superfici piane, per controllare se certi spigoli sono veramente rettilinei, per calibrare strumenti che misurano la curvatura, ecc.

Fu scelto per l'esecuzione dei campioni il quarzo fuso, perchè esso presenta un coefficiente di dilatazione assai piccolo, pari a 1/15 di quello del vetro; d'altronde, grazie alla produzione industriale di questo materiale di recente iniziata è stato possibile avere di esso tre dischi di 25 a 28 cm. di diametro e di 5 a 6 cm. di spessore. I piani ottenuti sono garantiti per una deviazione non superiore a 1/100 di lunghezza d'onda della luce solare.

#### GENERATORI ELETTRICI.

*Alternatori di grande potenza ad altissimo numero di giri* sono descritti nella Siemens Zeit. del settembre 1926. Si tratta di macchine da 32.000 kVA a 3000 giri; esse hanno un rendimento del 95,8 % a pieno carico e con  $\cos \varphi = 0,80$ . Per l'eccitazione è richiesta una potenza di 80 kW. Essi possono sopportare correnti di corto circuito molto elevate: vennero fatte prove per correnti fino a 43.000 ampere che le macchine sopportarono benissimo; si rendono perciò superflue le reattanze di protezione. Prove di velocità fino a 3900 giri al minuto furono pure effettuate con successo. Il materiale impiegato è principalmente l'acciaio al cromo nichel che può sopportare le elevatissime sollecitazioni meccaniche derivanti dalla forza centrifuga. Il costo di queste macchine riesce in generale circa del 25 % inferiore a quello dei corrispondenti alternatori a velocità normale.

#### MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Sono state pubblicate alcune notizie sui risultati di funzionamento dell'impianto a vapori di mercurio alla centrale di Hartford (Conn. S. U.). L'impianto funziona con una caldaia a vapori di mercurio alla pressione di cinque atmosfere circa; v'è un preriscaldatore d'aria di combustione che abbassa la temperatura del fumo fino a 150°. La caldaia è a quattro sezioni, a struttura tubolare e funziona in modo del tutto soddisfacente alimentando la turbina a mercurio da 1800 kW. Si è arrivati fino ad un carico di 2000 kW, consumando 13.000 kg di vapore-ora. Si prevede che con tutti gli accorgimenti adottati si potrà arrivare a un consumo di circa 2500 calorie per kWh immesso nelle sbarre della centrale. Attualmente è allo studio un impianto per 10.000 kW con un consumo di vapore di circa 70.000 chili di vapore-ora. Le perdite di mercurio sono risultate assolutamente minime; anche la turbina ha dimostrato di resistere soddisfacentemente ai fenomeni di usura.

#### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

*Cambiamenti di polarità dovuti ad assorbimento da parte della terra.* — Nella ricezione di onde corte si è spesso osservato che mentre talvolta il segnale viene avvertito con eguale intensità in tutte le direzioni, altre volte invece vi sono delle direzioni in cui esso è più sentito o altre in cui lo è meno. A spiegare ciò l'Alexanderson in uno studio pubblicato sulla Gen. Elec. Rev. dell'agosto 1926, espone brevemente come in seguito a diversi esperimenti eseguiti sulla polarizzazione delle onde, si è potuto notare la presenza di onde componenti orizzontali e verticali con differenti velocità di propagazione. Le osservazioni dimostrarono che anche una modesta elevazione è sufficiente, nelle onde corte, per raggiungere il punto in cui le forze elettromotrici orizzontali non sono circuitate dalla terra. Conclude che la polarizzazione orizzontale non è propria alle onde corte, ma si estende anche nel campo delle onde lunghe. Per constatare ciò però nelle onde lunghe è necessario fare le osservazioni a grande distanza dalla terra. Si potrebbero tuttavia fare delle osservazioni indirette con gli ordinari rivelatori di direzione. Per questo e per altri molteplici scopi, le osservazioni eseguite con areoplani consentirebbero di dare nuova luce al meccanismo della propagazione delle onde.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.



## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani (\*)

- N. 214472 — SOC. SUISSE POUR LA CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES ET DE MACHINES: Pompe à combustible pour moteurs à combustion interne à injection directe. — 18-10-1922.
- N. 210176 — SOULAGE G.: Carburatore sans gicleur avec ou sans niveau constant. — 2-5-1922.
- N. 204377 — SPILLMAN A.: Perfectionnements apportés aux pistons de machines. — 3-10-1921.
- N. 230851 — TORTORELLI A.: Dispositivo per inizio con benzina alla marcia dei motori a scoppio con alimentario a nafta e simili. — 22-5-1924.
- N. 230852 — Lo stesso: Apparecchio riscaldatore di miscela carburata per motori a scoppio. — 22-5-1924.
- N. 228011 — « TRIA » MASCHINEN G. m. b. H.: Macchina elettrica di avviamento, di illuminazione e di accensione per motori a combustione. — 19-2-1924.
- N. 229729 — P. VIET & H. SCHNEEBEL: Valvola di ammissione del gas particolarmente applicabile agli apparecchi di avviamento dei motori ad esplosione. — 9-4-1924.
- N. 229952 — WARDILL H. & WARDILL E.: Perfezionamenti relativi ai motori a combustione interna. — 17-4-1924.
- N. 175945 — WENGER H.: Bougie d'allumage électrique avec électrode central pour l'introduction du courant. — 31-5-1919.
- N. 207874 — WILLEBY C. & WILLEBY GUY: Perfezionamenti nei carburatori per motori a combustione interna. — 16-2-1922.
- N. 207898 — WINOUDS A.: Installation de chaudières avec une, ou plusieurs chaudières antérieures et postérieures. — 1-3-1922.
- N. 204336 — WORTHINGTON PUMP and MACHINERY CORPORATION: Perfectionnements aux distributions à tiroirs. — 3-11-1921.
- N. 230566 — La stessa: Perfezionamenti in apparecchi di riscaldamento e di distribuzione di acqua. — 20-5-1925.
- N. 230046 — ZITO S. & MORABITO A.: Motore a scoppio a due tempi con parte superiore del pistone mobile comandata da speciale camma funzionante come aspiratore delle miscele ed espulsore dei gas bruciati. — 23-4-1924.
- N. 230022 — ZOCCHI A.: Ruota a cassette periferiche, immersa nell'acqua destinata ad essere azionata dalla forza ascensionale provocata da una miscela di aria e vapore (o gas) immessa nelle cassette. — 1-5-1924.
- N. 205406 — ARNO' R.: Sistema d'accensione ad alta tensione e ad alta frequenza con magnete generatore per motori a combustione interna. — 13-12-1921 (Cpl).
- N. 204759 — BAGNULO A.: Dispositivo di accensione elettrica e miglioramento di combustione nei motori ad olio pesante. — 17-2-1922 (Cpl).
- N. 205900 — BARISON S.: Nuovo sistema di distribuzione per motori a scoppio a quattro tempi. — 10-12-1921 (Cpl).
- N. 199709 — CAGLIERI L. & CAGLIERI M.: Dispositivo di comando della miscela nei motori a combustione per aeroplani. — 3-6-1921 (Cpl).
- N. 207884 — DELLEANI M.: Generatore e distributore di miscela per la combustione completa degli olii minerali di uso industriale. — 21-2-22 (Cpl).
- N. 204455 — FOETTINGER H.: Macchina a combustione ad effetto immediato dell'azione dell'agente motore sopra un mantello liquido rotante. — 20-10-1921 (Cpl).
- N. 196588 — GUYER A.: Procédé pour l'utilisation des gas d'échappement dans les moteurs à combustion interne. — 12-3-1921 (Cpl).
- N. 196589 — Lo stesso: Procédé pour l'utilisation des gas d'échappement dans les moteurs à combustion interne. — 12-3-1921 (Cpl).
- N. 204536 — MEMMO R.: Dispositivo per riportare il vapore di scarico di un motore a vapore alla pressione ed alla temperatura voluta per essere nuovamente utilizzato. — 21-11-1921 (Cpl).
- N. 198287 — MIRONE E.: Perfezionamenti ai motori a scoppio a due tempi. — 23-4-1921 (Cpl).
- N. 199302 — PASCOLI T. & ALDRIGHETTI S.: Economizzatore di combustibile per motori a scoppio. — 28-5-1921 (Cpl).
- N. 200392 — SARTORI A.: Becco polverizzatore per gli oli pesanti. — 23-6-21 (Cpl).
- N. 207229 — SCARICABAROZZI G. & PANE L.: Dispositivo applicabile sul tubo di aspirazione dei motori a scoppio per l'immissione di aria supplementare nella miscela combustibile. — 7-2-1922 (Cpl).
- N. 196331 — SERPIERI A.: Motrici a diaframmi ed a stantuffo rotante. — 21-3-1921 (Cpl).
- N. 207219 — URBAIN E. & SEAL C.: Magnéto d'allumage à phases successives. — 6-2-1922 (Cpl).
- N. 207260 — ZAMPA P.: Apparecchio per l'alimentazione ossidrica dei motori a combustione interna. — 11-2-1922 (Cpl).
- N. 204662 — BATONI L.: Apparatto elettro-mecanico per la chiusura automatica dei passaggi a livello ferroviari durante il transito del treno lungo i medesimi. — 10-11-1921 (Cpl).
- N. 228172 — BATTISTONI G. & ROSSI M. A.: Auto-elettrogeneratore trasportabile per locomotive elettriche. — 26-3-1924.
- N. 229495 — DANON H.: Perfezionamenti nei collegamenti elettrici di trazione. — 3-4-1924.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 37, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è p eventuale, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 230156 — « ELIN » A. G. FUR ELEKTRISCHE INDUSTRIE: Disposizione di linea a catenaria per aumentare la distanza dei punti di appoggio nelle ferrovie elettriche. — 5-5-1921.
- N. 198424 — ZACCARA A.: Perfezionamenti all'apparecchio del trolley delle tramvie elettriche. — 29-4-1921.
- N. 210152 — ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Interruttori per corrente elettrica. — 31-5-1922.
- N. 182643 — AIS JYOSK ELECTRO Soc.: Enroulement en court circuit pour moteurs à induction. — 27-2-1920.
- N. 183954 — ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI: Embrayage électromagnétique pour bras de signaux. — 7-4-1920.
- N. 194284 — AUTOMATIC ELECTRIC Cy: Perfectionnements aux commutateurs à cadran pour système de téléphonie automatique ou autres systèmes analogues. — 7-1-1921.
- N. 206889 — La stessa: Apparecchio perfezionato da applicarsi in un sistema di telefonia automatica a linee collettive ed in cui le linee siano singolarmente provviste di bobine di ripetizione. — 23-1-1922.
- N. 210252 — AUTOMATIC ELECTRIC Cy: Sistema telefonico in cui i collegamenti sono effettuati sopra commutatori automatici disposti in serie. — 11-5-1922.
- N. 193191 — BASILE detto WILLY WOLKOFF: Machine magnéto-électrique. — 29-12-1920.
- N. 230160 — BAYERISCHE ELEKTRIZITAETS INDUSTRIE ROTT & Cie. & WISSER AART PIETER: Interruttore a bilico formato come avviatore elettrico. — 5-5-1924.
- N. 230922 — BELLINI E.: Perfezionamenti apportati ai radiogoniometrici. — 3-6-1924.
- N. 206829 — BLONDEL A.: Procédé et dispositifs pour la mesure de la durée de parcours d'un son réfléchi. — 11-1-1922.
- N. 210110 — BLOMBELLI G.: Interruttore automatico per circuiti elettrici a frequenti interruzioni specialmente quelli controllati da limitatore di corrente. — 27-5-1922.
- N. 210581 — BOSSI E. & POTITO C.: Nuovo trasformatore elettrico. — 27-5-1922.
- N. 210582 — Gli stessi: Motore elettrico a campo rotante. — 27-5-1922.
- N. 230497 — BRANDI V.: Nuovo aggruppamento delle piastre degli accumulatori elettrici. — 12-5-1924.
- N. 165665 — BRILLOUIN L. N.: Perfectionnements apportés aux installations téléphoniques, telles, notamment, que celles pour télégraphie sans fil. — 3-4-1918.
- N. 199214 — BROWN BOVERI A. G. & C.: Appareil pour la mise en marche et l'arrêt de moteurs électriques actionnant des compresseurs. — 18-5-21.
- N. 205433 — La stessa: Enroulement à haute tension pour induit à encoches de machines électriques, et son procédé d'exécution. — 15-12-1921.
- N. 207389 — La stessa: Dispositivo per impedire che i motori ad induzione sincronizzati perdano il passo. — 27-2-1922.
- N. 210157 — La stessa: Valvola di sicurezza per alta tensione fusibile a piccola intensità di corrente. — 31-5-1922.
- N. 229859 — La stessa: Modo di avvolgimento per migliorare la commutazione delle macchine a collettore. — 15-4-1924.
- N. 231096 — La stessa: Soccorritore dipendente dall'intensità di corrente e dalla tensione. — 3-6-1924.
- N. 210171 — BRUNET P. & PELLETIER G.: Appareil pour le montage des lampes à trois électrodes. — 2-5-1922.
- N. 202064 — BRYDON S. & JOHNSON S.: Miglioramenti riferentisi alla telegrafia senza fili. — 1-8-1921.
- N. 231173 — CASTIGLIONI A.: Valvola a tappo perfezionata. — 3-6-1924.
- N. 231174 — Lo stesso: Valvola a tubetto. — 3-6-1924.
- N. 231175 — Lo stesso: Valvola aerea. — 3-6-1924.
- N. 213868 — CENDOLA F. P.: Reostato ad acqua semplice con elettrodi mobili sempre completamente immersi, sistema Cendola. — 19-9-1922.
- N. 205377 — CHENVEY F. DE WITT: Electrolyte pour batteries secondaire. — 10-12-1921.
- N. 231084 — COLOMBANI R.: Isolatore tenditore a campana per stazioni radio. — 2-6-1924.
- N. 206705 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ: Apparecchi stazionari ad induzione. — 26-1-1922.
- N. 210108 — La stessa: Perfezionamenti relativi agli avvolgimenti delle macchine dinamo-elettriche a corrente alternata. — 26-5-1922.
- N. 188027 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Innovazioni negli apparecchi a scariche elettroniche. — 30-6-1920.
- N. 188039 — La stessa: Perfectionnements dans les appareils pour enregistrer les impulsions de courants électriques. — 30-6-1920.
- N. 188857 — La stessa: Innovazioni nei sistemi di segnalazione senza fili. — 10-7-1920.
- N. 188859 — La stessa: Innovazione nei sistemi per rivelare segnali trasmessi senza fili. — 10-7-1920.
- N. 194817 — La stessa: Perfectionnements aux ampoules pour production de rayons X. — 10-1-1921.
- N. 210169 — COMPAGNIE GENERALE DE TRAVAUX D'ECLAIRAGE et de FORCE (Anciens Etablissements Clemençon): Télérupteur pour circuits d'énergie. — 2-5-1922.
- N. 185905 — COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINES A GAZ: Compteur d'excédent de courant à induction. — 22-6-1920.
- N. 230426 — DALCO' A.: Interruttore con resistenza variabile per regolare l'intensità luminosa delle lampade elettriche. — 10-5-1924.
- N. 197517 — DARIMONT L.: Pile fermée démontable, réglable à volonté pour courant permanent et intermittent. — 29-3-1921.
- N. 228644 — DEUTSCHE A. C. ZUR VERWERTUNG VON ERFINDUNGEN: Procedimenti e dispositivi per la ricezione delle onde elettriche. — 8-3-1921.
- N. 201712 — DIEHL MANUFACTURING Cy: Rheostat. — 2-9-1921.
- N. 205508 — DOGLIO & DE COLLE W. Soc. Industrie Telefoniche Italiane: Dispositivo per la modulazione della energia oscillante per telefoni ad alta frequenza con o senza fili mediante valvole ioniche. — 20-12-1921.
- N. 230937 — ELECTRICAL IMPROVEMENTS Ltd: Perfezionamenti riguardanti dispositivi per la scarica di fulmini o di vibrazioni. — 4-6-24.

- N. 230388 — ERICH F. HUBB G. m. b. H.: Recipiente di scarico elettrico. — 14-5-1924.  
 N. 210216 — FIRRAO F.: Sistema di raffreddamento ad acqua delle bobine di induzione elettrica. — 6-5-1922.  
 N. 231197 — HADDON W., BURNETT J. McDonald & FULLILOVE J. A.: Perfezionamenti riguardanti guiglie o piastre d'accumulatori. — 13-6-24.  
 N. 231145 — HADLEY C. A. & THE ROSE S. F. & ENGINEERING Co. Ltd.: Perfezionamenti nella saldatura a resistenza elettrica. 11-6-24.  
 N. 204317 — HOWARD L.: Innovazioni negli elettromagneti. — 26-10-21.  
 N. 204322 — HUSER-SPOERRI B.: Interruttore a distanza per lampade elettriche ad incandescenza. — 26-10-1921.  
 N. 204121 — INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC Co.: Dispositivo a scariche elettroniche. — 3-10-1921.  
 N. 209307 — ISARIA ZÄHLERWERKE A. G.: Dispositivo registratore applicato alle macchine elettriche di comando. — 25-4-1922.  
 N. 181697 — KANDO K.: Dispositivo per diminuire il riscaldamento dei motori ad induzione che lavorano alternativamente in serie ed in parallelo. — 15-1-1920.  
 N. 210448 — KLEBER INTERNATIONAL TELEGRAPH TYPEWRITER Co.: Perfectionnements aux appareils télégraphiques imprimants. — 5-5-1922.  
 N. 189251 — LATOUR M.: Dispositif de réception en télégraphie sans fil. — 7-7-1920.  
 N. 230983 — LEVY L.: Sistema di costruzione di condensatori, resistenze e simili. — 31-5-1924.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Comunicato

#### Sottoscrizione per le onoranze al Prof. Guido Grassi

In questi giorni un Comitato Nazionale, sorto per iniziativa della R. Scuola d'Ingegneria di Torino, ha diramato a tutte le Sezioni dell'A. E. I., alle Cattedre di Elettrotecnica e di materie affini, alle Direzioni degli Istituti Superiori, alle Aziende Elettriche ed alle loro Associazioni, agli studiosi ed ai professionisti del mondo elettrotecnico italiano le schede di sottoscrizione per raccogliere i fondi, che saranno destinati a degnamente onorare il Prof. Guido Grassi.

L'attività scientifica e didattica del nostro illustre Consocio, decano dei Presidenti Generali dell'A. E. I., è troppo nota perchè occorra ricordarla ai colleghi e trarne motivo per raccomandare loro di partecipare generosamente alla sottoscrizione. I discepoli, formati dal Prof. Grassi allo studio delle nostre discipline in quasi mezzo secolo di magistrale insegnamento, costituiscono una schiera innumerevole di ingegneri sparsi per l'Italia e per il mondo; e, attraverso la conoscenza del suo classico trattato, tutti gli elettrotecnici italiani si sentono un po' suoi discepoli. E' ben giusto che tutti ora si raccolgano sia per rendere onore al Maestro, nel momento in cui la legge gli concede e gli impone di riposarsi della sua lunga e operosa giornata, sia per augurargli che la sera di tale giornata si attardi dinanzi ai suoi occhi, luminosa e ridente, per molti e molti anni ancora.

LA PRESIDENZA.

\* \*

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI NAPOLI

##### Assemblea generale dei Soci del 29 gennaio 1927.

Presidenza del Presidente, Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia, che apre la seduta alle ore 21.

Segretario, Ing. Carlo Gigante.

Il Presidente legge i seguenti telegrammi di augurio inviati all'Illustre Prof. Giancarlo Vallauri in occasione della di Lui odierna elezione a Presidente Generale dell'Associazione, al Chiarissimo e veramente benemerito Ing. Luigi Selmo per la di lui odierna elezione alla vice Presidenza Generale, e al benemerito Presidente Generale uscente Prof. Sartori:

Prof. Vallauri — Livorno.

Sezione Napoli, orgogliosa Sua elezione Presidenza Generale presente vivissimi auguri anno nuovo. Presidente: CANGIA.

Ingegnere Luigi Selmo.

Felicitandoti elezione quasi plebiscitaria gradisci auguri vivissimi anno nuovo. Per la Sezione di Napoli: CANGIA.

Prof. Sartori — Bologna.

Sezione Napoli ammirata opera Sua Presidenza presente vivissimi auguri anno nuovo. Il Presidente: CANGIA.

Il Presidente riprende a leggere le lettere in risposta del Prof. Vallauri, Presidente Generale, e dell'Ing. Selmo, Vice Presidente Generale.

1° gennaio 1927

Carissimo Ing. Cangia.

Il saluto Suo e degli altri indimenticabili amici di Napoli mi è particolarmente gradito.

La benevolenza di tanti cari Colleghi accresce la mia preoccupazione ed il mio timore di non riuscire a dimostrarne abbastanza meritevole.

Confido di avere nuove frequenti occasioni di ritrovarmi con Loro e porgo a tutti affettuosi vivissimi auguri insieme coi saluti più sinceramente amichevoli.

Mi abbia Suo aff.mo

G. VALLAURI.

Napoli, 31 dicembre 1926.

Carissimo Cangia,

Ringrazio sentitamente te e i colleghi tutti della nostra Sezione per il graditissimo telegramma di felicitazioni e di augurio e mentre ti prego di gradire i miei migliori e più affettuosi auguri per il nuovo anno, ti prego anche di voler porgere ai colleghi tutti della nostra Sezione i sentimenti della mia gratitudine e ricambiare a tutti auguri cordialissimi.

Abbi un'affettuosa stretta di mano.

Tuo aff.mo LUIGI SELMO.

Al termine della lettura fatta dal Presidente l'assemblea si leva in piedi applaudendo lungamente.

Il Comm. Cangia mette in discussione i seguenti atti già discussi ed approvati dal Consiglio Direttivo.

1) Ammissione di soci. Ing. Vincenzo Gianturco; Ing. Porta Antonio; Ing. Gherardo Grippo; Ing. Gaetano Palma; Ing. Odoardo Janziti; Ing. Leo Finzi; Ing. Giovanna Bakunin; Ing. Prof. Mario Medici; Ing. Silvio Barletta; Ing. Eugenio Gualdi; Sig. Vincenzo Buonocore, Sig. Achille Massarotti; Sig. Giovanni Marino; Sig. Giovanni Marubini; Sig. Torretto Concetto; Sig. Alberti Giuseppe, studente; Sig. Amodio Pietro, stud.; Sig. Eugenio Puntillo, stud.; Sig. Fonte Aristide, stud.; Sig. Benedetto Giuseppe, stud.; Sig. Logiudice Francesco, stud.; Sig. Calafati Giuseppe, studente.

2) Dimissioni: Ing. Costantino Cutolo; Ing. Umberto Nicoletti Altimari; Ing. Mussard Ferdinando; Ing. Iennaco Benedetto; Signor Lenza Palestino.

3) Variazioni: Ing. Riccardo de Cataldo da Napoli alla Sezione di Milano; che risultano approvati ad unanimità.

Il Presidente notifica all'assemblea di aver nominato una Commissione per la revisione dei conti e per l'approvazione del bilancio consuntivo del 1926 composta dal Prof. Ing. Nicola Cavaccini, dal Prof. Ing. Luigi D'Amelio e dal Prof. Ing. Aldo Locatelli e dà la parola al relatore Prof. Cavaccini.

Il Prof. Cavaccini fa la relazione all'assemblea degli introiti e delle spese e legge il bilancio consuntivo:

#### BILANCIO CONSUNTIVO ANNO 1926

##### Attivo:

Residuo attivo anno 1925	L. 18.323,10
Interessi Cassa di Risparmio e Consolidato 5 %	» 761,—
Soci individuali residenti (310 × 60)	L. 18.600,—
» non residenti (95 × 55)	» 5.225,—
» resid. all'estero (4 × 100)	» 400,—
» studenti (12 × 50)	» 600,—
» collettivi di 1ª categoria (23 × 300)	» 6.900,—
» » 2ª » (9 × 150)	» 1.350,—
Tasse di ammissione (55 × 5)	» 275,—
Quote dovute	» 33.350,—
» da esigere ancora	» 6.145,—
» incassate	» 27.205,—
» di sicura esazione	» 4.145,—
Ricupero arretrati	» 305,—
Rimborso sede centrale per socio vitalizio	» 15,—
Vendita pubblicazioni A. E. I. ed altre	» 266,20

Totale . . . L. 51.020,30

##### Passivo:

Contributo Sede Centrale:	
a) per soci individuali (417 × 45 + 4 × 90)	L. 19.125,—
b) » » collettivi (32 × 120)	» 3.840,—
	L. 22.965,—
Pigione locali sede	L. 2.600,—
Abbonamenti a periodici	» 537,70
Impiegati (scrivano, esattore, usciere)	» 1.203,25
Stampati, posta ed altre spese	» 1.974,20
Residuo attivo a pareggio	» 21.740,15

Totale . . . L. 51.020,30

Il relatore Prof. Cavaccini invita l'assemblea ad approvare il consuntivo, ed ha una parola di lode per l'infaticabile cassiere Ing. Saggese.

Il Presidente mette in votazione il bilancio consuntivo del 1926 che viene approvato ad unanimità.

Il Comm. Cangia inizia la discussione sul bilancio preventivo 1927 mettendo in evidenza i deliberati dell'ultimo Congresso di Brescia per le spese da sostenere nell'occasione delle onoranze per il centenario Voliano, e rende noto all'assemblea che il Consiglio Direttivo ad unanimità ha dovuto — anche per il fatto del notevole accrescimento del fitto dei locali — introdurre nel bilancio un aumento delle quote annue sociali nella seguente misura:

Soci individuali residenti da	L. 60 a L. 80
"    "    non residenti da	"    55 "    "    75
"    collettivi di 1ª categoria da	"    300 "    "    500
"    "    "    2ª "    "    "	"    150 "    "    250
Tassa di ammissione da L. 5 a L. 10.	

Annunzia all'assemblea che sono stati inseriti nel preventivo — a simiglianza dell'anno decorso — numero due premi ai giovani che presentino la migliore memoria su argomenti di elettrotecnica o attinenti all'elettrotecnica, per l'ammontare complessivo di lire duemila, ed esorta i giovani allo studio ed alla compilazione di queste memorie che saranno esaminate da apposita Commissione — giusta il regolamento speciale approvato dalla Assemblea generale dei soci — tanto più che quelle premiate verranno proposte per la pubblicazione nel giornale sociale *L'Elettrotecnica*.

Passa quindi alla lettura del bilancio preventivo per l'anno 1927.

#### BILANCIO PREVENTIVO 1927.

##### Attivo:

Residuo anno 1926 . . . . .	L. 21.740,15
Interessi Cassa di Risparmio . . . . .	"    1.100,—
Soci individuali residenti (350 × 80) . . . . .	"    28.000,—
"    "    non residenti (96 × 75) . . . . .	"    7.200,—
"    residenti all'estero (4 × 120) . . . . .	"    480,—
"    collettivi di 1ª categoria (23 × 500) . . . . .	"    11.500,—
"    "    "    2ª "    "    "    (9 × 250) . . . . .	"    2.250,—
Tasse di ammissione 50 × 10) . . . . .	"    500,—
Rimborso sede centrale per socio vitalizio . . . . .	"    15,—
Ricupero arretrati . . . . .	"    1.000,—
Totale . . . . .	L. 73.785,15

##### Passivo:

Contributo Sede Centrale:	
a) per soci individuali (446 × 60) . . . . .	L. 26.760,—
b) "    "    "    all'estero (4 × 90) . . . . .	"    360,—
c) "    "    collettivi (32 × 50) . . . . .	"    8.000,—
Pigione locali sede . . . . .	"    8.000,—
Abbonamento a periodici . . . . .	"    500,—
Impiegati (scrivano, esattore, usciere) . . . . .	"    1.200,—
Stampati, posta ed altre spese . . . . .	"    3.000,—
Quote eventualmente inesigibili . . . . .	"    1.000,—
Imprevisto . . . . .	"    1.000,—
Premi ai giovani ingegneri per le migliori memorie . . . . .	"    2.000,—
Prevedibile residuo attivo a pareggio . . . . .	"    21.965,15
Totale . . . . .	L. 73.785,15

Il Comm. Cangia chiede all'assemblea di discutere il Bilancio proposto.

Poichè nessuno dei presenti chiede la parola lo mette in votazione, ed il bilancio preventivo 1927 risulta approvato ad unanimità.

Il Presidente notifica all'assemblea che ai sensi dell'art. 13 del Regolamento interno della Sezione i seguenti Consiglieri Delegati alla Sede Centrale, Signori: Colonnello Ariola Ing. Luigi; Brun Ing. Stefano; Maglione Ing. Comm. Girolamo; Melazzo di S. Giorgio Ing. Prof. Giovanni, scadono dalla carica; la Sezione, per medesimo articolo 13, nomina a rappresentarla presso il Consiglio Generale dell'Associazione un Consigliere Delegato ogni 50 soci o frazione di 50 soci. Occorre quindi procedere all'elezione di cinque Consiglieri Delegati per l'aumentato numero dei soci della Sezione oltre i quattro Consiglieri Delegati che attualmente rimangono in carica.

Il Comm. Cangia nomina scrutatori i Signori: Eller Vainicher Ing. Luigi; Maione Ing. Guido; Steinmann Ing. Alberto, ed indice la votazione a scrutinio segreto che dà i seguenti risultati:

Bonghi Comm. Ing. Mario, voti 41; Cenato Ing. Giuseppe, voti 43; Coppola Ing. Mario, voti 44; Mastrangelo Ing. Vincenzo, voti 44; Perrelli Ing. Pier Vincenzo, voti 43; Eller Vainicher Ing. Prof. Luigi, voti 1; Ragno Ing. Prof. Saverio, voti 1; Bourelly Ing. Guido, voti 1.

Il Presidente proclama quindi eletti a Consiglieri Delegati della Sezione alla Sede Centrale i Signori: Bonghi Ing. Comm. Mario; Cenato Ing. Giuseppe; Coppola Ing. Mario; Mastrangelo Ing. Vincenzo; Perrelli Ing. Pier Vincenzo.

Il Presidente passa all'argomento che dovrà trattare il Prof. Ing. Basilio Focaccia: « *Sui generatori delle correnti ad alta frequenza* », e nel dare la parola al conferenziere osserva che il nostro secolo risulterà ai posteri caratterizzato specialmente dal grande progresso dei mezzi di indagine e di misura da parte dei fisici e degli scienziati i quali oggi dispongono, in confronto dei loro precursori, della possibilità di scrutare anche nei campi inaccessibili ai nostri sensi dall'infinitamente grande all'infinitamente piccolo. Una luce radiosa è venuta a tal proposito dal genio intuitivo di Maxwell ed alle conseguenti esperienze di Hertz, di Righi e di altri sommi fisici; ed una delle più meravigliose applicazioni la si ha nella radiotelegrafia e radiotelefonica che si sviluppano, si diffondono e si perfezionano di giorno in giorno.

Conoscendo la profonda competenza del Prof. Basilio Focaccia su questo argomento lo ha vivamente pregato di tenere su di esso qualche conferenza con ordine logico e sistematico. Il Prof. Focaccia ha gentilmente aderito e questa è la prima conferenza; ed il Presidente gli porge vivi ringraziamenti a nome di tutta l'assemblea.

Il Prof. Focaccia ringrazia il Comm. Cangia per le gentili espressioni a suo riguardo ed esordisce col premettere i concetti fondamentali della radiazione elettrica preconizzata da Maxwell e scoperta da Hertz. Paragona l'energia comunicata da un circuito induttore a quello indotto con l'energia irradiata da un circuito percorso da una corrente variabile per dedurne che, utilizzando il fenomeno della radiazione elettrica, gli effetti debbano essere di gran lunga più cospicui. Illustra come la energia comunicata per radiazione dal circuito induttore all'ambiente circostante non è che una piccola frazione di quella consegnata al circuito medesimo, giacchè una gran parte di essa si degrada in calore per le diverse perdite, e questa energia irradiata è tanto più grande quanto più grande è la frequenza della corrente che circola nel circuito induttore e quindi tanto più grande l'energia ricevuta.

Il Prof. Focaccia dopo aver premesso questi principi chiarisce che per avere l'idea di un impianto occorrerebbe esaminare:

- 1) I generatori delle oscillazioni;
- 2) Gli aerei trasmettenti;
- 3) Il meccanismo di propagazione dell'energia irradiata dall'aereo trasmettente;
- 4) Gli aerei riceventi;
- 5) Gli apparecchi riceventi.

L'oratore a questo punto passa alla trattazione dei generatori delle oscillazioni che suddivide in due grandi categorie: a onde smorzate o a scintilla, e ad onde persistenti. Mostra come i primi fossero adoperati la prima volta da Hertz per la verifica dei risultati di Maxwell e poi da Augusto Righi per dimostrare come nelle radiazioni elettriche si riscontrassero la maggior parte dei fenomeni delle radiazioni luminose, mentre il genio di Guglielmo Marconi sapeva opportunamente impiegare questo primo generatore di oscillazioni il quale è fondamentalmente un circuito contenente una capacità, una selfinduzione e necessariamente una resistenza complessiva equivalente che tiene conto di tutte le inevitabili cause di dispersione dell'energia.

Illustra come la scarica del condensatore possa avvenire con una certa lentezza oppure in maniera più rapida e complessa che è quanto interessa in radiotelegrafia; condizione che si realizza rendendo la resistenza complessiva del circuito inferiore alla resistenza critica stabilita dalla teoria di Thomson e mostra come questa discenda da un'equazione differenziale molto semplice. Passa quindi ad esaminare questa teoria per dedurne che le oscillazioni della corrente del circuito, della quantità di elettricità e della differenza di potenziale tra le armature seguono una legge pendolare smorzata e giunge alla nota formola di Thomson mostrando all'uditorio come la durata del periodo di oscillazione dipenda essenzialmente dalla capacità e dalla selfinduzione e come la durata complessiva del fenomeno oscillatorio risulti teoricamente infinita, decrescendo le ampiezze successive delle oscillazioni con legge esponenziale nel tempo; ma che i tecnici dopo un tempo assai piccolo ritengono praticamente finite.

Illustra come deve utilizzarsi il circuito oscillante per ottenere le onde elettromagnetiche, passa all'analisi dell'oscillatore Hertziano, e quindi dal circuito oscillante aperto di Guglielmo Marconi alla maniera primitiva a quello ottenuto seguendo il concetto razionale del Braun con la introduzione del trasformatore Jigger ad alta frequenza, e ne mostra il collegamento col secondario con i sistemi Oudin e Tesla per passare poscia all'analisi di una stazione radiotrasmettente a scintilla o ad onde smorzate, al suo funzionamento, e all'andamento della corrente nell'aereo con i treni relativi di onde dipendenti dalla più o meno prolungata chiusura del circuito. Accenna come i trasmettitori a scintilla — primi in ordine storico — vadano diminuendo sempre più in importanza di fronte all'uso delle onde continue, ma che costituiscono tuttavia la maggior parte degli apparecchi di piccole e medie potenze in uso sulle navi.

Il Prof. Focaccia a questo punto passa alla trattazione dei generatori a onde persistenti spiegando la caratteristica di queste onde di possedere cioè — a differenza delle onde smorzate — l'ampiezza costante, cioè le correnti che le producono differiscono solamente per la frequenza dalle note correnti alternative industriali, e mostra i tre procedimenti in uso attualmente per la produzione delle onde persistenti: « *l'arco, l'alternatore con o senza moltiplicatore, e la lampada a tre elettrodi* ».

Illustra all'uditorio, come e perchè — nel caso dell'arco voltaico — col mettere in derivazione ai capi del medesimo un circuito costi-

tuito da una capacità e da una selfinduzione si abbia un circuito oscillante, e come spettò al danese Poulsen il merito di avere mostrato le precauzioni da prendere e le modifiche da apportare per rendere l'arco suscettibile di produrre correnti di frequenza molto alta, precauzioni e modifiche che l'oratore mostra con assai efficace chiarezza all'uditorio, e quindi prende ad esaminare le varie evoluzioni compiute al riguardo per giungere alla più larga applicazione degli archi Poulsen in radiotelegrafia analizzando gli apparecchi che con tale sistema vengono impiegati ed i sistemi più perfezionati, illustrando il suo dire con assai belle e riuscite proiezioni.

Passa poscia a trattare dei generatori elettromeccanici, dimostrando come orientatisi la radiotecnica verso l'impiego di frequenze relativamente basse e la industria metallurgica verso la realizzazione di lamiere di ferro-silicio di alta resistenza elettrica e dello spessore di qualche centesimo di millimetro, la costruzione degli alternatori di alta frequenza abbia potuto entrare nel dominio delle possibilità industriali, mettendone però in evidenza le difficoltà meccaniche da superare. Esamina tutta la gamma percorsa in questo campo per ottenere correnti con frequenze molto alte ed i miglioramenti apportati di volta in volta per giungere al tipo Latour-Bethenod costruito dalla Società Alsacienne di Belfort (vedi G. Vallauri: *L'Elettrotecnica*) della potenza di 200 kW, con frequenza di 18.750 periodi, e con velocità di rotazione di 2700 giri al minuto, e ne descrive la struttura in rapporto agli avvolgimenti, al sistema di refrigerazione che bisogna adottare per il suo funzionamento ed al conseguente sistema piuttosto complesso di macchinari ausiliari, onde la necessità di dividere i locali destinati a questa parte dell'impianto in due piani distinti e collocare in quello superiore il gruppo ed i quadri di comando insieme al trasformatore di oscillazioni, lasciando nel piano sottostante tutto il rimanente del macchinario. Accenna alle difficoltà in questo tipo di macchina di mantenere costante la frequenza e analizza i sistemi introdotti affinché la costanza della frequenza sia garantita ad ogni costo.

Tratta dei pregi e dei difetti degli alternatori ed accenna al loro costo ed alla impossibilità di produrre delle frequenze molto elevate, per passare ai moltiplicatori statici di frequenza del quale la prima idea risale ad Epstein e come il principio fosse rievocato da un'assai pregevole ricerca del Prof. Giovanni Melazzo presentata fin dal 1907 al R. Istituto di Incoraggiamento di Napoli, e come l'applicazione ai circuiti di alta frequenza per scopi radiotelegrafici fosse suggerita quasi contemporaneamente da Vallauri in Italia, da Joly in Francia, e da Leonard e Weber in Germania.

Analizza il principio di siffatti moltiplicatori, le varie applicazioni il modo di montarli in cascata per aumentare considerevolmente la frequenza, e come così nella stazione tedesca di Nauen un sistema di tre moltiplicatori, permetta di portare a 48.000 periodi per secondo la frequenza di 6000 periodi prodotta da un alternatore, passando poscia alla descrizione dei moltiplicatori di frequenza più moderni.

Chiarisce come nessuno dei due procedimenti descritti si presti alla generazione delle oscillazioni di frequenza molto elevate le quali corrispondono alle più corte lunghezze d'onda usate in radiotelegrafia, e nessuno dei due metodi è praticamente utilizzabile per le potenze molto piccole per passare quindi alla trattazione del terzo generatore, alla lampada cioè a tre elettrodi, inventata nel 1912 dall'ingegnere americano De Forest, la quale può servire oltre che come detector, anche come generatrice di oscillazioni ed amplificatrice.

Premette, come con questo tipo di generatore le correnti ad alta frequenza possono ottenersi per qualunque frequenza con una purezza di forma ed una costanza di ampiezza che non possono essere raggiunte dall'arco e dallo alternatore, che per le grandi potenze e le frequenze molto basse il prezzo troppo elevato della lampada di grande modello la rendono attualmente molto meno vantaggiosa dell'alternatore, e che però il Senatore Marconi, con lo impiego delle onde a fascio farà della valvola termoionica la dominatrice tra i generatori ad alta frequenza, in dipendenza delle altissime frequenze e della potenza relativamente piccola da impiegare.

Richiama all'uditorio alcune considerazioni necessarie per la comprensione del complesso funzionamento di tale apparecchio premettendo il fenomeno scoperto da Edison nel 1884, le susseguenti esperienze di William Preece e Fleming, per giungere alla concezione Thomsoniana sulla costituzione della materia.

Analizza l'ipotesi elettronica ritenendo che un atomo di materia sia una specie di sistema solare o microcosmo, con un nucleo centrale caricato positivamente intorno al quale si muovano gli elettroni caricati negativamente come piccoli pianeti intorno al sole e ne spiega il meccanismo in rapporto alla carica reciproca, alla grandezza, alla forma ed alla temperatura del corpo, che se bassa, gli elettroni non possono abbandonare l'atomo al quale sono associati mentre se il corpo diventa molto caldo gli elettroni possono acquistare tale velocità da abbandonare addirittura il corpo, dando luogo nello spazio circostante ad una proiezione elettronica o termoionica. Chiarisce che se lo spazio esistente intorno al corpo incandescente è vuoto, non possono esservi che elettroni, ma se in questo spazio è contenuto del gas gli elettroni uscenti dal corpo incandescente ad altissima velocità urtano violentemente le molecole del gas, facendo sprigionare da questo altri elettroni, e poichè per le valvole termoioniche i fenomeni elettronici avvengono in un altissimo vuoto, l'oratore tralascerà di occuparsi dei fenomeni più complessi derivati dall'urto.

Passa alla descrizione ed al funzionamento della valvola termoionica in relazione alle ipotesi già premesse considerando quelle dette diodi, perchè provviste di due elettrodi, e come possano evidentemente servire, in dipendenza della loro conducibilità unilaterale, sia come rettificare delle debolissime correnti di ricezione, sia per rettificare correnti alternate ad alto potenziale allo scopo di ottenere tensioni elevate praticamente costanti.

Esamina la valvola a tre elettrodi o triodo spiegando la funzione dell'elettrodo di controllo o griglia tra il filamento (catodo) e la piastra (anodo) che permette di controllare la corrente anodica nel senso che se si modifica il potenziale della griglia, si modifica il campo di forza elettrico nell'intervallo compreso tra la piastra ed il filamento, si cambia così la grandezza delle forze che trascinano gli elettroni dal filamento verso la piastra, risultandone variazioni di intensità della corrente anodica.

Accenna alla corrente di griglia, alla ripartizione degli elettroni tra griglia e piastra ed alle quattro variabili da considerare nel triodo: tensione anodica — tensione di griglia — corrente anodica e corrente di griglia. Analizza le curve caratteristiche sperimentalmente determinate che mostrano la legge di variazione e di dipendenza di queste quattro variabili, spiegando come la teoria di questo generatore assuma una forma particolarmente semplice se si fonda sulle equazioni semplificate del Vallauri.

Chiarisce dal punto di vista fisico il funzionamento di un sì meraviglioso generatore accompagnando la dotta e chiara esposizione con proiezioni veramente riuscite.

Determina come un triodo possa funzionare da generatore di oscillazioni quando, trovandosi in vicinanza del punto medio della caratteristica, la tensione di piastra e di griglia siano opposte di fase e la tensione di griglia abbia effetto predominante rispetto a quello di piastra, ed accenna al fenomeno del Larsen, alle oscillazioni provocate e mantenute dal circuito oscillante connesso al triodo, e come la durata del periodo in questo tipo di generatore sia approssimativamente data dalla stessa formula di Thomson.

Esamina infine alcuni tipi di triodi, indugiandosi a descrivere i diversi metodi di costruzione e di inserzione in rapporto alle odierne applicazioni della radiotelegrafia.

Un prolungato applauso accoglie la chiusa della brillante conferenza ed il Prof. Focaccia riceve le più vive congratulazioni dal Presidente e dai numerosi colleghi del folto uditorio per il lusinghiero successo ottenuto.

Il Presidente toglie la seduta alle ore 23,40.

\* \*

## SEZIONE VENETA

### Verbale delle elezioni del Consiglio Direttivo pel triennio 1927-29.

Alle ore 15,30 del giorno 9 marzo 1927 presso la sede della Sezione Veneta dell'A. E. I., nei locali della Società Cellina, venne eseguito lo spoglio delle schede, presenti il Presidente uscente Lori, il Segretario Marin, il Consigliere Delegato Goldbacher, il Cassiere Mainardis.

Numero dei votanti: 102.

Risultano eletti:

**Presidente:** Cav. Uff. Ing. Ottaviano Ghetti, con voti 101;

**Vice Presidente:** av. Ing. Alberto Goldbacher, con voti 99.

**Consiglieri:** Cav. Ing. Cesare Barbisio, con voti 101; Cav. Uff. Conte Uberto Cattaneo, con voti 98; Dott. Balbino Del Nunzio, con voti 100; Ing. Mario Mainardis, con voti 100; Ing. Gino Olivieri, con voti 101; Ing. Ettore Scimeni, con voti 100;

**Consiglieri Delegati:** Comm. Ing. Filippo Danioni, con voti 102; Ing. Guido Ermacora, con voti 102; Gr. Uff. Prof. Ferdinando Lori, con voti 100; Ing. Roberto Marin, con voti 99; Prof. Ing. Francesco Marzolo, con voti 98.

**Segretario:** Ing. Mario Baldin.

**Cassiere:** Ing. Cesare Carnera.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

### Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, summi e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### **Il Presidente Generale dell'A.E.I. nel Consiglio Superiore dei LL. PP.**

Con Decreto Reale proposto da S. E. il Ministro dei LL. PP. on. Giuriati, il nostro Presidente Generale, come già i suoi Predecessori, è stato chiamato a far parte del Consiglio Superiore dei LL. PP.

Questa nuova conferma della considerazione che il Governo Nazionale accorda al nostro Sodalizio, è il migliore e il più ambito riconoscimento della grande autorità che l'A.E.I. ha saputo conquistarsi. Essa è frutto dell'opera più che trentennale dell'Associazione, intesa sempre a promuovere lo sviluppo della elettrotecnica in Italia ed a patrocinare i più alti e generali interessi così della scienza come delle sue applicazioni industriali. Non v'è dubbio, che la presenza del Presidente Generale dell'A.E.I. nel più elevato consesso tecnico del Paese continuerà ad assicurare la partecipazione delle più autorevoli e disinteressate correnti di pensiero, che oggi guidano gli elettrotecnici italiani, alla risoluzione dei grandi problemi industriali ed economici, che il Governo ogni giorno coraggiosamente affronta e risolve nella sua opera di ricostruzione e di rinnovazione nazionale.

### **Ancora dell'ultimo Consiglio Generale.**

Pubblichiamo oggi, in largo riassunto, il verbale dell'ultimo Consiglio Generale, tenutosi il 26 febbraio scorso a Milano, nel quale, come già dicemmo subito dopo la seduta, furono discusse questioni importanti e prese importanti deliberazioni per la attività della nostra A. E. I.

Di quanto concerne la riunione annuale che si svolgerà a Comp nella prima decade di ottobre, già abbiamo parlato; farà piacere ai consoci di poter già oggi apprendere con maggiori particolari il programma tecnico e generale del convegno. Su questo punto dobbiamo solo ripetere, insistentemente, il nostro invito ai colleghi, di mettersi al lavoro, per mandarci al più presto i loro contributi.

Anche della procedura per la pubblicazione delle Norme ci occupammo subito dopo il Consiglio: vogliamo però ricordare che assai opportunamente vennero incorporate nelle Norme dell'A. E. I. anche quelle relative alle lampade ad incandescenza, con tanta diligenza predisposte dal Comitato Italiano per l'Illuminazione ed il Riscaldamento. E fu approvata una mozione per promuovere un'intesa internazionale circa la Norme per gli impianti di bordo: intesa forse più necessaria che per altri capitoli di norme, dato che poche cose sono così internazionali di fatto, come l'attività delle Compagnie di Navigazione.

Nella seduta del Febbraio, sempre in relazione alle Norme, fu pure ricostituito, a sensi dello Statuto, il Comitato Elettrotecnico Italiano. E' sembrato opportuno ampliarne la compagine (i membri sono aumentati da 50 a 70 circa) sia per l'estensione sempre maggiore dei compiti al Comitato affidati, sia perchè vi fossero rappresentate più equamente le varie regioni d'Italia ed i vari gruppi di industrie. L'aumentato numero di membri può apparire poco giovevole alla rapidità dei lavori; ma, in realtà, non si deve dimenticare che il lavoro effettivo viene sviluppato dai vari sotto Comitati in cui il C. E. I. si suddivide, sempre composti di poche persone (e di cui diamo in

altra parte l'elenco); mentre il maggior numero di colleghi compresi nel C. E. I. assicura maggior generalità e maggior efficacia a quella opera di revisione e di critica che le Norme subiscono prima di essere sottoposte, con la pubblicazione sull'*Elettrotecnica*, al giudizio di tutti gli interessati.

Altro punto importantissimo, discusso in Consiglio, fu il consolidamento, almeno per un triennio, della quota sociale.

In conseguenza dell'instabilità economica del dopo guerra, anche la quota che ciascun socio deve versare alla sede centrale è andata, come ogni altra cosa, più o meno irregolarmente aumentando. Con l'ultimo aumento, temporaneo, per l'anno Voltiano, deliberato a Brescia, la quota tocca quest'anno le 65 lire, ed è sembrata a parecchi soci ed a qualche Sezione un po' eccessiva. La nuova Presidenza ha pertanto studiato l'opportunità e la possibilità di consolidare almeno per un triennio, tale quota nella cifra di lire 50, esattamente il quintuplo dell'anteguerra.

Com'è noto, deliberazioni in merito non possono essere prese che per referendum fra tutti i soci; ma è importante che il Consiglio Generale, consentendo coll'iniziativa della Presidenza, abbia approvato fin d'ora di sottoporre la proposta alla prossima assemblea dei soci. Per il necessario consolidamento del bilancio, la Presidenza conta molto sull'aumento dei soci vitalizi, — finora veramente pochini — e la propaganda all'uopo iniziata ha già sortito buoni effetti. Confidiamo di poter pubblicare presto un primo elenco di nuovi soci vitalizi: il vero albo d'oro dell'Associazione.

Molte altre cose vorremmo rilevare ancora; ma dobbiamo limitarci a rinviare i lettori al testo riportato più avanti. Non possiamo però passare sotto silenzio l'ordine del giorno votato in merito alle troppo numerose e troppo frequenti iniziative internazionali, già altre volte lamentate in queste note. Prima della guerra la sola iniziativa del genere era il *Congresso internazionale delle applicazioni elettriche* che si riuniva ogni tre anni, mutando ogni volta la sua sede. Dopo la guerra nacque per la prima la *Conférence internationale des Grands Réseaux* con le sue riunioni biennali a Parigi; venne poi la *World Power Conference* che, dopo Londra e Basilea, tende a diventare periodica; infine sorse l'*Union internationale des Producteurs* che si riunì per la prima volta lo scorso autunno a Roma. Iniziative senza dubbio lodevoli ed interessanti, il cui risultato pratico più cospicuo è però quello di dare occasione agli elettrotecnici di ogni paese di conoscersi e di stringere relazioni; oltre a quello di una « azione stimolante » sulla produzione tecnico-scientifica. Ma c'è chi comincia a chiedersi se simili risultati non costino un po' troppo cari, tenuto conto del dispendio notevole di danaro, ma soprattutto di tempo e di energie che importano lo spostamento e la riunione frequentemente ripetuta di tante persone. Si aggiunga infine che gli scopi ufficiali delle varie iniziative, le quali si propongono di giungere, sopra questioni specifiche, ad accordi ed a norme internazionali, finiscono coll'interferire fra di loro e con gli scopi di quella Commissione Elettrotecnica Internazionale, che vanta alcuni lustri di esistenza e che, pure fra difficoltà gravissime, è già giunta a stabilire alcune norme veramente internazionali. Si comprende quindi come già da diverse parti si siano manifestati dei segni di reazione, e l'ordine del giorno votato dal nostro Consiglio non può che incontrare le generali approvazioni. Esso

tende infatti a riunire o quanto meno a meglio coordinare le diverse iniziative sotto l'egida della Commissione Internazionale a cui nessuno vorrà disconoscere i diritti almeno dell'anzianità.

### Le condizioni di ottimo rendimento per le grandi linee.

Dopo che, con le funzioni iperboliche si è trovata la soluzione generale e rigorosa del problema delle grandi linee; dopo che si è dimostrato come l'applicazione pratica della soluzione stessa non abbia in fondo nulla di trascendentale (di iperbolico!) anche senza l'aiuto delle preziose tavole del Kennelly; dopo che, con lo sviluppo in serie, si è ricondotta la soluzione nel campo delle formule abituali ad ogni elettrotecnico, conservando ad esse un preciso significato fisico e consentendo di graduare facilmente l'approssimazione del calcolo a norma dei bisogni; dopo tante pubblicazioni fatte all'estero ed in Italia, parrebbe che non ci debba essere più nulla da dire sul calcolo delle grandi linee. Eppure il problema è così complesso e così interessante che appassiona sempre chi lo affronti un po' a fondo e suggerisce sempre ulteriori perfezionamenti di dettaglio e nuove visioni di particolari questioni. Così il PALESTRINO, che dell'argomento si è già ampiamente occupato sul nostro giornale, ci mostra oggi come il noto ed utilissimo diagramma di Baum e Perrine che fu finora derivato — per quanto ci consta — dallo sviluppo in serie, possa facilmente tracciarsi in base alle formule generali esatte, e come, da esso possa immediatamente dedursi il valore del fattore di potenza all'arrivo che rende minime, a pari potenza trasmessa, le perdite lungo la linea.

Lo scritto del Palestrino, oltre che per il suo interesse intrinseco, riesce assai opportuno, nell'attuale periodo di sviluppo delle grandi linee in Italia, perchè richiama l'attenzione su procedimenti di calcolo e su diagrammi la cui conoscenza non è ancora molto diffusa fra i nostri tecnici. In particolare il grafico illustrato nello scritto odierno, esatto od approssimato che sia, riesce di indiscutibile utilità anche per l'esercizio, consentendo esso di determinare e controllare rapidamente le condizioni di funzionamento di una linea. A chi diriga quotidianamente l'esercizio di grandi impianti, collegati da lunghe linee, l'aver sott'occhio sempre i diagrammi relativi, può risparmiare molta fatica assicurando in pari tempo il più razionale sfruttamento del sistema.

### La protezione dei trasformatori col sistema Buchholz.

La infinita congerie dei relais e dei dispositivi di protezione per gli impianti e per le macchine, studiati in questi ultimi anni, e dei quali l'*Elettrotecnica* si è molto occupata, cercando talvolta di mettere un po' d'ordine nella complessa materia, hanno sempre in comune il punto di partenza. Tutti i dispositivi agiscono in seguito ad una variazione di una grandezza elettrica: corrente, tensione, potenza. Sono stati anche fatti dei relais termici, basati su un aumento di temperatura; ma, nel caso dei trasformatori, essi agiscono in generale quando il guasto ha già raggiunto gravi proporzioni.

Solo recentemente è apparso un dispositivo basato su un principio completamente diverso: il relais Buchholz. La gran maggior parte — se non proprio la totalità — dei guasti incipienti nei trasformatori in olio, si manifesta con produzione di bollicine gassose che salgono alla superficie dell'olio: il nuovo apparecchio svela la formazione di tali bolle gassose e le utilizza per azionare sia i segnali d'allarme, sia, quando ne è il caso, gli interruttori.

Abbiamo creduto interessante far conoscere ai lettori, attraverso la parola dello stesso BUCHHOLZ, la struttura del nuovo dispositivo ed i risultati sperimentali e pratici con esso finora ottenuti.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

## DIAGRAMMA PRATICO PER IL CALCOLO DELLE LUNGHE LINEE AD ALTISSIMA TENSIONE

C. PALESTRINO

### PARTE PRIMA

#### Costruzione del diagramma.

Il metodo esposto nel novembre del 1925 <sup>(1)</sup> sulla nostra Rivista *L'Elettrotecnica*, riguardante il calcolo delle lunghe linee ad altissima tensione, ammette una comoda costruzione di diagramma che molto bene si presta non solo al calcolo speditivo degli elementi del trasporto, tensione, ampere e fattore di potenza per le varie condizioni di carico all'arrivo, ma risulta di pratica utilità nel normale esercizio degli impianti con lunghe linee ad altissima tensione. Difatti il dirigente unico, o dispacciatore del carico come lo si vuol chiamare, può in ogni istante e per ogni condizione di carico ricavare facilmente da tale diagramma gli elementi per indicare alla centrale generatrice il modo di regolazione della tensione o per meglio dire, l'eccitazione degli alternatori, e nello stesso tempo determinare la funzione dei sincroni correttori di fase all'arrivo. Basta avere conoscenza delle complicate condizioni di funzionamento delle lunghe linee ad altissima tensione, per comprendere quanta importanza abbia l'aver sott'occhio costantemente l'indicazione degli sfasamenti, fra corrente e tensione, che risultano alla partenza per determinate condizioni di carico all'arrivo. Tali sfasamenti infatti hanno relazioni fra di loro così diverse da quelle delle ordinarie linee di modesta lunghezza, che evidente risulta l'importanza di un diagramma il quale facilmente può dare all'occhio le indicazioni delle variazioni di regolazione a farsi, sia alla partenza che all'arrivo, senza complicare il pratico esercizio con calcoli di cui, a cagione del fatto d'essere del tutto diversi dall'ordinario per effetto del grande valore della corrente di capacità della linea (e ciò specialmente nelle condizioni di carico ridotto) il personale di servizio non può a tutta prima rendersene conto e ragione fondandosi sulle comuni idee pratiche.

La traduzione in diagramma di tale metodo è ricavata dal teorema di Blondel, che fissa la condizione di reciprocità fra gli elementi del trasporto all'arrivo ed alla partenza, dimostrando che i valori dell'a tensione e dell'intensità alla partenza per varie condizioni di carico non sono altro che il risultato della sovrapposizione del regime a vuoto e del regime in corto circuito della linea.

Riferiamoci nuovamente alle notazioni già adottate nel precedente studio <sup>(2)</sup>, e scriviamo le equazioni nella forma che abbiamo ricavato:

$$I = M + jN$$

$$E = P + jQ$$

dalle quali si ha facilmente:

$$I = \sqrt{M^2 + N^2} \quad E = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \frac{N}{M} \quad \operatorname{tg} \varphi_e = \frac{Q}{P}$$

dove come abbiamo visto:

$$M = iA - i_1 B + \frac{E_0}{n} (Cu + Dv)$$

$$N = iB + i_1 A + \frac{E_0}{n} (Du - Cv)$$

$$P = E_0 A + i (Cu - Dv) - i_1 (Du + Cv) \quad (1)$$

$$Q = E_0 B + i (Du + Cv) + i_1 (Cu - Dv).$$

In queste espressioni  $E$  ed  $I$  sono i valori della tensione e della corrente in partenza,  $\varphi_i$  e  $\varphi_e$  le fasi dell'intensità e della

<sup>(1)</sup> *L'Elettrotecnica*, n. 33, anno 1925. — Vedi anche *L'Elettrotecnica* n. 1, anno 1925: Prof. G. GRASSI: «Calcolo delle lunghe linee a corrente alternata».

<sup>(2)</sup> *L'Elettrotecnica*, n. 33, anno 1925: Ing. C. PALESTRINO: «Calcolo e diagrammi relativi alle lunghe linee ad altissima tensione».

tensione rispetto ad  $E_0$  e quindi  $\varphi = \varphi_i + \varphi_e$  la differenza o somma delle fasi e cioè lo sfasamento risultante tra l'intensità e la tensione alla partenza.

Inoltre come abbiamo visto,  $P$  e  $Q$  sono le componenti reale e immaginaria della tensione in partenza ed  $M$  ed  $N$  le componenti reale ed immaginaria della corrente in partenza.

I valori delle costanti  $\alpha$  e  $\beta$  rispettivamente dati da: <sup>(3)</sup>

$$\alpha = \sqrt{\frac{m+p}{2}} \quad \text{e} \quad \beta = \sqrt{\frac{m-p}{2}}$$

rappresentano precisamente la costante di attenuazione e la costante di rotazione di fase, mentre  $m = \sqrt{p^2 + q^2}$  è il coefficiente d'influenza. Allora i moduli e le fasi sono:

$$E = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad I = \sqrt{M^2 + N^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_e = \frac{Q}{P} \quad \operatorname{tg} \varphi_i = \frac{N}{M}$$

Dalle equazioni (1) se si pone  $i = i_1 = 0$  noi abbiamo i valori del regime a vuoto e quindi:

$$M_v = \frac{E_0}{n} (Cu + Dv) \quad N_v = \frac{E_0}{n} (Du - Cv)$$

$$P_v = E_0 A \quad Q_v = E_0 B$$

per il regime in corto circuito invece dovremo porre  $E_0 = 0$  ed avremo:

$$M_{cc} = i A - i_1 B$$

$$P_{cc} = i (Cu - Dv) - i_1 (Du + Cv)$$

$$N_{cc} = i B - i_1 A$$

$$Q_{cc} = i (Du + Cv) + i_1 (Cu - Dv).$$

Se esaminiamo queste espressioni dei due regimi estremi, e quelle delle formule (1) che danno i valori delle componenti  $M, N, P, Q$  dell'intensità e della tensione alla partenza per qualsiasi valore di  $i$  ed  $i_1$  all'arrivo, risulta intuitivo il constatare come le espressioni (1) siano precisamente la dimostrazione analitica del teorema di Blondel. Difatti ciascun termine è la somma delle espressioni dei due regimi a vuoto e in corto cir-

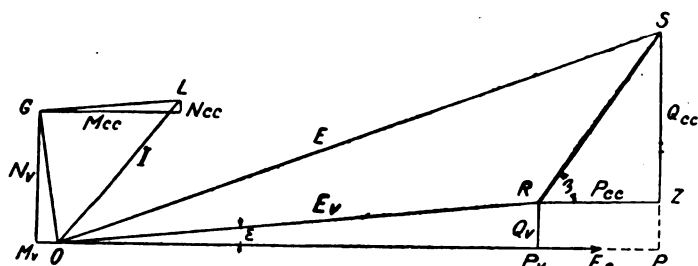


Fig. 1.

cuito. Basterà dunque (fig. 1) che per tracciare il diagramma noi portiamo sull'asse della  $E_0$  il valore  $P_v$  in una determinata scala, e da questo, perpendicolarmente il valore di  $Q_v$  ed avremo un punto  $R$  che, congiunto col punto  $O$  di origine di  $E_0$ , ci

<sup>(3)</sup> Rammentiamo per comodità del lettore che tutti i simboli col l'indice 0 (zero) si riferiscono alla stazione di arrivo dell'energia. Nello stesso tempo si ricordi che:

$$(\alpha + j\beta)^2 = (r + j\lambda)(g + jb)$$

$$A = \cos h \alpha x \cdot \cos \beta x$$

$$B = \operatorname{sen} h \alpha x \cdot \operatorname{sen} \beta x$$

$$C = \operatorname{sen} h \cdot \alpha x \cdot \cos \beta x$$

$$D = \cos h \cdot \alpha x \cdot \operatorname{sen} \beta x.$$

Inoltre:

$$z = \sqrt{r^2 + \lambda^2} \quad \text{impedenza}$$

$$y = \sqrt{g^2 + b^2} \quad \text{ammettenza}$$

$$p = rg - \lambda b \quad m = \sqrt{p^2 + q^2}$$

$$q = rb + \lambda g \quad n = \frac{\lambda \alpha - r \beta}{m}$$

$$u = \frac{r \alpha + \lambda \beta}{m} \quad v = \frac{\lambda \alpha - r \beta}{m}$$

$$n = u^2 + v^2$$

A rammentarsi ancora che le componenti  $P$  e  $Q$  si riferiscono alla tensione  $E$  di fase, e quindi la tensione concatenata sarà

$$V = \sqrt{3} E$$

darà la tensione  $E_v$  corrispondente al regime a vuoto. L'angolo fra  $E_v$  ed  $E_0$  sarà dato da:

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Q_v}{P_v} = \frac{E_0 B}{E_0 A} = \operatorname{tg} h \alpha x \cdot \operatorname{tg} \beta x$$

Dal punto  $R$  se tracciamo una parallela all'asse  $E_0$  di lunghezza  $P_{cc}$  e dal punto ottenuto una perpendicolare di lunghezza  $Q_{cc}$  avremo un punto  $S$  che unendolo con  $O$  ci darà il valore della tensione  $E$  per il carico totale corrispondente ai valori di  $i$  e  $i_1$  coi quali si è fatta la determinazione di  $P_{cc}$  e  $Q_{cc}$ .

Difatti il punto  $S$  così ottenuto è precisamente il punto che ha per coordinate un'ascissa data da  $P = P_v + P_{cc}$  ed una ordinata  $Q = Q_v + Q_{cc}$ . Parimenti dicasi per le coordinate del punto  $L$  corrispondente all'intensità in partenza, per le quali sarà  $M = M_v + M_{cc}$  ed  $N = N_v + N_{cc}$ . Sarà dunque il segmento  $OL$  in grandezza e fase il valore dell'intensità in partenza, che nel caso della figura risulta in anticipo di un angolo  $\varphi$  rispetto alla tensione  $E$ , per effetto della notevole corrente di capacità  $OG$ .

Ma anziché ricorrere a questa costruzione grafica che alle volte presenta la indecisione della determinazione dei valori di  $i$  e  $i_1$  per il corto circuito, è più agevole, e nello stesso tempo più semplice, ricorrere a quest'altro procedimento, che del primo è la conseguenza.

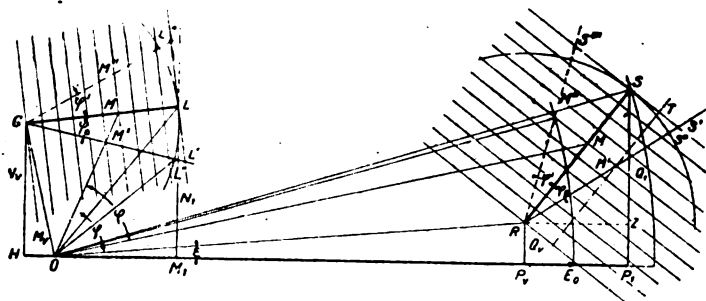


Fig. 2.

Calcolati  $P_v$  e  $Q_v$  per il regime a vuoto, ed ottenuto così il punto  $R$  (fig. 2), si determinano i punti corrispondenti, che chiameremo  $P_1, Q_1$  ottenuti introducendo nelle formule (1) il valore di  $i$  per il pieno carico, ammettendo  $i_1 = 0$ . Si ottiene così il punto  $S$  per il pieno carico e con  $\cos \varphi_0 = 1$ . La determinazione di questi due soli punti risulta evidentemente assai più semplice e speditiva. Basterà dunque calcolare:

$$P_1 = E_0 A + i (Cu - Dv)$$

$$Q_1 = E_0 B + i (Du + Cv)$$

che non sono altro che le coordinate del punto corrispondente al carico totale per  $\cos \varphi_0 = 1$ . Evidentemente  $E = \sqrt{P_1^2 + Q_1^2}$  sarà il valore della tensione in partenza per  $\cos \varphi_0 = 1$  a pieno carico, rappresentata dal segmento  $OS$ .

Lo stesso dicasi per le coordinate corrispondenti ai valori di  $M_1$  e  $N_1$ . Cioè si determina prima il punto  $G$  per il regime a vuoto colle coordinate:

$$M_v = \frac{E_0}{n} (Cu + Dv)$$

$$N_v = \frac{E_0}{n} (Du - Cv)$$

e quindi per  $i_1 = 0$  ed  $i$  corrispondente al pieno carico, come sopra per la tensione, si determinerà il punto  $L$  di coordinate:

$$M_1 = M_v + i A$$

$$N_1 = N_v + i B$$

Analogamente dunque avremo nel punto di coordinate  $M_1, N_1$  il punto corrispondente al pieno carico per  $\cos \varphi_0 = 1$  e unendo  $O$  con questo punto avremo nel segmento  $OL$  l'intensità alla partenza in direzione a valore assoluto pienamente determinata.

Ne consegue che per tracciare il diagramma totale basterà determinare per la tensione i due punti  $R$  e  $S$ , trovando cioè il punto corrispondente al regime a vuoto e il punto  $S$  corrispondente al regime in carico con  $\cos \varphi_0 = 1$ , e per l'intensità in partenza i punti  $G$  e  $L$  rispettivamente corrispondenti al regime a vuoto e al regime a pieno carico per  $\cos \varphi_0 = 1$ .

Come il segmento  $OG$  non è altro che la corrente di capacità della linea a vuoto e il segmento  $GL$  il valore della corrente di lavoro, la risultante  $OL$  rappresenterà dunque al va-

lore della corrente in partenza quando il carico all'arrivo corrisponde al punto  $S$ , cioè al pieno carico con  $\cos \varphi_0 = 1$ . Così pure il segmento  $OR$  sarà la tensione in partenza a vuoto e  $OS$  il valore della tensione in partenza a regime di pieno carico con  $\cos \varphi_0 = 1$  all'arrivo. L'angolo fra  $OL$  ed  $OS$  sarà evidentemente lo sfasamento  $\varphi$  alla partenza fra l'intensità e la tensione.

Orbene se uniamo  $R$  con  $S$  e  $G$  con  $L$  avremo in  $RS$  e in  $GL$  le rette dei carichi per  $\cos \varphi_0 = 1$  all'arrivo. La retta  $RS$  non è altro che l'ipotenusa del triangolo di corto circuito per  $i_1 = 0$ . Col crescere del carico l'intensità in arrivo varia da 0 al valore massimo contemplato e proporzionalmente rappresentato dal segmento  $RS$ . Allora per avere i valori della tensione in partenza, come essi sono dati dai segmenti  $OR$  a vuoto ed  $OS$  a pieno carico, per tutti i valori intermedi compresi tra  $R$  e  $S$  non si ha che unire  $O$  con il punto della retta  $RS$  corrispondente al carico considerato.

Se chiamiamo  $\varepsilon$  l'angolo fra  $E$  ed  $E_0$  vediamo che con lo spostarsi del punto  $M$  da  $R$  a  $S$ , cresce  $E$  ed anche l'angolo  $\varepsilon$ . Tutto questo, ben inteso, ammettendo che  $E_0$  sia costante all'arrivo. Ciò ammesso e dato che nella costruzione del diagramma abbiamo presi i segmenti  $RZ$  e  $ZS$  proporzionali ad  $i$ , si potrà facilmente graduare la retta  $RS$  addirittura in ampere in modo che il valore  $i$  considerato sarà rappresentato proporzionalmente da  $RS$ . Di poi, data la costanza del valore  $E_0$  il segmento  $RS$  proporzionale al valore  $i$  della componente in fase dell'intensità in arrivo, potrà parimenti graduarsi in kW. Nella figura 2 il segmento  $RS$  è stato diviso in dieci parti uguali, quindi ogni retta perpendicolare ad  $RS$  corrisponde a decimi del carico totale.

Il triangolo  $RSZ$  si sposta rotando intorno ad  $R$  ogni qual volta l'angolo  $\varphi_0$  varia, ed allora la retta  $RS$  si sposta in  $RS'$ . Se, rimanendo l'intensità costante, aumenta  $\varphi_0$ , il carico all'arrivo diminuisce e il punto  $S$  a parità di ampere va in  $S'$  e così le circonferenze col centro in  $R$  saranno nel piano del diagramma il luogo dei punti di funzionamento ad intensità costante all'arrivo.

Viceversa se si funziona con tensione e potenza costante all'arrivo, ma con  $\varphi_0$  variabile, il punto  $S$  si sposterà su linee perpendicolari ad  $RS$  e andrà in  $S'$ . L'intensità in arrivo sarà  $RS' > RS$ . Queste linee perpendicolari saranno dunque il luogo dei punti di funzionamento a potenza costante. Se poi si funziona con tensione costante e con  $\cos \varphi_0$  costante, ma con carico in arrivo variabile il punto  $S$  si sposta su una retta facente l'angolo  $\varphi_0$  con la retta  $RS$  e passerà ad esempio alla posizione  $M'$ , per il qual punto di carico la tensione in partenza sarà  $OM'$ . Cosicché per qualsiasi sfasamento  $\varphi_0$  all'arrivo il carico verrà preso sulle rette perpendicolari ad  $RS$ , ed il valore della tensione sarà determinato dal segmento che unisce il punto  $O$  al punto di intersezione della retta del carico con quella inclinata dell'angolo  $\varphi_0$ . E' intuitivo infatti che qualsiasi punto di intersezione di queste rette a potenza costante con quella di un determinato  $\varphi_0$  costante, unito col punto  $O$ , dà in valore assoluto ed in fase il valore della tensione in partenza, corrispondente al carico considerato.

Se noi ripetiamo per l'intensità alla partenza una costruzione analoga con i valori  $M_v$  e  $N_v$  a vuoto, ed i valori  $M_1$  ed  $N_1$  per  $\cos \varphi_0 = 1$  e se abbiamo avuto cura di scegliere per queste coordinate la stessa scala degli ampere che si è ricavata graduando il segmento  $RS$  in ampere, noi avremo per il valore dell'intensità in partenza un analogo reticolato che ci darà senz'altro il valore dell'intensità in partenza, in grandezza e fase.

Il punto  $H$  risulta generalmente a sinistra del punto  $O$ , perchè dal calcolo si ottiene  $M_0$  negativo. Ciò dipende dal valore della capacità di linea, che ha una preponderanza a vuoto, ed essenzialmente per effetto dell'angolo  $\varepsilon$ , dovendo l'intensità di capacità risultare perpendicolare ad  $E_v$ . Solamente nel caso di forti valori della dispersione  $g$ ,  $M$  può risultare positivo. Per contro il valore di  $N$  è pressochè costante da vuoto a pieno carico. Gli sfasamenti della corrente all'arrivo si riportano per analogia sul diagramma delle intensità in partenza dal punto  $G$ , scomponendo cioè l'intensità di lavoro, nelle sue componenti in fase e in quadratura, da comporsi alla loro volta colla corrente di capacità. Saranno sfasamenti induttivi quelli al disotto della retta  $GL$  perchè vengono a compensare la corrente di capacità, saranno sfasamenti capacitivi quelli al disopra della stessa retta. Il valore dell'intensità risultante si avrà congiungendo il punto  $O$  con i vari punti  $L$  dipendenti dagli sfasamenti all'arrivo. Si avranno anche qui le rette corrispondenti alla potenza costante all'arrivo, oppure al funzionamento a intensità

costante, oppure ancora a fattore di potenza costante, ricordando sempre che la retta  $GL$  è la retta dei carichi per  $\varphi = 1$  e corrispondente quindi alla retta  $RS$ .

Su questo diagramma dell'intensità in partenza non è però possibile leggere i kW sulla medesima scala degli ampere perchè la tensione in partenza risulta variante col carico, ma viceversa è facile ricavare il valore dello sfasamento risultante in partenza tra l'intensità e la tensione, ed ottenere il valore dell'intensità in partenza, avendo avuto cura di scegliere, come già si disse, la stessa scala degli ampere ricavata nel diagramma della tensione, e per maggior facilità di lettura di dividere il reticolato nello stesso numero di quadrati.

Come abbiamo visto, le circonferenze con centro in  $R$  sul reticolato del carico in arrivo sono il luogo dei punti a funzionamento con intensità costante all'arrivo. Così le circonferenze con centro in  $O$  e raggio  $= E$  daranno il luogo dei punti con funzionamento a tensione costante alla partenza. La circonferenza poi che passa per  $E_0$  con centro in  $O$  è il luogo dei punti a tensione alla partenza costante ed uguale ad  $E_0$ . In altri termini per un carico  $RM$  all'arrivo per  $\cos \varphi_0 = 1$  occorrerebbe la tensione in partenza  $OM$  maggiore di  $O E_0$ . Se volessimo alla partenza la tensione costante  $OM' = O E_0$  il carico all'arrivo dovrebbe avere lo sfasamento in anticipo  $= \varphi'$ . Se il fattore di potenza effettivo del carico fosse  $\cos \varphi_0$ , corrispondente all'angolo  $SO S'$  e se si dovesse far funzionare il trasporto di energia collo sfasamento  $\varphi'$  sempre per 6/10 del carico occorrerebbe generare nella stazione ricevitrice una corrente capacitiva  $M' M''$ . Si comprende facilmente che si potrà leggere il segmento  $M' M''$  in kVA in quadratura colla stessa scala dei kW della retta  $RS$ . In altri termini si potrà avere dal diagramma così disegnato il valore dei kVA necessari per portare il carico da un fattore di potenza determinato al valore voluto. Per regolare il fattore di potenza risultante basta dunque leggere sulle rette perpendicolari ad  $RS$  il valore della lunghezza dei segmenti come  $M' M''$  compresi fra la retta inclinata dell'angolo  $\varphi_0$  di sfasamento effettivo del carico e la retta inclinata dell'angolo  $\varphi'$  di sfasamento che si vuol raggiungere. Dalla scala del diagramma il segmento  $M' M''$  ci darà il valore dei kVA che devono essere generati in anticipo con  $\cos \varphi = 0$  dai sincroni. Come si vede questa indicazione è molto utile ed importante per la regolazione dei sincroni correttori di fase alla stazione di arrivo, anche per il caso comune di  $\varphi' = 0$ , cioè quando si voglia ottenere semplicemente il fattore di potenza unità per il carico risultante, nel qual caso il valore dei kVA di sincroni sarebbe dato dal segmento  $M' M$ .

Ne nasce spontanea la deduzione che si può regolare e determinare il valore della tensione in partenza col funzionamento dei sincroni all'arrivo in determinate prestazioni di kVA in quadratura al fine di portare il fattore di potenza e quindi la caduta di tensione a determinati valori.

## PARTE SECONDA

### Determinazione del fattore di potenza di massimo rendimento.

Un'altro dato importante che si può ricavare da questo diagramma <sup>(4)</sup> è il valore per ogni singolo caso di carico delle condizioni di fattore di potenza corrispondente al massimo rendimento del trasporto. E' noto infatti che per le lunghe linee ad altissime tensioni non è sempre il valore di  $\cos \varphi_0 = 1$  che corrisponde al massimo rendimento, specialmente se si scende a carichi ridotti. Orbene essendo il rendimento dato da:

$$\eta = \frac{W_0}{W}$$

dove  $W$  = è la potenza in partenza e  $W_0$  = la potenza in arrivo e cioè:

$$\begin{aligned} W &= 3 E I \cos \varphi \\ W_0 &= 3 E_0 I_0 \cos \varphi_0 \end{aligned}$$

il rendimento sarà massimo per un dato valore di  $W_0$  quando è minimo  $W$ , per ciò la relazione voluta si otterrà cercando il minimo della funzione  $W$ . Orbene il valore della potenza in partenza può essere espresso in funzione delle coordinate  $M N P Q$ .

Difatti abbiamo visto che:

$$\begin{aligned} I &= M + j N \\ E &= P + j Q \end{aligned}$$

<sup>(4)</sup> Devo render grazie per questa parte alla apprezzata collaborazione dell'Ing. Spanò.



e quindi la potenza sarà data dalla somma dei prodotti delle parti reali e dei coefficienti delle parti immaginarie. Di conseguenza l'espressione della potenza sarà precisamente  $W = 3 (MP + NQ)$ . Dobbiamo dunque cercare il minimo della funzione:

$$Y = \frac{W}{3} = MP + NQ$$

A questo scopo se noi sostituiamo nelle formule ai valori  $i$  ed  $i_1$  i seguenti valori:

$$i = I_0 \cos \varphi_0 = \frac{W_0}{3 E_0}$$

$$i_1 = i \operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{W_0}{3 E_0} \operatorname{tg} \varphi_0$$

si otterrà:

$$M = A \frac{W_0}{3 E_0} - B \frac{W_0}{3 E_0} \operatorname{tg} \varphi_0 + \frac{E_0}{n} (Cu + Dv)$$

$$N = B \frac{W_0}{3 E_0} + A \frac{W_0}{3 E_0} \operatorname{tg} \varphi_0 + \frac{E_0}{n} (Du - Cv)$$

$$P = A E_0 + \frac{W_0}{3 E_0} (Cu - Dv) - \frac{W_0}{3 E_0} (Du + Cv) \operatorname{tg} \varphi_0$$

$$Q = B E_0 + \frac{W_0}{3 E_0} (Du + Cv) + \frac{W_0}{3 E_0} (Cu - Dv) \operatorname{tg} \varphi_0$$

ed eseguendo i due prodotti  $MP$  ed  $NQ$  sommandoli ed ordinando rispetto a  $\operatorname{tg} \varphi_0$  si ha:

$$y = K_1 \left( \frac{W_0}{3 E_0} \right)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi_0 - 2 K_2 \frac{W_0}{3} \operatorname{tg} \varphi_0 + K_3$$

nella quale per brevità si è posto:

$$K_1 = A (Cu - Dv) + B (Du + Cv)$$

$$K_2 = \frac{uv}{n} (C^2 + D^2)$$

$$K_3 = \left[ A^2 + B^2 + (C^2 + D^2) \frac{u^2 - v^2}{n} \right] \frac{W_0}{3} + \left[ A (Cu - Dv) + B (Du - Cv) \right] \frac{E_0^2}{n} + \left[ A (Cu - Dv) + B (Du + Cv) \right] \frac{W_0^2}{9 E_0^2}$$

sempre, ben inteso, per tensione  $E_0$  costante all'arrivo.

La  $Y$  è una funzione di  $\operatorname{tg} \varphi_0$  ed il suo minimo si avrà per quel valore di  $\operatorname{tg} \varphi_0$  che annulla la sua derivata prima e che sostituita nella derivata seconda la rende positiva quindi:

$$Y' = 2 K_1 \left( \frac{W_0}{3 E_0} \right)^2 \frac{\operatorname{tg} \varphi_0}{\cos^2 \varphi_0} - 2 K_2 \frac{W_0}{3 \cos^2 \varphi_0} = 0$$

da cui:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = 3 \frac{E_0^2}{W_0} \cdot \frac{K_2}{K_1}$$

facciamo ora la derivata seconda ed otteniamo:

$$Y'' = 2 K_1 \left( \frac{W_0}{3 E_0} \right)^2 \frac{1 + 2 \operatorname{sen}^2 \varphi_0}{\cos^4 \varphi_0} - 2 K_2 \frac{W_0}{3} \frac{2 \cos \varphi_0 \operatorname{sen} \varphi_0}{\cos^4 \varphi_0}$$

la quale moltiplicata per il numero positivo  $\frac{\cos^2 \varphi_0}{2}$  si riduce:

$$Y'' = K_1 \left( \frac{W_0}{3 E_0} \right)^2 (1 + 3 \operatorname{tg}^2 \varphi_0) - 2 K_2 \frac{W_0}{3} \operatorname{tg} \varphi_0$$

e sostituendo in essa il valore di:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = 3 \frac{E_0^2}{W_0} \cdot \frac{K_2}{K_1}$$

si ottiene:

$$Y'' = K_1 \left( \frac{W_0}{3 E_0} \right)^2 + \frac{K_2^2 E_0^2}{K_1}$$

il cui segno dipende evidentemente da quello di  $K_1$ . Orbene siccome nelle ordinarie linee ad alta tensione  $K_1$  è maggiore di 0 risulta  $Y''$  positiva e quindi si tratta veramente di un minimo.

Viceversa  $K_2$  è minore di 0 e la tangente è sempre negativa ossia lo sfasamento corrispondente al massimo rendimento è all'arrivo quello dell'intensità in ritardo rispetto alla tensione.

Analizzando l'espressione:

$$W_0 \operatorname{tg} \varphi_0 = T$$

dove:

$$T = 3 E_0^2 \frac{K_2}{K_1}$$

troviamo che questa espressione è l'equazione di una iperbole equilatera riferita agli assintoti che sono  $\operatorname{tg} \varphi_0$  e  $W_0$  e ci mostra come debba variare col carico lo sfasamento all'arrivo per avere il massimo rendimento del trasporto<sup>(5)</sup>. Ma siccome noi abbiamo visto che:

$$W_0 \operatorname{tg} \varphi_0 = 3 E_0^2 \frac{K_2}{K_1}$$

ossia

$$3 E_0 i_1 = 3 E_0^2 \frac{K_2}{K_1}$$

e quindi

$$i_1 = E_0 \frac{K_2}{K_1} = \text{costante}$$

possiamo dedurre che per la linea considerata qualunque sia il valore del carico, o per meglio dire, qualunque sia il valore della componente in fase dell'intensità rispetto alla tensione, affinché il rendimento del trasporto sia massimo, si deve avere una componente in quadratura costante per qualunque carico per compensare quella in avanzo che è assorbita dalla capacità di linea. Da questa considerazione consegue che il luogo dei punti corrispondenti a funzionamento a carico variabile con massimo rendimento, si dovrà trovare precisamente su una retta parallela alla retta  $RS$  del carico per  $\cos \varphi_0 = 1$ , spostata dal lato degli sfasamenti induttivi di una quantità uguale a:

$$T = 3 E_0^2 \frac{K_2}{K_1}$$

In altri termini non si è fatto altro che cambiare gli assi dell'iperbole sostituendoli con altri due assi che sono  $W_0$  e  $W_0 \operatorname{tg} \varphi_0$ , coordinate che chiameremo delle potenze apparenti data la costanza di  $E_0$  e le proporzionalità di  $i$  con  $W_0$ .

E' bene notare che il valore di  $T$  che si ottiene è espresso in voltampere se  $E$  è espresso in volt. Per portare il valore di  $T$  sul diagramma bisognerà por mente che il diagramma è graduato in kW e quindi  $T$  bisognerà ridurlo in kilovoltampere. Ottenuto il punto  $T$  si condurrà da questo punto la parallela alla retta

(5) Nel n. 36 del 25 dicembre 1923 l'Ing. Mezzadri pubblicò una memoria «sul massimo rendimento di una linea di trasmissione» e ricavò l'espressione seguente dell'angolo  $\varphi_0$  corrispondente al massimo rendimento:

$$\varphi_0 = \arccos \operatorname{tg} \frac{\beta \operatorname{sen} 2 J \cdot E_0^2}{2 \alpha m \cos (\sigma - J) P_0}$$

Se in questa formula poniamo:

$$K = \frac{\beta \operatorname{sen} 2 J}{2 \alpha m \cos (\sigma - J)}$$

si ha:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{E_0^2}{P_0} K$$

Questa espressione si riferisce alla potenza per fase.

Noi abbiamo trovato invece

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = 3 \frac{E_0^2}{W_0} \cdot \frac{K_2}{K_1}$$

riferita alla potenza totale. E' evidente che il valore:

$$K = \frac{\beta \operatorname{sen} 2 J}{2 \alpha m \cos (\sigma - J)} = \frac{K_2}{K_1}$$

Eseguendo i calcoli per la linea B troveremmo infatti:

$$K = 0,000315$$

e per la linea T:

$$K = 0,0677.$$

corrispondenti infatti ai rapporti  $\frac{K_2}{K_1}$  per le rispettive linee B e T.

Senza dubbio però col metodo esposto la determinazione del fattore di potenza di massimo rendimento risulta meno laboriosa, e più semplice il ricavare graficamente tale valore per le varie condizioni di carico

$RS$ , e questa nuova retta parallela passante per  $T$  sarà il luogo dei punti corrispondenti al massimo rendimento del trasporto per i singoli valori del carico. Per i  $6/10$  del carico, sarebbe  $M'$  il punto corrispondente al massimo rendimento nel diagramma fig. 2, ed il valore del fattore di potenza si può ricavare dalla:

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{T}{KW} = \frac{MM'}{RM}$$

dalla quale si ha  $\varphi_0$  e quindi il valore di  $\cos \varphi_0$ .

Nel calcolo pratico la determinazione del  $\cos \varphi_0$  di massimo rendimento si riduce ad un calcolo molto semplice.

sentati da 13,2 mm. E precisamente avremo i seguenti valori del fattore di potenza corrispondente al maggior rendimento per i singoli carichi:

$W_0$	$\cos \varphi_0$
78 000	0.94
71 500	0.93
65 000	0.92
52 000	0.89
39 000	0.814
26 000	0.68
13 000	0.335
6 500	0.173

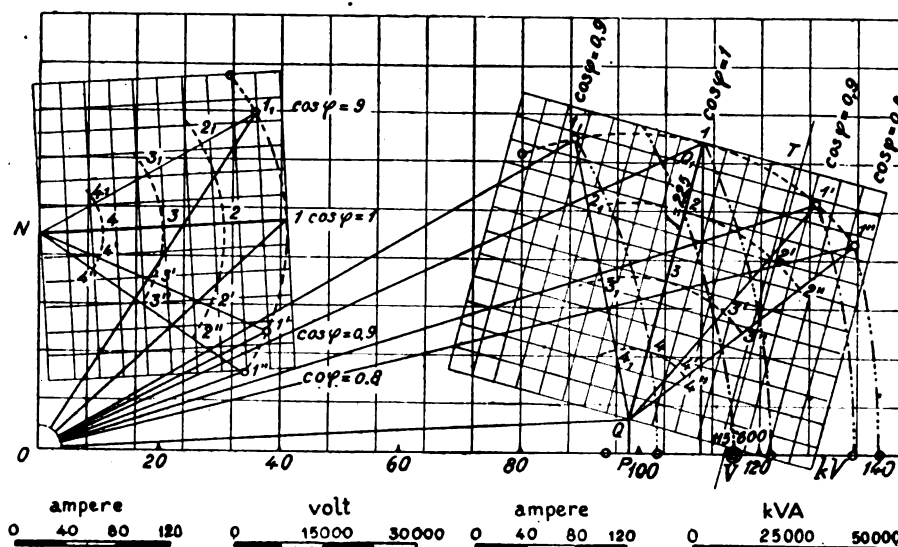


Fig. 3.

Infatti prendiamo per esempio i tipi di calcoli della primitiva trattazione <sup>(6)</sup>, e determiniamo il  $\cos \varphi_0$  di massimo rendimento per la linea  $B$  per il pieno carico. Troviamo anzitutto i valori dei coefficienti  $K_2$  e  $K_1$  avremo:

$$K_2 = \frac{uv}{n} (C^2 + D^2)$$

$$K_1 = A (Cu - Dv) + B (Du + Cv)$$

$$K_2 = -\frac{410,9 \times 54}{171754} (0,0404^2 + 0,277^2) = -0,01$$

$$K_1 = 0,96 \cdot 31,56 + 0,01166 \cdot 111,72 = 31,67$$

$$T = 3 \cdot 115600^2 \cdot \frac{0,01}{31,67} = -12.650.000$$

$$T = 12.650 \text{ kVA sen } \varphi$$

donde

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{12.650}{78.000} = 0,162 \quad \varphi_0 = 9^\circ 12' \quad \cos \varphi_0 = 0,987$$

e per la linea  $T$  analogamente:

$$K_2 = \frac{378 (-46,4)}{146.484} (0,074^2 + 0,5532^2) = -0,0372$$

$$K_1 = 0,8504 \cdot 53,64 + 0,0464 \cdot 205,68 = 55.$$

$$T = 3 \cdot 115.600^2 \cdot \frac{0,0372}{55} = -28.024.500$$

$$T = -28024 \text{ kVA sen } \varphi$$

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{28.024}{78.000} = 0,36$$

$$\varphi_0 = 19^\circ 50'$$

$$\cos \varphi_0 = 0,94$$

Per le due linee considerate e per le condizioni di pieno carico i fattori di potenza di massimo rendimento sarebbero rispettivamente: 0,987 e 0,94 per la linea  $B$  e per la linea  $T$ . Per i carichi minori i valori dei fattori di potenza di massimo rendimento si ricaveranno dalla retta parallela alla retta  $RS$ , la quale parallela per il diagramma della linea  $T$  (fig. 3) dista di  $T = 28.024 \text{ kVA}$  che nella scala del disegno sono rappre-

Va da sè che supposto il fattore di potenza dell'effettivo carico al valore 0,8, dal diagramma allegato (fig. 3) si ricava evidentemente che al di sotto di 36.000 kW i sincroni correttori di fase devono funzionare sottoeccitati per generare non più kVA capacitivi, ma kVA induttivi onde abbassare il coseno risultante al valore voluto per avere le condizioni di massimo rendimento. Nel caso considerato della linea  $T$  per il carico di 6500 kW occorrerebbero 26.000 kVA sen  $\varphi$  induttivi per avere come fattore di potenza risultante il valore  $\cos \varphi_0 = 0,173$  di massimo rendimento <sup>(7)</sup>.

In tutta questa trattazione si è tenuto conto delle sole costanti della linea. Effettivamente noi abbiamo sempre trasformatori elevatori alla partenza e trasformatori abbassatori all'arrivo. L'influenza di questi trasformatori sui valori effettivi corrispondenti al carico in partenza misurato sull'alternatore e misurati all'arrivo sui secondari dei trasformatori abbassatori è effettivamente assai considerevole. Sarebbe molto semplice considerare i trasformatori nell'un caso e nell'altro come tratti di linea facenti corpo con la linea stessa e fare il calcolo totale come se nella linea fossero comprese la resistenza e la reattanza dei trasformatori. Questo procedimento sarebbe rigoroso perchè i trasformatori che noi dobbiamo ammettere inseriti nel circuito devono avere circuito magnetico poco saturato e quindi

<sup>(7)</sup> Il diagramma riportato in scala ridotta in fig. 3 si riferisce ad una linea che abbiamo denominata  $T$  di lunghezza km. 500 e che deve trasportare 78.000 kW colla tensione in arrivo di 200.000 volt ( $OV = 115.600$  volt. Le scale danno il mezzo per ricavare i valori della tensione e degli ampere per i vari casi. Ogni quadretto del reticolato rappresenta 6500 kVA, che nel senso della retta  $RS$  sono kW e nel senso perpendicolare sono kVA sen  $\varphi$ . I punti segnati coi numeri 1, 2, 3, 4 corrispondono alle varie condizioni di carico per  $\cos \varphi_0 = 1$  ed hanno i loro corrispondenti nel diagramma dell'intensità in partenza.

Così i numeri cogli indici per i coseni 0,9 e 0,8 ritardo e  $\cos \varphi_0 = 0,9$  anticipo.

Dal diagramma si ricava per esempio che per kW = 78.000 con  $\varphi_0 = 1$  la tensione in partenza sarà data dal segmento  $O1 = 122.000$  che equivale per la tensione concatenata al valore 211.000 volt.

Parimenti la intensità alla partenza sarà il corrispondente segmento  $O1$  sul diagramma a sinistra, il quale dà il valore  $I = 262$  amp. sfasato in anticipo rispetto alla tensione in partenza.

Analogamente per  $\cos \varphi_0 = 0,8$  e carico induttivo kW = 62.280 corrispondente al punto  $1''$  si avrebbe la tensione in partenza data da  $O1'' = 242.000$  volt e l'intensità  $O1'' = 170$  ampere, ancora leggermente avanzata di fase rispetto alla tensione. Lo stesso dicasi per i vari altri punti di carico ridotto.

<sup>(6)</sup> L'Elettrotecnica, n. 33, anno 1925, pag. 809 In. C. PALESTRINO: «Calcolo e diagrammi relativi alle lunghe linee ad altissima tensione».

presentare una selfinduzione apparente, costante ed inoltre possedere come le linee aeree una capacità alla massa ripartita uniformemente essendo tale capacità per tensioni elevate non trascurabile.

Nel tipo di calcolo seguito, figurano invece le costanti di linea chilometriche, e l'introdurre il valore delle costanti corrispondenti ai trasformatori, ripartendole uniformemente sul valore chilometrico può dare bensì come risultato di esattezza la perfetta corrispondenza per i valori finali, ma non è più esattamente vero l'andamento della tensione effettiva e dei valori dell'intensità lungo la linea nei vari punti. Pur tuttavia volendo tenere conto dell'effetto della resistenza e reattanza dei trasformatori elevatori ed abbassatori per avere i valori della tensione agli alternatori e ai secondari dei trasformatori abbassatori, bisognerà seguire questo procedimento, ricavare cioè questi valori totali della linea fittizia per ricavarne poi il valore medio chilometrico.

Normalmente è meglio fare il calcolo per la sola linea e a parte calcolare le cadute di tensione nei trasformatori.

Come conclusione possiamo far rilevare quanto già detto in principio, e cioè la somma importanza di un diagramma di questo genere per ricavare in ogni istante i valori della tensione e dell'intensità alla partenza ed essenzialmente lo sfasamento fra tensione e intensità ed allo stesso tempo per regolare la marcia dei sincroni alla stazione di arrivo al fine di mantenere il funzionamento delle linee nelle condizioni di massimo rendimento. Sarà molto semplice per ogni linea determinare esattamente la retta del massimo rendimento e quindi ricavare per ogni condizione di carico il fattore di potenza risultante che si dovrà avere alla stazione di arrivo, e dal diagramma stesso dedurre i valori alla partenza.

Dal valore effettivo del fattore di potenza del carico diramantesi agli utenti dalla stazione trasformatrice, valore facilmente determinabile direttamente per mezzo di strumenti inseriti o per pratiche calcolazioni, si potrà dedurre in ogni istante il valore dei kVA sen  $\varphi$  di sincroni necessari per mantenere il fattore di potenza risultante al valore voluto. Tale diagramma inoltre si presta benissimo nel caso di una linea che colleghi due centri sui quali convergono masse di energia, tra i quali centri l'energia debba esser convogliata in un senso o nell'altro. In tal caso, essendo le tensioni costanti e determinate sia alla partenza che all'arrivo, unicamente col variare del fattore di potenza in quella delle due sottostazioni che deve ricevere l'energia, si potrà ottenere che la caduta di tensione lungo la linea di collegamento raggiunga quel determinato valore che corrisponde al trasporto di energia nel senso voluto.

Se noi sul diagramma facciamo centro su  $O$  e con un raggio uguale ad  $E_0$  tracciamo la circonferenza che passa per  $E_0$ , questa sarà il luogo dei punti a tensione  $E$ , uguale ad  $E_0$ , e tutti i punti d'intersezione colle rette del carico, sono tanti punti come  $M''$  per i quali variando opportunamente il fattore di potenza alla stazione ricevente, agendo coi sincroni, si può ottenere che l'energia sia convogliata in un determinato senso, in modo che rimanendo uguali e costanti le tensioni nei due centri di concentramento dell'energia, lo scambio avvenga indipendentemente dalle tensioni, che hanno valori determinati e voluti da altre esigenze di servizio.

Ne viene di conseguenza che il disgiuntore del carico avendo a sua disposizione l'insieme dei diagrammi relativi alle varie linee, sui quali saranno state in precedenza segnate le zone limiti del funzionamento utile del carico, potrà in ogni istante rendersi conto delle condizioni di esercizio delle centrali generatrici, e delle linee di trasporto, constatare se nessuna anormalità sussiste e nello stesso tempo controllare se i vari apparecchi di regolazione automatica funzionano in modo soddisfacente. Nello stesso tempo potrà regolare con precisione la ripartizione dei carichi fra le diverse sorgenti di energia e determinare la funzione dei sincroni correttori di fase in modo da ottenere il rendimento totale del trasporto dell'energia praticamente più elevato.

Gennaio, 1927.

#### BIBLIOGRAFIA

- BAUM F. G. — Voltage regulation and Insulation for large Power long distance transmission systems A.I.E.E.J. Aug. 21.  
 BLONDEL. — Compte-rendus de l'Academie des Sciences.  
 THIELEMANS. — Transport d'énergie a longue distance (Revue Générale 1921).  
 JOLLYMAN J. P. — Purpose and Problem of 220.000 V. Transmission - Journal of Electricity 49:131 - 3 Aug. 1922.  
 BURGER. — Regelung der Spannung in Drehstromnetzen - E.T.Z. Heft 35 August 1925.

## □ I RELAIS DI PROTEZIONE BUCHHOLZ PER TRASFORMATORI □ □ □ □

M. BUCHHOLZ

Le imprese elettriche finora si sono preoccupate principalmente di elevare il rendimento degli impianti sfruttando le energie a disposizione, sia cadute d'acqua, che energie termiche e riducendo le perdite di generazione, trasformazione e trasmissione. Soltanto a poco a poco si è riconosciuto che un più intenso sfruttamento di ciascun impianto, una distribuzione più omogenea del carico durante le 24 ore e una maggiore fornitura durante la notte, hanno una importanza più rilevante che non qualsiasi percentuale di miglioramento degli impianti (non negando però il valore di questo) poichè in grazia di ciò si riducono sensibilmente le sempre maggiori spese d'impianto gravanti sui kWh prodotti.

La prima condizione però per aumentare la vendita d'energia e per meglio sfruttare gli impianti, e che i consumatori possano avere una sempre maggiore fiducia nella sicurezza e continuità della fornitura dell'energia. Se vogliamo che l'uso dell'elettricità si estenda sempre di più nella nostra vita sociale, è assolutamente necessario che la sicurezza di esercizio di tutti gli impianti elettrici diventi assai maggiore di quella attuale, poichè i danni diretti causati dalla mancanza dell'energia anche per breve tempo, crescono enormemente colla diffusione dell'impiego dell'elettricità.

Infatti negli ultimi tempi le Società elettriche si preoccupano sempre di più di creare mezzi per aumentare la continuità dell'esercizio. Le nuove correnti della tecnica cercano dispositivi che indichino o meglio prevengano possibilmente già le prime manifestazioni di guasti, in maniera che il personale di servizio possa prendere provvedimenti opportuni, prima ancora che le macchine o gli apparecchi possano soffrire danni, che li rendano inutilizzabili o li distruggano, rappresentando ciò anche una minaccia per l'ambiente circostante. Inoltre gli elettrotecnici tendono ad impiegare apparecchi a disinserzione automatica i quali prevengano le conseguenze più gravi dei disturbi subiti dalle macchine e dagli apparecchi quando le cause di quelli perdurano e mettono in serio pericolo le macchine stesse rendendo necessaria la loro esclusione dal servizio.

Una dispositivo di questo genere, il quale ha già largamente dimostrato la sua utilità pratica ed il suo funzionamento sicuro è il *relais di protezione Buchholz per trasformatori* che qui appresso descriviamo.

In primo luogo esaminiamo i guasti e le loro cause che più frequentemente si manifestano nei trasformatori e, in special modo, nei trasformatori attualmente più usati; cioè in quelli con recipienti di dilatazione dell'olio sui quali soltanto, finora il *relais Buchholz* è stato applicato.

### Corti circuiti e terre sviluppantisi gradualmente.

Molti guasti risultano dal fatto che trasformatori, riscontrati perfetti alla prova di collaudo, hanno tuttavia punti deboli nell'isolamento di qualche conduttore o in qualche saldatura o punto di collegamento, i quali a causa per es., di urti nel trasporto od altra ragione provocano coll'andar del tempo passaggi di corrente o scintillii i quali, se non riconosciuti e osservati a tempo debito, diventano in breve corti circuiti o terre. Ne può conseguire la distruzione del trasformatore a causa della violenta pressione nell'olio provocata dal rapido sviluppo di gas di decomposizione dell'olio sotto l'influenza di archi; questi fenomeni oltre a distruggere il trasformatore spesso danneggiano l'ambiente circostante.

### Formazione di archi in seguito al guastarsi di una fase.

Parimenti un arco può esercitare una azione distruttiva quando un conduttore o una saldatura fra due conduttori si spezza all'improvviso se gli automatici non disinseriscono immediatamente il trasformatore.

### Danni dovuti a sovraccarichi.

Ogni sovraccarico di una certa entità dovuto sia a correnti di esercizio sia a corti circuiti provoca nel trasformatore un eccessivo riscaldamento e alla lunga la carbonizzazione del-

l'isolamento. La forma più temuta di sovraccarico è il corto circuito esterno al trasformatore, che ne può esser completamente distrutto anche dopo brevissima azione. Nel migliore dei casi si rendono necessari lavori di riparazione costosi e lunghi se il trasformatore non è stato disinserito immediatamente al presentarsi di un forte sovraccarico o di un violento corto circuito.

#### Guasti dovuti a sovratensioni.

Molto frequenti sono anche le sovratensioni che dalla rete penetrano nei trasformatori e ne perforano l'isolamento. Se il trasformatore non viene immediatamente disinserito, anche in tal caso esso può esser distrutto completamente.

#### Corti circuiti nel ferro.

Accade talvolta che le lamiere di ferro isolate con carta vengano in contatto per una causa qualsiasi, per es., quando i tubi isolanti dei bulloni hanno qualche difetto, oppure quando le superfici di contatto fra il giogo e il nucleo non sono perfettamente combacianti. Si sviluppano allora nel ferro forti correnti parassite che provocano sovrariscaldamenti tali da produrre danni rilevanti.

#### Cariche elettrostatiche.

Avviene tal volta che parti metalliche isolate nel trasformatore assumano cariche elettrostatiche a potenziali diversi. Queste differenze di potenziale si eguagliano mediante scintille così piccole da rendersi percepibili soltanto attraverso un leggero ronzio. Se non ce ne accorge oppure non si dà loro importanza, esse provocano col tempo la carbonizzazione o la scomposizione dell'olio e di conseguenza un serio pericolo per il trasformatore. Pari influenza nociva sull'olio esercitano l'effetto delle punte e gli effluvi.

#### Abbassamento del livello dell'olio.

A causa di una falla nella cassa del trasformatore o in seguito a trascuratezza del personale di servizio può accadere che il livello dell'olio scenda così basso da privare le bobine superiori della parte principale del loro isolamento e del raffreddamento. Ne conseguono scariche o carbonizzazioni del materiale isolante solido se il trasformatore non viene subito disinserito. Ugualmente coll'abbassarsi dell'olio a causa di temperature assai rigide, specialmente quando il recipiente di dilatazione, come spesso si verifica, è di dimensioni troppo ridotte, si manifestano danni nel trasformatore: così anche quando dai passanti l'olio scorre fuori.

\*

Come risulta da questa esposizione, tutti i disturbi provocati da fenomeni interni o esterni al trasformatore, agiscono sull'isolamento delle bobine, dei passanti, ecc., oppure provocano un'ebollizione ed una scomposizione dell'olio con conseguente riscaldamento eccessivo di questo. Ad ogni riscaldamento però si sviluppano da tutti i materiali isolanti, anche dall'olio, prodotti gassosi di decomposizione.

Il riconoscimento del fenomeno fisico della immediata formazione di gas, in seguito al benchè minimo guasto, ed il suo sfruttamento per azionare un segnale d'allarme ed un dispositivo di scatto, costituiscono la idea fondamentale del relais di protezione B e della sua realizzazione. Questo concetto del tutto nuovo distingue questo dispositivo di sicurezza da tutti i sistemi esistenti, che tendono allo stesso fine.

Per minimi disturbi si sviluppano all'inizio soltanto piccolissime bollicine di gas, le quali però essendo tutto il trasformatore pieno d'olio si dirigono rapidamente, per il loro piccolo peso specifico, verso il recipiente di dilatazione: Si è disposto perciò, nel tubo di congiunzione col recipiente di dilatazione, un serbatoio collettore, verso il quale tendono le bollicine le quali scacciano l'olio dal serbatoio. Un galleggiante in esso situato cade e chiude un circuito il quale comanda un segnale ottico e acustico o tutti due insieme. Questo dispositivo offre dunque la possibilità di svelare le prime manifestazioni di ogni difetto che si presenti in un trasformatore prima che quello abbia potuto acquistare un valore pericoloso. Esaminando la quantità di gas raccolta in un certo tempo nel recipiente del relais B. si può stabilire se si tratti di fenomeni transitori o se non invece il guasto vada aumentando. In questo ultimo caso si può provvedere a tempo a preparare le necessarie riserve. L'esame dei gas di decomposizione permette in pari tempo di trarre deduzioni sul genere dei disturbi: gas bianchi risultano

dalla scomposizione di fibre di carta o tessuti, vapori gialli derivano dal guastarsi di parti di legno, vapori grigi o neri provengono dalla scomposizione dell'olio.

Una tale segnalazione offre già di per sè sola, rilevanti vantaggi e tende ad elevare sensibilmente la sicurezza di un impianto.

La protezione del trasformatore però diviene completa per il fatto che, oltre al segnale d'allarme, esiste un ulteriore dispositivo per la disinserzione automatica del trasformatore; dispositivo che entra in azione nel momento nel quale il trasformatore non può senza danno rimanere ulteriormente in servizio, e ad ogni modo previene deformazioni della cassa od esplosioni.

Anche l'azione del dispositivo di scatto si appoggia sul fenomeno dello sviluppo di gas dal materiale isolante sovrariscaldato. Un disturbo locale improvviso o che assume rapidamente ampie proporzioni, provoca uno sviluppo tumultuoso di gas il quale scaccia di colpo l'olio e lo spinge violentemente nella tubazione di afflusso al recipiente di dilatazione. Il fenomeno diventa ancora più violento quando in seguito ad un sovraccarico, ad esempio dovuto ad un corto circuito esterno, si formano intorno a tutte le spire innumerevoli minuscole bollicine di gas. La corrente istantanea che si produce nella tubazione di afflusso al recipiente di dilatazione aziona infallibilmente un galleggiante disposto nella tubazione; il galleggiante è provvisto di un contatto che chiude il circuito di scatto degli interruttori in olio del trasformatore. Poichè la formazione delle bollicine gassose costituisce il primo indice dell'avvicinarsi di un primo pericolo per il trasformatore e la pressione provocata dallo spostamento dell'olio si propaga attraverso l'olio stesso con una velocità superiore a quella del suono, la disinserzione è immediata e tempestiva, cosicchè il trasformatore non risente di alcun danno, rimane intatto e può essere subito rimesso in servizio appena eliminata la causa della sovracorrente.

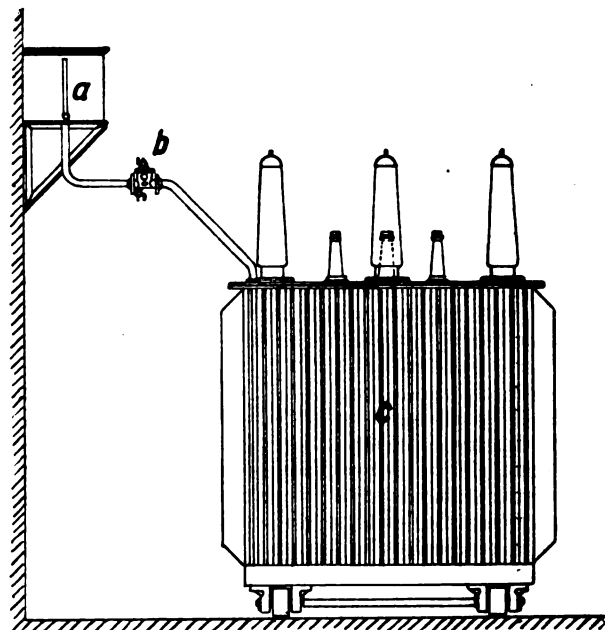


Fig. 1.

Disposizione su un trasformatore con recipiente di dilatazione.

a) recipiente di dilatazione; b) relais Buchholz; c) trasformatore.

Il funzionamento del relais di protezione B. è reso evidente dalle figure 1, 2a e 2b.

La figura 1 mostra come il relais di protezione b va montato; esso si applica con flangia al tubo di collegamento fra il trasformatore c e il recipiente di dilatazione. Il relais B. è costituito da un recipiente a con due galleggianti b<sub>1</sub> e b<sub>2</sub> con dispositivi di contatto c<sub>1</sub> e c<sub>2</sub>. Il galleggiante superiore b<sub>1</sub> aziona il dispositivo d'allarme d, il galleggiante inferiore b<sub>2</sub> il dispositivo di scatto f.

Ad esercizio indisturbato del trasformatore il recipiente a è pieno d'olio. I galleggianti b<sub>1</sub> e b<sub>2</sub> sono mantenuti nella loro posizione più alta dalla spinta dell'olio, i contatti c<sub>1</sub> e c<sub>2</sub> sono aperti. Appena nel trasformatore si formano bollicine di gas a causa di un sovrariscaldamento, queste entrano nel recipiente a. Il galleggiante b<sub>1</sub>, riducendosi la sua spinta di galleggiamento, cade e chiude il circuito d'allarme. Per stabilire la quantità ed il colore del gas che si è raccolto, il recipiente è provvisto di una finestra di spia.



Producendosi uno sviluppo tumultuoso di gas, la corrente che immediatamente si manifesta nella conduttura di collegamento, rovescia bruscamente il galleggiante  $b_1$  dalla sua posizione iniziale; il galleggiante spostandosi chiude il contatto  $c_1$ , della bobina di scatto dell'interruttore.

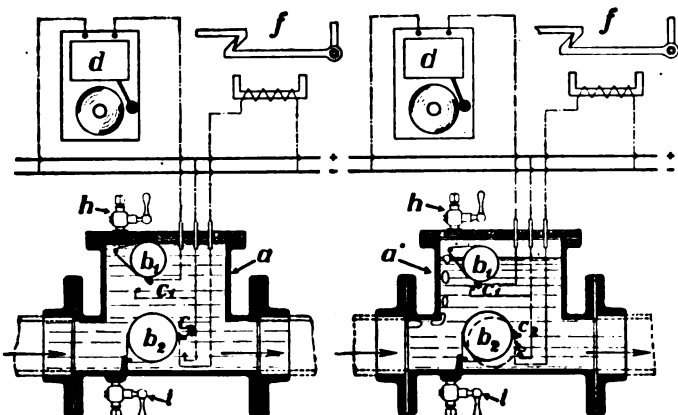


Fig. 2 a

Fig. 2 b

Rappresentazione schematica del funzionamento del relais Buchholz e dei circuiti di allarme e di scatto.

Fig. 2 a. — In posizione di riposo.

Fig. 2 b. — In posizione di funzionamento.

Le frecce indicano il senso di deflusso dell'olio verso il recipiente di dilatazione.

Le figure 3 e 4 mostrano la costruzione del relais B. La figura 3 riproduce il tipo di relais adatto per piccoli trasformatori con recipiente di dilatazione, per potenze fino a 500 kVA: la figura 4 presenta aperto il tipo per trasformatori di media e grande potenza.

Allo scopo di dimostrare la possibilità di impiego e la sicurezza del relais B. furono eseguite varie serie di prove in presenza di numerosi competenti; in queste prove furono riprodotti tutti i disturbi e i difetti sopra descritti che si possono presentare nella pratica in un trasformatore. Tali esperienze ebbero luogo il 6 e l'11 settembre 1924 nella cabina di trasformazione Sanderhausen delle Preussische Kraftwerke Oberweser A. G. preso Kassel, altre l'11 giugno 1925 nella Fabbrica di Trasformatori della A. E. G. a Berlin Oberschoeneweide e varie ancora il 5 marzo 1926 nella Fabbrica di trasformatori Siemens Schuckert di Norimberga.

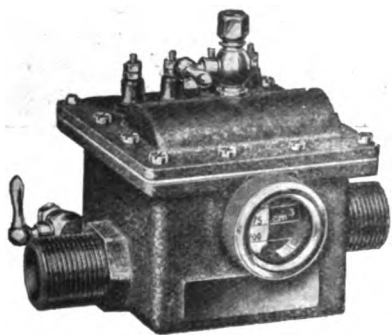


Fig. 3. — Relais di protezione Buchholz modello 1'' per trasformatori fino a 500 kVA con recipiente di dilatazione.

Queste dimostrazioni sono state persuasive anche per i dubbiosi fra i tecnici presenti, ed hanno portato ad un convincimento che con una semplice esposizione verbale non si sarebbe potuto da prima raggiungere. La statistica compiuta in questo frattempo indica un numero di 720 relais B., in gran parte funzionanti o destinati ad essere fra breve applicati su un totale di circa 3 milioni di kVA di trasformatori.

Nell'esercizio si è già raccolta una notevole quantità di relazioni nelle quali sono esaminati ed esattamente descritti i disturbi presentatisi in trasformatori provvisti di relais B. Qui appresso riportiamo brevemente alcune fra le più interessanti di queste relazioni:

1) In un trasformatore già da vario tempo in esercizio, di 1500 kVA di potenza e rapporto 60/15 kV, disinserito dal relais B., l'esame mise in evidenza che si erano manifestate delle scariche fra due bobine adiacenti sul lato dell'alta tensione. In entrambe le bobine si era formato un foro di 1,5 cm

di diametro (vedi fig. 5). Anche l'isolamento delle bobine mostrava segni di bruciatura. Tutte le altre bobine ad alta come pure tutte quelle a bassa e i cilindri isolanti di pertinax erano

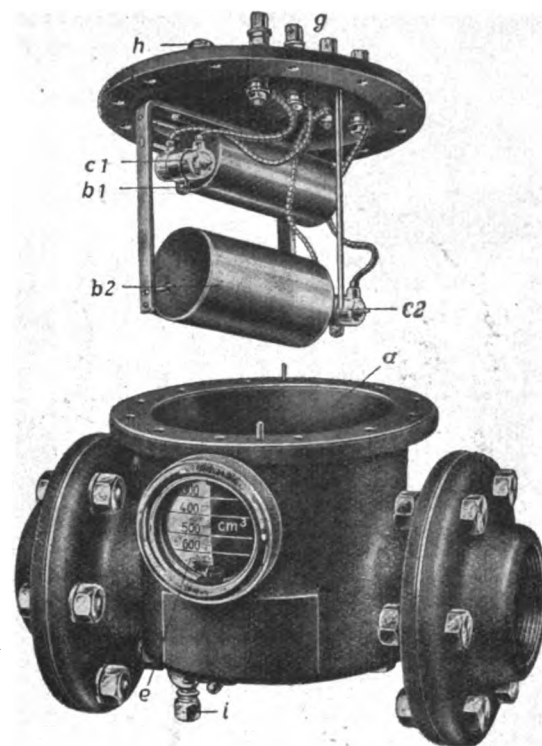


Fig. 4. — Relais di protezione Buchholz modello 2'' e 3'' per trasformatori di media e grande potenza. Organi interni in vista.

intatti. Sostituite le due bobine danneggiate il guasto fu rapidamente eliminato.

2) Egualmente a causa di corti circuiti sulle linee aeree fu causato un disturbo ad un trasformatore della potenza di

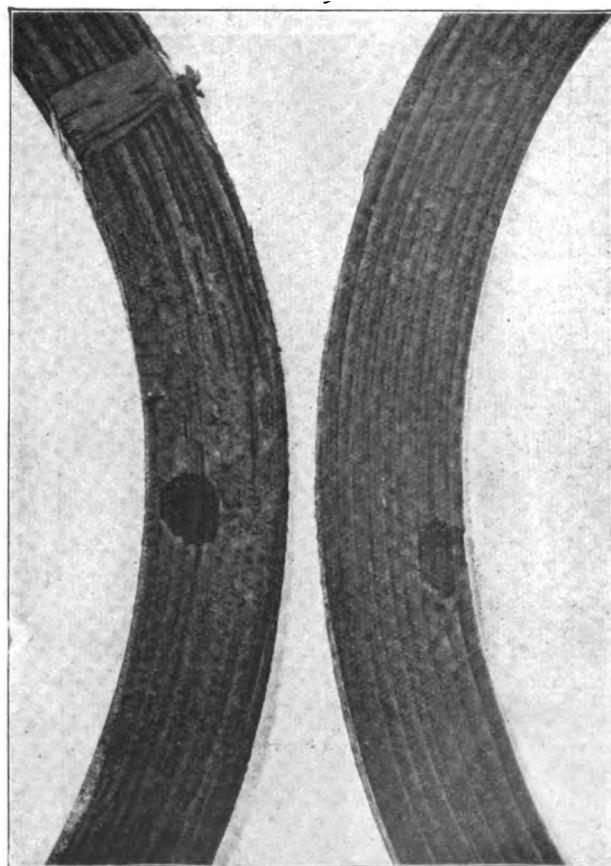


Fig. 5.

2500 kVA, rapporto 60/15 kV di una sottostazione di trasformazione dalla quale si partivano più terne da 15 kV. Nell'immediata vicinanza della sottostazione avvennero varie scariche

atmosferiche sulle terne. Il trasformatore fu immediatamente disinserito dal relais B. all'atto di una violenta scarica. L'apparecchio di protezione fu riscontrato pieno di gas combustibile.

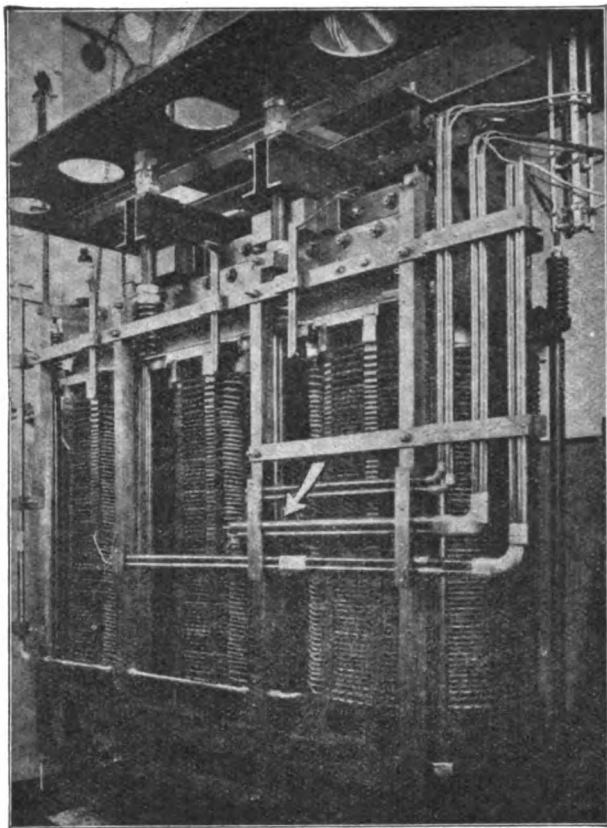


Fig. 6. — Il punto colpito dalla scarica è indicato dalla freccia.

Poichè durante una inserzione di prova eseguita istantaneamente come pure all'inserzione ed alla disinserzione furono

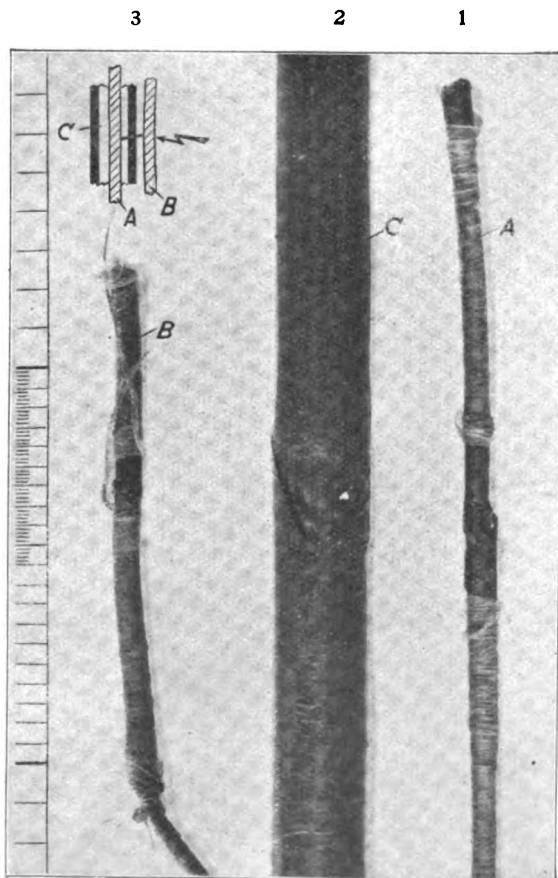


Fig. 7. — La scarica avvenne fra il cavo 1 e il cavo situato nel tubo 2.

uditi dei ronzii, il trasformatore fu posto fuori esercizio per essere esaminato. Dall'esame risultò che soltanto sul lato ad alta tensione era avvenuta una scarica attraverso un tubo di

pertinax tra le condutture di presa di due nuclei. Il punto dove avvenne la scarica è indicato in fig. 6 a mezzo di una freccia. La conduttura e il tubo isolante pertinax mostravano minime tracce di perforazione (vedi fig. 7).

3) In altri casi la diminuzione dell'olio causata da deficienza di tenuta e da gran freddo fecero funzionare l'allarme del relais B.

4) Anche la penetrazione dell'aria nell'olio, causata da deficienze di tenuta nella conduttura di aspirazione e nei premistoppa di circolazione dell'olio fu rivelata in molti casi dal funzionamento del relais B. Questi inconvenienti col tempo avrebbero potuto crescere fino a diventare un pericolo per il trasformatore se il relais B. non fosse intervenuto col suo contatto d'allarme.

Speciale interesse offre il confronto fra i modi di funzionare del relais B. con quelli di altri sistemi di protezione. Il più diffuso dei dispositivi per la sorveglianza dei trasformatori è quello della misura della temperatura dell'olio mediante termometri montati nell'interno del cassone. Poichè come si è visto tutti i guasti che si presentano in un trasformatore sono collegati ad uno sviluppo di calore il quale si trasmette all'olio, le misure della temperatura di questo rivelano i guasti e i termometri a contatto li segnalano mediante il circuito d'allarme. I difetti però e con essi gli aumenti di temperatura si mani-

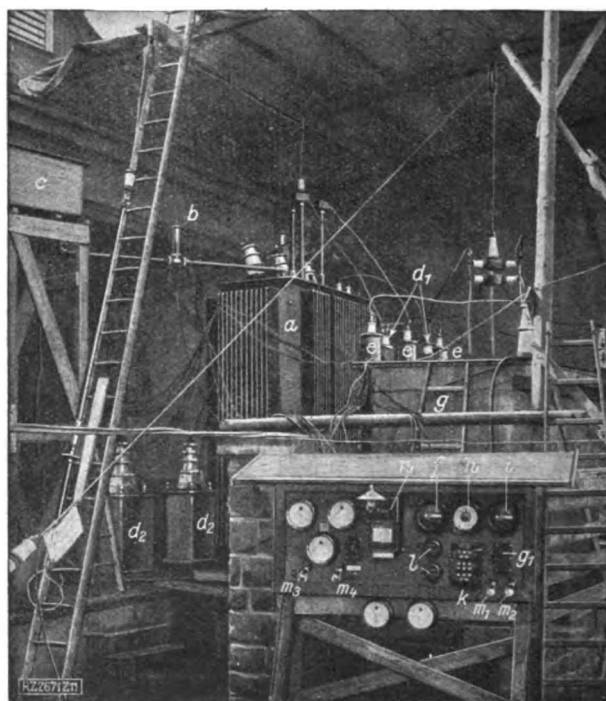


Fig. 8.

festano naturalmente in vari punti del trasformatore; i termometri però si trovano a diverse distanze dai punti difettosi e di conseguenza passa un certo tempo prima che l'olio abbia raggiunto nella loro vicinanza un aumento di temperatura di un certo valore. La conseguenza di ciò è, che i termometri danno il segnale d'allarme quando il danno nel trasformatore ha fatto già dei progressi. Dalle precedenti spiegazioni risulta evidente che maggior prontezza hanno gli elementi a coppie termoelettriche applicati direttamente sul rame dell'avvolgimento oppure nel ferro. Però anche essi, situati in singoli e pochi punti non sono sensibili a sovrariscaldamenti locali, se questi non si verificano nella loro immediata vicinanza. Per quanto riguarda la rapidità di segnalazione il relais B. è assai superiore tanto ai termometri a contatto quanto alle coppie termoelettriche. Inoltre esso permette la determinazione della quantità e del colore dei gas e quindi anche della entità del difetto, e del materiale dell'isolante decomposto.

Il mezzo protettivo ritenuto fino ad oggi come il più importante per i trasformatori è la cosiddetta protezione differenziale. Questo sistema è stato studiato a fondo e applicato in tutto il mondo, e portato ad un alto grado di perfezione e di sensibilità. Aveva quindi somma importanza eseguendo le prove suaccennate col relais B. di confrontarne il funzionamento con quello dei dispositivi di protezione differenziale. Nella figura 8 sono rappresentati gli apparecchi impiegati nelle prove del 6 e del-

l'11 settembre 1924. Dalla figura appare chiaramente il numero rilevante di apparecchi necessari per la protezione differenziale; essa richiede infatti:

- 2 riduttori di corrente per il lato ad alta tensione;
- 2 " " " " " a bassa "
- 1 " " tensione (trifase);
- 1 relais differenziale tripolare;
- 1 resistenza addizionale per esso;
- 1 relais differenziale wattmetrico;
- 1 relais intermedio;
- 1 trasformatore ausiliario con lo stesso numero di prese del trasformatore principale.

E' ovvio che un sì numeroso insieme di strumenti delicati è assai costoso ed esige una sorveglianza e una manutenzione non indifferente.

La superiorità del relais B., realizzato con estrema semplicità di mezzi e che non esige alcuna sorveglianza, risulta di evidenza indiscutibile. Inoltre poi, i dispositivi di protezione differenziale reagiscono soltanto ai disturbi provocati dallo squilibrio fra la corrente primaria e quella secondaria ed in particolare soltanto quando la dissipazione dell'energia nel punto difettoso raggiunge una percentuale determinata del carico istantaneo del trasformatore (il 10 per cento circa coi relais differenziali normali ed il 0,5 per cento circa con quelli ad alta sensibilità). Di conseguenza i sistemi differenziali sono meno sensibili proprio quando il carico è forte e le conseguenze di qualunque disturbo più gravi.

Le prove comparative hanno inoltre offerto la conferma che l'azione protettiva del relais differenziale non raggiunge neppure da lontano quella del relais B.; infatti in 21 di queste prove la protezione differenziale normale funzionò una volta, quella ad alta sensibilità tre volte, mentre il relais B. reagì ogni volta con l'allarme nei casi leggeri, e con lo scatto nei casi gravi.

Per proteggere i trasformatori dalle sovracorrenti specialmente da quelle causate da corti circuiti sulle linee, furono usati finora relais di massima a tempo nelle più svariate forme ed esecuzioni.

Tutti questi relais recano il comune difetto del ritardo, reso necessario dall'esercizio, nella disinserzione di un trasformatore, ritardo che oscilla in generale tra 5 e 15". Questo periodo è in molti casi sufficiente a far sviluppare un guasto serio se non addirittura a provocare la distruzione del trasformatore.

Invece il relais B. è libero da una qualsiasi rigida dipendenza dal tempo e dalla corrente; esso costituisce una *protezione individuale* la quale agisce in maniera altamente selettiva, poichè disinserisce soltanto i trasformatori pericolanti in una rete colpita ad esempio da un corto circuito, mentre lascia intatti in servizio i trasformatori non colpiti. Infatti il primo sviluppo di gas che provoca la disinserzione è il criterio per un pericolo; esso si manifesta prima o poi a seconda del grado d'isolamento del trasformatore colpito; che dipende dalla sua età, dal numero dei corti circuiti e dai sovraccarichi dovuti all'esercizio che il trasformatore in parola ha dovuto sopportare, come pure dal materiale impiegato e dalla sua costruzione.

Quanto è stato finora menzionato potrebbe essere maggiormente illustrato con altri risultati tratti dai verbali delle prove e delle relazioni sui funzionamenti rilevati nell'esercizio del relais B.; sarà però sufficiente dimostrare che il relais B. è di importanza decisiva per i trasformatori e rappresenta un completamento di sommo valore per aumentare la sicurezza dell'esercizio degli impianti elettrici, poichè esso riunisce le funzioni di tutti i dispositivi di sicurezza per i trasformatori finora conosciuti e domina tutti i possibili disturbi, anche quelli per i quali i dispositivi finora in uso o non reagiscono affatto oppure solo con dannoso ritardo.

I risultati ottenuti nella pratica fanno sì che il relais in parola si diffonde ogni giorno di più, e fanno ritenere che la applicazione di esso diverrà generale per tutti i trasformatori di una certa potenza, data anche la semplicità del suo montaggio. Sarebbe però anche vantaggioso ed economico per l'esercizio delle piccole reti che anche i trasformatori di minor potenza fossero provvisti di un tale relais per assicurare una maggiore sicurezza, continuità, ed economia nella distribuzione dell'energia. Poichè queste piccole stazioni nella maggior parte dei casi non possiedono interruttori in olio, sono state proposte varie soluzioni per realizzare la disinserzione dei trasformatori mediante il relais B. Negli impianti nuovi si possono installare in ogni caso interruttori a coltello per montaggio all'aperto con bobine di scatto, al posto dei coltelli separatori finora impiegati; negli impianti già esistenti si possono semplicemente

trasformare i coltelli separatori in interruttori all'aperto. Una altra soluzione propone un semplice dispositivo il quale, al funzionamento del relais B., provoca sul lato ad alta tensione un corto circuito innocuo per il trasformatore; corto circuito il quale fa fondere le valvole inserite fra la linea ad alta tensione ed il trasformatore stesso. La segnalazione può realizzarsi mediante un segnale acustico udibile a distanza, che richiami l'attenzione di persone o fiduciari trovatesi nelle vicinanze, le quali possano telefonicamente avvertire il prossimo posto dell'azienda elettrica. Un simile dispositivo offrirebbe alla direzione dell'esercizio il vantaggio di avere una visione completa sullo stato di tutte le cabine di trasformazione; in tale maniera si potrebbe rivolgere in tempo debito l'attenzione alle cabine in pericolo e provvedere opportunamente con i trasformatori di riserva, il che permetterebbe di aumentare sensibilmente la generale sicurezza dei servizi.

Lo sviluppo della costruzione del relais B. tende a permettere l'applicazione anche a trasformatori senza recipiente di dilatazione ed a quelli provvisti di gas inerti al disopra dell'olio, per i quali verranno sfruttati non solo i fenomeni fisici ma anche quelli chimici della decomposizione dei materiali isolanti.

Analoghi dispositivi si stanno progettando per gli interruttori in olio per i quali pure ha grande importanza una maggiore protezione. Ma anche per le bobine di induttanza, per i trasformatori di misura, per le muffole da cavi ed in breve per tutti quegli apparecchi dove eventuali difetti provocano riscaldamento locali e conseguente sviluppo di gas, il principio del relais B. può trovare efficace impiego. Tanto più esercenti e costruttori prenderanno confidenza con questo dispositivo, tanto più rapidamente si estenderà la sua applicazione ed aumenteranno le sue possibilità d'impiego.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Il percorso di una scarica atmosferica.

Riceviamo:

*Debbo all'osservazione intelligente ed alla cortesia di un elettricista le notizie seguenti, da me controllate, che mi lusingo possano interessare gli studiosi di fenomeni del genere.*

*Una linea a bassa tensione, costituita da due conduttori nudi, partendo dal secondario di un trasformatore su palo 2000/150 volt, munito di scaricatore a corno sull'alta tensione e sprovvisto sulla bassa, dopo*



*un percorso di 400 a 500 metri mette capo al primo piano di una casa isolata di campagna. Attraversa un limitatore di corrente e si deriva da una parte all'interno per alimentare una lampada mediante cordoncino doppio e dall'altra prosegue lungo la facciata della casa, sopra isolatori a campana, in treccia ad alto isolamento, sezione circa 2 mm<sup>2</sup> (usata in guerra negli stendimenti telefonici) per una lunghezza di 8 metri. Di qui, con gli stessi conduttori entro tubo Bergmann fissato contro la facciata esterna della casa, scende al piano terreno per alimentare una lampada in cucina e nella stalla, sempre colla stessa treccia montata su serratelli.*

La scarica, abbattutasi sulla linea aerea a bassa tensione durante un furioso acquazzone, dagli isolatori contro la casa attraversa il limitatore di corrente e lo distrugge, entra nella camera al primo piano, lancia il coperchio di una valvola a tabacchiera contro il muro opposto, brucia il cordoncino bifilare e si deriva a terra in corrispondenza di ogni isolatore; lungo la facciata della casa segue la linea in treccia isolata, della quale il conduttore risulta.... scomparso e la sola guaina isolata rimane sospesa alle porcellane. In corrispondenza degli isolatori stessi, tracce di scariche violente a terra, porcellana vetrificata; in seguito, il tubo Bergmann ed i due conduttori all'interno appaiono intatti.

La corrente penetra quindi in cucina, getta a terra tramortita una donna, che vi si trova seduta, e brucia i conduttori, in qualche punto solamente, nella stalla.

Dall'ingresso nella cucina la scarica passa all'inferriata di una finestra del pianterreno e produce nel muro in basso un foro profondo una trentina di centimetri derivandosi sulla ringhiera in ferro d'una scala che scende in cantina. Quindi salta sul pergolato posto ad una altezza dal suolo di circa metri 3. Su questo sono distesi vari fili di ferro del diametro di 20/10, che vengono trovati a terra tagliati in pezzi cortissimi; poichè piove, ad ogni contatto della vite, che si appoggia sui fili, si produce una derivazione a terra ed il conduttore rimane tagliato nettamente. Dal pergolato la scarica giunge ad un tronco d'albero secco a cui è legato un filo di ferro che sostiene il pergolato stesso e di qui finisce nel canale, che scorre in vicinanza della casa, con un salto di metri 2,60. Il canale attraversa la strada vicinale, di accesso alla casa, sotto un ponticello in lastroni di pietra ed è scoperto a monte ed a valle.

La scarica salta nel canale in corrispondenza del giunto fra due lastroni, scostando uno di essi e producendo un foro circolare del diametro di circa 15 centimetri, con un percorso più lungo che saltando direttamente nel canale scoperto: la pioggia dirotta ed il vento hanno determinato una linea di minor resistenza dielettrica nel definitivo passaggio a terra.

Il trasformatore all'altro estremo della linea risultò intatto; una derivazione ad angolo retto per altro cascinale, a 20 metri circa dalla casa verso il trasformatore, non fu disturbata.

Torino, febbraio 1927.

Ing. E. THOMES.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

**E. B. McEACHRON — Caratteristiche di tempo, tensione e corrente degli scaricatori.** (Gen. El. Rev., ottobre 1926, pag. 678).

L'A. esamina le condizioni nelle quali viene a trovarsi una linea aerea avente notevole resistenza d'isolamento verso terra e sottostante ad una nube carica di elettricità negativa. L'insieme costituisce un condensatore, le armature del quale sono la nube e la linea; questa nei punti affacciati alla nube assumerà per induzione elettrostatica una carica positiva. Se un fulmine si scarica verso terra o verso un'altra nube e quindi la carica negativa della nube precedentemente considerata si annulla, la carica positiva, rimasta libera sulla linea, tenderà a scaricarsi verso terra, e sulla linea apparirà una tensione positiva.

Appena questa si ha in un punto della linea, un'onda di tensione a fronte ripido si sposta da esso lungo la linea in direzioni opposte; dalla distribuzione del campo elettrostatico, prodotto dalla nube ove trovasi la linea, si può arguire che le onde più ripide hanno un fronte della lunghezza da 900 a 1500 metri e che cioè per giungere al valore massimo della tensione occorreranno da 3 a 5 milionesimi di secondo.

Trascurando la conduttanza verso terra, a cagione della notevole resistenza d'isolamento della linea e della rapidità con cui avvengono questi fenomeni, il valore massimo della tensione, che può prodursi in un determinato punto, è dipendente dalla variazione del campo elettrostatico prodotto dalla nube in quel punto e, se il campo si annulla, esso è dato dal prodotto del gradiente del potenziale in quel punto per l'altezza della linea da terra. Il valore massimo dell'onda di tensione a fronte ripido è in effetto limitato dalla possibilità di scariche sugli isolatori; va però notato a questo proposito che tali scariche avvengono a una tensione pari a 2,5 volte circa il valore della tensione di scarica a 60 periodi.

Mentre nel caso precedente, in cui tanto lo scaricatore, quanto l'apparecchio da proteggere sono distanti dalla nube, si può ammettere che l'onda di tensione a fronte più ripido raggiunga il suo valore massimo in non meno di 2 milionesimi di secondo. Ben più grave è il caso in cui invece essi si trovino proprio sotto la nube; allora la tensione sulla linea raggiunge il valore massimo nell'intervallo di tempo brevissimo, che il fulmine impiega ad andare dalla nube a terra.

L'A. determina quindi la corrente che deve essere scaricata a terra, se si vuole proteggere un impianto da onde a fronte ripido.

Se lo scaricatore e la macchina da proteggere si trovano connessi ad una sola linea e sono distanti dal punto, in cui la nube ha prodotto l'onda a fronte ripido, la corrente è di circa 2 amp. per kV di tensione (la tensione è quella alla quale avviene la scarica sugli isolatori della linea). Se invece lo scaricatore e l'impianto da proteggere si trovano in un punto di congiunzione di parecchie linee e la nube è sovrastante, si dovrà moltiplicare il valore precedente per il numero delle linee che convergono in quel punto. La tensione da considerare è la metà del prodotto dell'altezza della linea per il gradiente del potenziale esistente in quel punto all'atto della scarica (il valore metà è usato perchè l'energia è tutta elettrostatica prima che si inizi la corrente, in seguito è per metà magnetica e per metà elettrostatica). Il massimo gradiente di potenziale prevedibile, e che non è mai stato superato in pratica, è di 300 kV per metro.

Se però si ha una scarica diretta del fulmine sulla linea, le condizioni sono ancora più gravose e ben più difficile è la protezione: si ebbero in qualche caso rovinati tanto gli scaricatori, quanto gli apparecchi da proteggere; però qualche volta solo gli scaricatori furono danneggiati e l'impianto rimase illeso.

Data la rapidità con cui avvengono questi fenomeni è necessario che le protezioni, affinché siano efficaci, agiscano con pari prontezza. Risponde in modo soddisfacente a questo requisito lo spinterometro a sfere, il quale ha la proprietà di scaricare alla stessa tensione, sia con onde a fronte ripido, sia a 60 periodi; la distanza delle sfere si dispone quindi per due volte la tensione normale di linea. Ma nel caso di una linea per trasmissione di energia, l'arco adescato dalla scarica permane, e questo provoca disturbi, perchè si aprono gli interruttori e si interrompe il servizio. Perciò il semplice spinterometro a sfere può essere usato solo negli impianti a correnti deboli: (antenne radio, linee telefoniche e telegrafiche, ecc.) o dove non vi sono tensioni: ad esempio sul neutro dei sistemi trifasi.

Per limitare il prodursi delle correnti di linea susseguenti alla scarica ed evitare i loro effetti, si usa mettere in serie allo spinterometro delle resistenze; però, se la resistenza è troppo grande, si evitano i disturbi, ma si diminuisce anche l'effetto di protezione dello scaricatore; se è troppo piccola si ha un buon scaricatore, ma permangono i disturbi. Si usano anche spegniarci meccanici, ma devono essere relativamente lenti e provocano essi pure disturbi durante il procedimento di rottura dell'arco. Gli scaricatori a spinterometro, se non danno risultati soddisfacenti, per le alte tensioni, si dimostrano convenienti per basse tensioni (sotto 11.000 volt). Lo spegnimento dell'arco in questo caso è ottenuto suddividendolo in una serie di piccoli archi, usando elettrodi di metallo speciale antiarco e inserendo opportune resistenze in serie e in parallelo con questo spinterometro multiplo.

Per le alte tensioni si è trovato uno scaricatore ottimo nel tipo a valvola e l'A. espone a questo punto le condizioni, alle quali deve soddisfare questo tipo di scaricatore:

- 1) la tensione durante la scarica non deve superare un valore di sicurezza prestabilito per proteggere l'isolamento dell'impianto; inoltre la scarica deve avvenire rapidamente;
- 2) lo scaricatore non deve prendere correnti dalla linea dopo la scarica;
- 3) il suo grado di sicurezza non deve essere compromesso nelle condizioni normali di servizio;
- 4) le caratteristiche devono rimanere costanti durante la vita dello scaricatore, che deve essere più lunga di quella dell'apparecchio che protegge.

Per rispondere alle prime due condizioni lo scaricatore deve agire ad una tensione non inferiore al valore massimo della tensione normale di linea e non superiore alla tensione alla quale avvengono le scariche sulla linea. Queste condizioni sono tutte soddisfatte dagli scaricatori a valvola a pellicola o a pallottoline di ossido. Va notato che in serie a questi scaricatori viene disposto un piccolo spinterometro a sfere: esso non ha alcuna funzione essenziale nello spegnimento dell'arco, poichè tale funzione è affidata unicamente alla valvola; serve soltanto ad evitare che vi sia una corrente anche piccola di dispersione verso terra, che costituirebbe una inutile perdita di esercizio.

L'A. riporta i risultati di uno studio accuratissimo sul funzionamento di questi scaricatori sotto onde a fronte ripido prodotte artificialmente; interessanti rilievi oscillografici, eseguiti con l'oscillografo catodico Dufour dimostrano che appena la tensione raggiunge un determinato valore, che per lo scaricatore preso in esame è di 9,7 kV, la resistenza interna dello scaricatore si abbassa subito al valore assai piccolo di circa 5 Ohm, e perciò una corrente di 850 A si può scaricare a terra.

L'onda di tensione, alla quale è stato provato lo scaricatore, ha un fronte assai ripido poichè la tensione di 9,7 kV è raggiunta in circa 1,5 milionesimi di secondo: in alcune decine di milionesimi di secondo la scarica cessa e immediatamente si ripristina l'elevata resistenza interna dello scaricatore.

L'articolo è l'espressione delle vedute più moderne in fatto di protezione di impianti elettrici; esso ha una notevole importanza non solo teorica, ma anche pratica, poichè dalla scelta di un adatto sistema di protezione dipende la vita di impianti assai costosi e la continuità del servizio.

C. G. E. (\*).

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.



## GENERATORI ELETTRICI.

**J. ALLEN JOHNSON e E. I. BURNHAM — Protezione contro gli incendi degli alternatori accoppiati a turbine idrauliche. (J. A. I. E. E., novembre 1926, pag. 1121).**

Gli AA. ricordano i metodi notoriamente usati per la protezione dei turboalternatori, coi diversi dispositivi di ventilazione in circuito chiuso, ma mettono in rilievo alcune caratteristiche che distinguono a questo riguardo gli alternatori installati nelle centrali idroelettriche.

Questi alternatori hanno generalmente dimensioni rilevanti. Nel caso degli alternatori da 65.000 kW, ai quali in particolare gli AA. si riferiscono gli avvolgimenti dell'armatura misurano sulla circonferenza una lunghezza di circa 25 metri: ne segue che un inizio di incendio in un punto non porta necessariamente come conseguenza la bruciatura dell'intero avvolgimento. Inoltre nelle centrali idroelettriche la ventilazione non è quasi mai in circuito completamente chiuso. Essa avviene per circolazione spontanea, o attivata da apposite ventole montate sul rotor: le sporgenze delle testate dell'avvolgimento fuori dai canali del ferro, generalmente isolate con materiale facilmente combustibile ed esposte a forte circolazione d'aria costituiscono i punti di maggior probabilità di inizio di incendio; esso poi si propaga rapidamente lungo tutta la circonferenza dell'alternatore appunto in causa delle correnti d'aria e può portare alla distruzione dell'intero avvolgimento.

Gli AA. concludono in linea di massima che, mentre nei turboalternatori il metodo di protezione più promettente è quello della circolazione in circuito chiuso mediante atmosfera ricca di gas inerte, per gli alternatori accoppiati a turbine idrauliche il metodo migliore da seguire consiste nel dirigere opportunamente le correnti d'aria di ventilazione.

Quanto alla prevenzione degli incendi gli AA. osservano che anche facendo uso esclusivamente di materiali isolanti del tipo incombustibile, non si può far conto su una completa incombustibilità anche in ragione dell'accumularsi in diverse parti della macchina di depositi di impurità di vario genere, spesso impregnate d'olio e perciò combustibili.

Una buona misura è naturalmente quella di usare un isolamento con largo margine di sicurezza onde impedire le perforazioni, causa frequente di incendi. Conviene poi ancora, come è evidente, provvedere con un sistema di relais differenziali a staccare e diseccitare la macchina appena si presenti un incidente del genere.

Non si può tuttavia mai ritenere escluso il pericolo di incendio. In tale eventualità i danni saranno ridotti al minimo qualora le correnti d'aria siano dirette radialmente attraverso gli avvolgimenti colla esclusione totale di ogni circolazione d'aria in senso tangenziale intorno alla macchina.

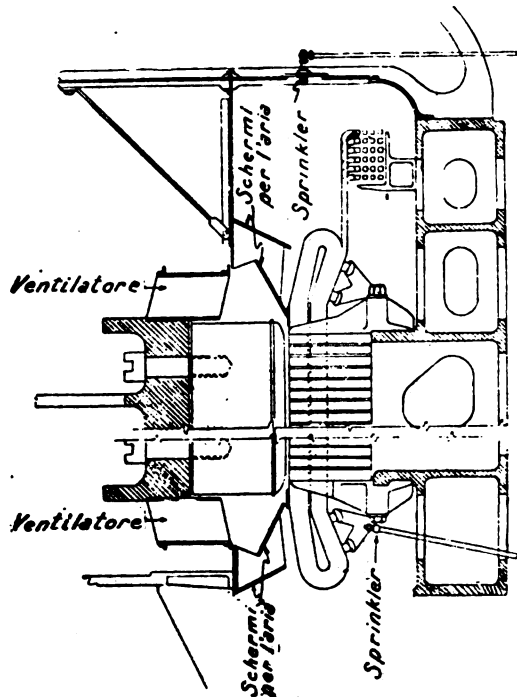


Fig. 1. — Sezione trasversale di uno degli alternatori da 65.000 kW, con indicata la posizione degli sprinkler.

A tale scopo si è pensato di sistemare fra il rotor e le estremità sporgenti delle bobine di indotto, degli schermi fissi atti a guidare l'aria di ventilazione in senso radiale attraverso le testate sporgenti. Dopo numerose prove, si adottò, negli alternatori da 65.000 kW del Niagara, un dispositivo di passaggi attraverso due pareti inclinate, come è indicato nella figura 1 le quali sono costruite in materiale isolante per evitare le perdite per correnti parassite.

L'efficacia di questo dispositivo nel dirigere radialmente l'aria di ventilazione è molto rilevante, restando completamente eliminata la violenta circolazione d'aria in senso periferico che generalmente si verifica in macchine di quel tipo. Esperienze compiute su modelli di-

mostrarono anche l'efficacia del dispositivo nell'impedire la propagazione intorno alla periferia di un inizio di incendio.

Vari sistemi possibili di rivelatori di incendio (dispositivo foto-elettrico per la presenza del fumo, filo fusibile ruotante, termometro a tensione di vapore col bulbo prolungato in sottile tubo tutto intorno alla macchina, ecc.) furono presi in considerazione. In ultimo fu scelto un dispositivo a sprinkler fusibili il quale presenta il vantaggio di riunire insieme al dispositivo rivelatore anche quello di spegnimento.

Nella carcassa della macchina, tutto intorno alla periferia di essa sono state praticate delle aperture le quali permettono di accedere alle testate sporgenti degli avvolgimenti indotti. Attraverso ciascuna di tali aperture passa un tubo che mette capo ad una bocca di sprinkler disposta in posizione opportuna per poter, all'occorrenza, inaffiare la corrispondente testata di avvolgimento (fig. 1).

Mediante un contatto mobile, qualora si manifesti un inizio di incendio lo sprinkler più vicino al guasto aziona un segnale acustico. Siccome si è riconosciuto che, dato il sistema di ventilazione, l'incendio resta localizzato per un sufficiente lasso di tempo, il personale può accorrere, riconoscere dove sia cominciato l'incendio e procurare di estinguerlo, attraverso l'apertura nella carcassa, per mezzo di estintori a mano.

Se ciò non appare sufficiente, l'operatore manovrando una leva può far fluire dagli sprinkler un getto d'acqua che investe la testata che brucia; basta azionare uno o due sprinkler, i più vicini al guasto, restando così molto limitato il danno prodotto dal getto d'acqua.

Numerose prove furono eseguite su modelli prima di arrivare a determinare l'inclinazione e la distanza da dare allo sprinkler rispetto alla testata dell'avvolgimento per ottenere i migliori effetti coi minimi danni. Anche le particolarità costruttive della testa di sprinkler furono accuratamente studiate in via sperimentale, trattandosi qui di avere un getto raccolto anziché molto diffuso come si vuol avere dai soliti sprinkler. La pressione dell'acqua che risultò più conveniente, fu di circa due atmosfere. Gli sprinkler possono essere tarati per funzionare a temperature diverse: 68°, 100°, 141° o 182°.

Numerose esperienze vennero eseguite su modelli degli alternatori; dalla descrizione di esse, riportata dall'A., appare evidente l'efficacia del metodo per il pronto spegnimento di ogni inizio di incendio negli avvolgimenti.

R. S. N.

## MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

**C. SCHIEBLER — Valutazione della potenza dei motori per gru. (A. E. G. Mitteilungen, dicembre 1926, pag. 448).**

Come è noto, le condizioni di lavoro dei motori per gru e in generale di qualsiasi altro motore a servizio discontinuo sono oltremodo varie.

Per molto tempo la scelta di questi motori fu fatta in base alla potenza che essi potevano rendere rimanendo inseriti ininterrottamente durante 30, 45, 60 o 90 minuti (potenza per servizio limitato) e si tenne conto delle condizioni più o meno gravose di servizio scegliendo un periodo di tempo più o meno lungo (da 30' a 90'). La li-

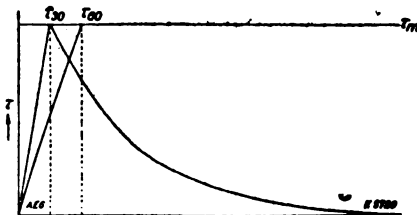


Fig. 1. Curve della temperatura di un motore in servizio limitato.

- $t$  - tempo
- $T$  - temperatura
- $T_m$  - temperatura limite
- $T_{30}$  - curva della temperatura per un'inserzione di 30 minuti
- $T_{60}$  - curva della temperatura per un'inserzione di 60 minuti.

nea  $T_{30}$  della fig. 1 mostra come si riscalda il motore quando sviluppa la potenza indicata per 30'; la linea  $T_{60}$ , quando sviluppa quella indicata per 60'. La figura mostra anche la curva di raffreddamento. Si vede come la temperatura massima ammissibile venga sorpassata in misura notevole prolungando anche di poco il tempo di inserzione e come il raffreddamento completo fino a raggiungere la temperatura iniziale richieda circa sei ore. In pratica però si verifica ben di rado che il motore rimanga inserito 30, 60, 90 minuti ininterrottamente per poi rimanere fermo lungo tempo, e perciò un'indicazione di tal genere non si può certo ritenere né razionale né atta a dare l'idea delle possibilità del motore nel servizio cui è destinato in pratica. Nelle gru ad esempio si hanno continue inserzioni di brevissima durata (talvolta frazioni di minuto) cui succedono pause di riposo generalmente più lunghe, e questo servizio intermittente continua tutto il giorno e talvolta anche giorno e notte.

La linea a zig-zag della fig. 2 mostra come in tal caso la temperatura si avvicina asintoticamente al limite massimo  $T_m$ . Raggiunto lo stato di regime, il calore sviluppato durante ogni nuova inserzione viene ceduto, nella pausa susseguente, dalla superficie del motore

all'aria ambiente. Il V. D. E. (tedesco) ha introdotto nelle sue norme 923 per la valutazione della potenza dei motori a servizio intermittente il concetto di «durata relativa di inserzione» (ED). Con tale espressione si intende il rapporto fra il tempo di inserzione e la durata di un ciclo completo. Nella fig. 2 si ha  $\frac{t_{25}}{T} = 0,25$  cioè

ED = 25 %. La potenza che si può ottenere in tal caso è la «potenza per servizio intermittente» per una «durata relativa di inserzione» del 25 % (più brevemente «potenza intermittente» per 25 % ED). Come durata massima di un ciclo completo furono stabiliti dieci minuti. I valori più opportuni da adottare per le durate relative di inserzione risultarono dalle misure fatte 15 %, 25 %, 40 % (servizio leggero, normale, pesante), ed in base ad essi possono venir stampate le potenze sulle targhette dei motori.

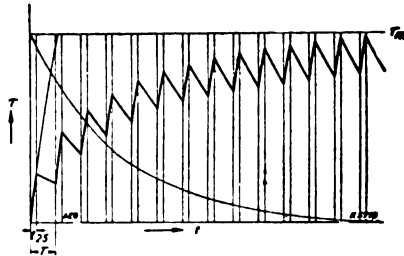


Fig. 2. — Curve della temperatura di un motore in servizio intermittente.

$t$  - tempo  
 $\tau$  - temperatura  
 $\tau_m$  - temperatura limite  
 $t_{25}$  - tempo di inserzione  
 $T$  - durata di un ciclo.

Il confronto critico che segue tra le «potenze per servizio limitato» e le «potenze intermittenti» dei motori per gru A. E. G. vuole appunto dimostrare che solo valutando la potenza in base alla durata relativa di inserzione è possibile progettare, costruire e scegliere il motore in modo razionale ed economico.

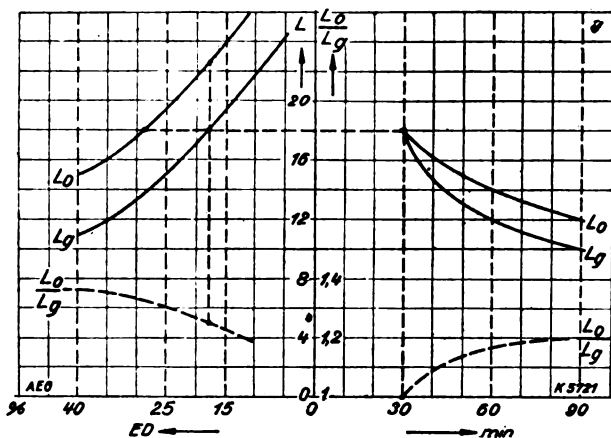


Fig. 3. — Valutazione della potenza di un motore asincrono trifase aperto e chiuso in base alle potenze limitate e intermittenti.

ED - durata relativa di inserzione  
 $L$  - potenza del motore  
 $L_o$  - potenza del motore tipo aperto  
 $L_g$  - potenza del motore tipo chiuso.

Le curve di fig. 3 si riferiscono a un motore trifase da gru, della A. E. G. Nella parte destra le linee continue ( $L_o$  per il tipo aperto,  $L_g$  per quello chiuso) danno le potenze per servizio limitato da 30 a 90 minuti. La linea tratteggiata dà il rapporto  $\frac{L_o}{L_g}$ . Si noti che con un'inserzione di 30 minuti si ha  $L_o = L_g = 18$  kW e solo con un'inserzione più lunga aumenta  $\frac{L_o}{L_g}$ . Se si esaminano le potenze

$L_o$  e  $L_g$  per servizio intermittente si hanno le curve riportate a sinistra nella fig. 5. Si vede come la potenza di 18 kW (cioè la potenza per 30') può essere resa dal motore chiuso per una durata relativa di inserzione del 28 %; cioè il motore aperto la cui potenza è indicata in 18 kW per 30' può rendere in pratica un lavoro superiore del 50 % a quello del motore chiuso la cui potenza è indicata nello stesso modo. Si constata anche come il motore aperto a 18 % ED può rendere 22,5 kW cioè una potenza superiore del 25 % a quella del motore chiuso (a parità di ED). Con una durata relativa di inserzione del 40 % si ha  $\frac{L_o}{L_g} = 1,37$  di fronte a 1,2 nel caso di potenza per 90'.

Dalla fig. 4 si possono rilevare i rapporti tra le potenze per 30, 60, 90 minuti e quelli per una determinata durata relativa di inserzione di alcuni motori trifasi per gru dell'A. E. G. A sinistra sono le curve per motori chiusi; a destra per gli aperti. Sulle ascisse sono

le durate relative di inserzione; sulle ordinate le potenze rese da dieci motori di differente grandezza. Le potenze corrispondenti ai tre valori caratteristici per la durata relativa di inserzione: 15 %, 25 %, 40 % sono date dall'incrocio delle dieci curve delle potenze con le tre

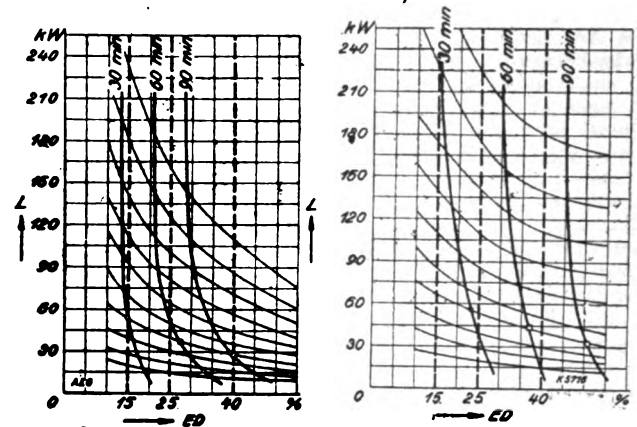


Fig. 4. — Potenze limitate e intermittenti di motori asincroni trifasi tipo DNK aperti e chiusi.

ED - durata relativa di inserzione  
 $L$  - potenza resa.

linee tratteggiate. Le potenze per 30, 60, 90 minuti, dall'incrocio delle stesse dieci curve con le tre linee continue. Dalla figura si rileva il fatto caratteristico che la potenza resa durante un'inserzione di 30, 60, 90 minuti non può essere resa, per una durata relativa di

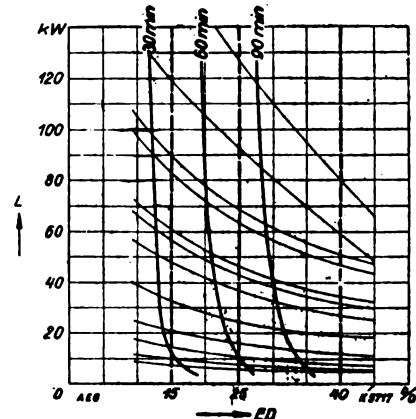


Fig. 5. — Potenze limitate e intermittenti di motori a corrente continua in serie tipo WDH, chiuso, 440 volt.

ED - durata relativa di inserzione  
 $L$  - potenza resa.

inserzione identica per tutti i motori di qualsiasi grandezza siano. Nei piccoli motori la potenza resa per un'inserzione di 30, 60, 90 minuti può essere resa per una durata relativa di inserzione maggiore che non nei grandi. Si riscontra di nuovo come la potenza per 30, 60, 90

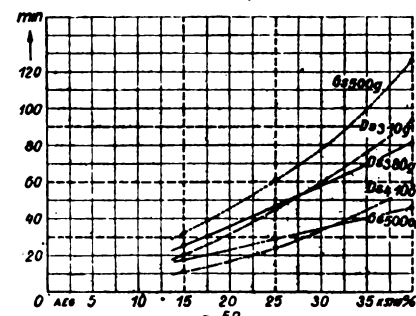


Fig. 6. — Confronto tra potenza intermittente e limitata.

ED - durata relativa di inserzione  
 $G_s$  500 g - corrente continua 500 volt, chiuso  
 $G_s$  500 ov - corrente continua 500 volt, aperto ventilato  
 $D_s$  410 o - corrente trifase 410 volt, aperto  
 $D_s$  380 g - corrente trifase 380 volt, chiuso  
 $D_s$  310 g - corrente trifase 310 volt, chiuso.

minuti può essere resa dai motori aperti per una durata relativa di inserzione maggiore che nei chiusi. Nella fig. 5 sono riportate le stesse curve per motori A. E. G. a corrente continua con eccitazione in serie; dal confronto con la fig. 6 appare che la potenza per un'inserzione di 30, 60, 90 minuti dei motori trifasi può essere resa per

una durata relativa di inserzione maggiore che non nei motori a corrente continua.

Con le curve della fig. 6 si possono confrontare motori a corrente continua e trifasi di costruzione chiusa e aperta e di grandezza presso a poco uguale. Alla potenza per una durata relativa di inserzione del 25 % corrisponde: nel motore trifase chiuso la potenza per 45', in quello trifase aperto, la potenza per 24', in quello a corrente continua chiuso la potenza per 60', in quello a corrente continua aperto la potenza per 30'. Per l'identico servizio reale il motore a corrente continua chiuso deve essere dunque scelto per un tempo limitato più che doppio di quello del motore trifase aperto.

Alla potenza per 45 minuti corrisponde nel motore a corrente continua chiuso la potenza per una durata relativa di inserzione del 20 %, nel motore trifase chiuso quella per 25 % e rispettivamente in quelli aperti la potenza per 40 % e 36 %. Il motore aperto a corrente continua può quindi essere utilizzato, a parità di potenza per minuti, per una durata relativa di inserzione doppia di quella del chiuso.

Da quanto sopra esposto appare chiaramente come sia puro caso se nella scelta e nel progetto in base alle potenze rese per X minuti il motore adottato è quello esatto e perciò il V. D. E. decise di assumere come base la durata relativa di inserzione, con cui non solo si tiene conto meglio delle reali condizioni di servizio, ma si dà anche subito un'idea più chiara delle possibilità di un dato motore in servizio intermittente.

Sarà ad ogni modo bene tener presente come un motore costruito per servizio intermittente non possa essere sfruttato al massimo se si vuole indicare la sua potenza come potenza per servizio limitato. E viceversa.

A. E. G. (\*).

(\*) Questa recensione ci è stata favorita dalla ditta Varini e Ampt.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

C. W. DOETSCH — Il centro radiotelegrafico di "Malabar-Radio", (Telefunken Z., ottobre 1925, Vol. VII, N. 40-41, pag. 14).

Già nell'anteguerra l'isola di Giava, colonia olandese, risentiva il bisogno di una congiunzione radiotelegrafica con la madrepatria; ma la distanza da superare è di 11.500 km, e ciò sorpassava le possibilità tecniche d'allora. Si pensò di usare diverse stazioni intermedie, ma ciò portava con sé ardue complicazioni a causa delle diverse nazionalità dei punti di appoggio, così che si venne infine alla conclusione che soltanto una diretta congiunzione radiotelegrafica avrebbe risolto razionalmente il problema. Il Ministero delle Colonie olandese incaricò la Telefunken della fornitura di una stazione della potenza di Nauen, e ciò dopo aver provato la ricezione di quest'ultima dall'isola di Giava. Contemporaneamente venne pure commessa dall'Amministrazione dei Telegrafi olandese la stazione di Kootwijk, come corrispondente per la stazione transcontinentale di Giava.

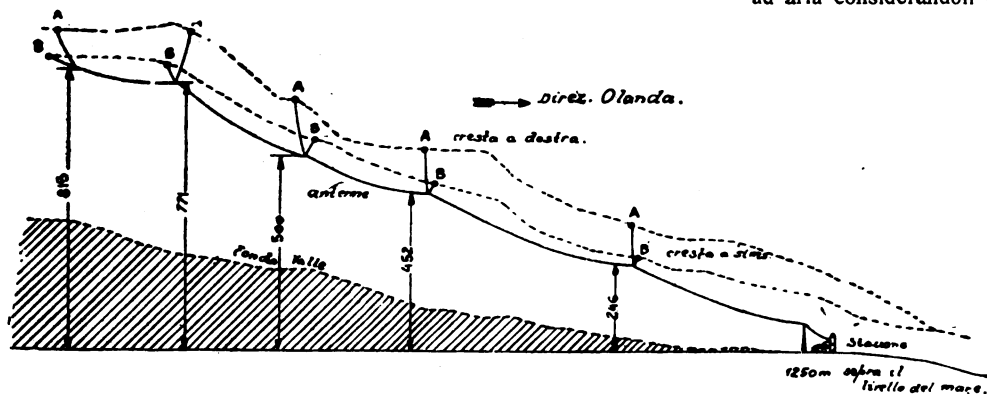


Fig. 1.

Poi, causa le cattive comunicazioni durante la guerra, la colonia fu costretta ad emanciparsi dalla madrepatria e curare da sola i propri interessi.

Il governatorato decise perciò la costruzione di un grande apparato trasmettente ad arco. Si preferì questo tipo perchè tutte le sue parti si potevano costruire nel paese stesso. Il tentativo riuscì e l'arco costituisce tutt'ora una riserva alla stazione trasmettente Telefunken collaudata il 18 luglio 1922. La stazione si trova a Malabar, distante 21 chilometri in linea d'aria da Bandoeng, centro importante dell'isola. Si scelse Malabar per sfruttare le condizioni altimetriche del suolo, le quali permisero l'erezione di un'antenna affatto speciale ed assai interessante. La stazione è situata all'imbocco di una profonda vallata e l'antenna, anzichè essere sorretta da piloni, è appesa a cinque cavi trasversali tesi da una cresta all'altra delle montagne che confinano la valle. La figura 1 dà un'idea del profilo dell'antenna e delle creste dei monti che la sostengono.

L'altezza dei punti di appoggio fa sì che l'estremo isolato dell'antenna sia a circa 480 m dal fondo della valle sottostante e a 800 m

dalla quota della stazione. L'antenna stessa consta di sette cavi di rame della sezione di 35 mm<sup>2</sup> e della lunghezza di 2000 m ciascuno, ha una capacità di 40 m $\mu$ F. I cinque cavi di sostegno sono di acciaio del diametro di 2,5 cm ed hanno una campata di circa 2 km; essi sostengono l'antenna mediante isolatori, che possono sopportare una tensione efficace di esercizio di 160.000 V. Sono ancorati da una parte e provvisti dall'altra di un dispositivo di sicurezza che cede quando sia superato il carico ammissibile delle funi.

La resistenza di terra in questa valle allungata e di terreno roccioso, dove la posa della rete sotterranea fu ostacolata da serie difficoltà, è maggiore di quella di stazioni con presa di terra più favorevole come, per es., Kootwijk. Ad onta del largo impiego di piastre e di filo di rame fu raggiunta una bastevole energia d'irradiazione soltanto per merito della considerevole altezza dell'antenna. La valle è favorevolmente orientata verso l'Olanda.

L'apparato trasmettente Telefunken ad alternatore con moltiplicatori di frequenza, del tipo ormai noto, può trasmettere alle lunghezze d'onda di 20, 15, 10, 7,5 km. Le stazioni di ricezione sono due, distanti circa 15-20 km da Bandoeng, da dove anche tutto il complesso viene comandato in diretta congiunzione con la rete telegrafica dell'isola.

C. Hr.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

C. WETZEL — L'importanza dei freni automatici sulle tramvie urbane ed interurbane per la sicurezza dei passeggeri e dei pedoni. (Schweiz. Bauz., 14 agosto 1926, pag. 113).

I frequenti accidenti, spesso con conseguenze mortali, verificatisi negli ultimi tempi sulle tramvie svizzere e tedesche, hanno richiamato l'attenzione dell'autore sulla dibattuta questione dei freni automatici e cioè se siano preferibili i freni elettrici, i freni ad aria compressa, od i freni a vuoto.

Egli scarta senz'altro i freni a vuoto, per quanto per ragioni del suo servizio abbia con essi molta familiarità, perchè li giudica troppo pesanti ed ingombranti in confronto dei freni ad aria compressa ed anche perchè il vuoto non si presta per il comando degli apparati accessori quali il fischio, le sabbiere, gli sgombera-rotaie, ecc. Il problema si riduce quindi alla scelta fra i freni elettrici ed i freni ad aria compressa, ed i pareri sono tuttavia discordi. E' fuori dubbio che l'ingegnosa elaborazione attraverso la quale è passato il freno elettrico, gli ha conferito un alto grado di perfezione e di maneggevolezza; però anche il freno ad aria si è andato via via perfezionando ed oggi, colla sostituzione dei gruppi moto-compressori alle vecchie pompe ad aria, anche questo freno sta al primo piano della graduatoria.

Secondo l'autore, il problema è impostato erroneamente perchè in luogo di parlare di freno elettrico o freno ad aria, considerandoli cioè come elementi antitetici, si dovrebbe parlare di freno elettrico e freno ad aria considerandoli cioè come complementari l'uno all'altro.

I sistemi di frenatura elettrica sono diversi:

- 1) a contro corrente;
- 2) facendo lavorare i motori come dinamo su resistenze;
- 3) con un solenoide che comanda un dispositivo meccanico di frenatura;
- 4) frenatura sulle rotaie con comando elettromagnetico.

Nei sistemi 2, 3 e 4 la corrente di frenatura viene fornita dai motori funzionanti come generatori a spese della forza viva del treno; al sistema 1 si può muovere l'appunto che la forza motrice e la forza frenante sono ricavate da un'unica sorgente: la corrente di linea, la quale può venire a mancare proprio nel momento del pericolo quando è più urgente la necessità della frenatura.

Nei sistemi di trazione a corrente continua si potrebbe ovviare all'inconveniente introducendo una batteria di accumulatori, ma l'impiego di questi apparecchi, già delicato e costoso in servizio stazionario, non può andare scevro da preoccupazioni se trasportato su veicoli tramviari.

D'altra parte i sistemi 1 e 2 (il primo raramente impiegato, per verità, sulle tramvie urbane) offrono il vantaggio di risparmiare i cerchioni delle ruote e quindi di evitare la polvere e la limatura tanto dannose per l'isolamento dei motori.

Nei sistemi 2, 3 e 4 la frenatura è affidata alla corrente generata dai motori funzionanti da generatori. Questo presuppone che all'atto della frenatura, motori, controller e tutta l'apparecchiatura elettrica, interessata anche nel movimento della vettura, si trovino in perfetto stato di conservazione per poter sviluppare prontamente, specie se in caso di pericolo, la forza frenante occorrente. Ora questa soggezione della frenatura alle condizioni della apparecchiatura non può essere accettata senza preoccupazione perchè un guasto occasionale, tanto più facile quanto più gravoso è il servizio di trazione tramviaria, comprometterebbe tutto il funzionamento del sistema. E' vero però che,

generalmente, anche le vetture tramviarie sono equipaggiate con almeno due motori così che il pericolo di un inconveniente generale riesce diminuito; di più a vantaggio dei sistemi 2 e 4 va notato il risparmio dei cerchioni. Con tutto ciò il freno elettrico non può mai andare disgiunto dal freno a mano perchè esso non servirebbe, ad esempio, per mantenere fermi i veicoli su tratti in pendenza. Esso può considerarsi come freno di sicurezza accanto al freno a mano.

Coi freni ad aria il manovratore, osservando il manometro può subito accertarsi se sia disponibile l'energia per la frenatura, mentre questa possibilità manca coi freni elettrici. Inoltre con questi la forza frenante varia colla velocità del treno e si sviluppa più o meno rapidamente a seconda della manovra di inserzione; in corrispondenza alle velocità più alte, il manovratore deve passare cautamente la manovella da un tasto all'altro per evitare una sollecitazione eccessiva sul motore ed una frenatura troppo repentina. Il sistema richiede quindi dal manovratore una calma ed una presenza di spirito tutt'altro che facili nei momenti di pericolo. Inoltre, pur essendo unica la manovella che regola la marcia e la frenatura, il manovratore deve tenere sempre pronto anche il freno a mano ciò che lo impegna costantemente e completamente ai comandi. Di più, per affrettare la frenatura a mano, si tengono solitamente i ceppi molto accostati alle ruote così che ogni tanto vi strisciano contro determinando una maggiore usura ed un maggiore assorbimento di corrente. Tutto questo non succede coi freni ad aria, nei quali i ceppi, pur tenuti opportunamente staccati dalle ruote, vi aderiscono immediatamente all'atto della frenatura. Il freno ad aria è inoltre indipendente dalle apparecchiature elettriche e dalla velocità del treno, è di manovra facile e pronta e non ha bisogno di essere integrato col freno a mano. L'obiezione che possa incepparsi per congelamento è svalutata da decenni di esperienza ed, in casi speciali, il pericolo può essere evitato con opportuni provvedimenti.

Anche un guasto al compressore ha un'importanza secondaria perchè in un servizio bene ordinato, nessuna vettura dovrebbe lasciare la stazione senza il preventivo controllo del manometro per assicurarsi che il serbatoio dell'aria sia carico, ed in queste condizioni la forza frenante per garantire la sicurezza del treno è sempre disponibile.

Un'importanza speciale acquista il freno ad aria di fronte alla frenatura dei rimorchi. Questi debbono potersi frenare dalla motrice e devono frenarsi automaticamente in caso di rottura del treno. Colla frenatura elettrica, i sistemi 3 e 4 si possono bensì estendere anche ai rimorchi, ma restano inerti qualora questi si stacchino dalla motrice; inoltre la frenatura sulle rotaie, specie se estesa a tutto il treno, determina un rapido logorio delle rotaie stesse e quindi spese onerose di ricambio.

Quest'ultima può essere presa in considerazione soltanto come frenatura di sicurezza ed in questo caso sono ottimi i freni a carburandum introdotti recentemente; è necessario però disporre di una sorgente di energia collocata su ciascun veicolo come è il caso dei freni ad aria.

Per quanto si riferisce alle apparecchiature accessorie, vanno considerate in prima linea le sabbie per le quali l'aria compressa rappresenta un ottimo sistema di comando. Negli avviamenti in salita ed in curva, dove maggiore è lo sforzo richiesto e quindi maggiore la necessità di una buona aderenza, succede che la sabbia, lasciata semplicemente cadere dai serbatoi, cada avanti alle ruote e, talvolta, fuori della stessa rotaia; col comando ad aria compressa la sabbia viene invece spruzzata a incunearsi fra il cerchione e la rotaia raggiungendo le condizioni della massima efficacia.

E di quanta importanza sia una buona sabbatura delle rotaie in molte circostanze, specie sulle discese, non occorre spendere parole per dimostrarlo.

Una questione la cui importanza non può essere trascurata è, infine, quella del lavoro che la frenatura richiede al personale di manovra. Elementi interessanti a questo riguardo si trovano nel volume « Psychotechnik und Taylor system » di K. A. Tramm, edito dallo Springer di Berlino.

A titolo di orientamento si può ritenere che il freno elettrico richiede per l'apprendista un periodo di istruzione tre volte più lungo del freno ad aria; anche la durata dei movimenti per la manovra del freno elettrico sta a quella del freno ad aria spess' a poco nel rapporto da tre a uno.

Al passivo dei freni ad aria si possono mettere il costo e la spesa di manutenzione. A questo riguardo però è opportuno osservare che, mentre il costo di un freno ad aria è facilmente ed esattamente determinabile, non è altrettanto facile stabilire il maggior costo e la maggiore complicazione introdotta nell'equipaggiamento di una tramvia dai freni elettrici, i quali richiedono motori e controller più robusti, un maggior numero di connessioni, batterie di resistenze, ecc., e di più sono causa di guasti più frequenti ai motori.

Pur ammettendo, in linea di massima, che, a parità di tutte le altre condizioni, i costi dei due sistemi si equivalgano, il problema della sicurezza delle persone sta indubbiamente al di sopra, nel caso di tramvie urbane e interurbane, di quello economico e sotto questo aspetto il freno ad aria continua offrire certamente maggiori garanzie del freno elettrico, a meno che non si voglia installare con quest'ultimo una batteria di accumulatori di riserva su ogni vettura.

L'autore arriva quindi alle seguenti conclusioni: se per le tramvie di pianura può essere sufficiente il freno elettrico accoppiato col freno a mano, in tutti gli altri casi si tende ad impiegare l'aria compressa almeno per le sabbie e per il freno di sicurezza. Nelle tramvie di montagna poi, il freno ad aria continuo è adottato quasi universalmente.

g. a. r.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPLICAZIONI TERMICHE.

Un notevole esempio di importante costruzione metallica ottenuta colla saldatura ad arco è costituito dal gasometro recentemente costruito a Melbourne (Australia). La struttura completa pesa 445 tonnellate circa di cui 252 per la campana mobile, 135 per la intelaiatura dei montanti e il rimanente per i servizi accessori. L'opera fu completata in 7 mesi con una maestranza di 28 uomini al massimo. Il gasometro è interamente saldato, senza alcuna chiodatura. Altri gasometri molto importanti furono costruiti a Melbourne collo stesso procedimento negli ultimi anni; fra essi uno di 500 tonnellate e uno da 760 tonnellate. Dal settembre 1925 al luglio 1925 la Metropolitan Gas Co. di Melbourne, ha consumato, per lavori di saldatura inerenti alle proprie installazioni, complessivamente circa 200 chilometri di elettrodi.

### APPLICAZIONI VARIE.

Un dispositivo elettromagnetico per la verifica degli assi delle ruote per veicoli ferroviari è stato recentemente adottato dalle officine Acton, inglesi. Due incastellature di ghisa sono connesse fra loro da una sbarra di collegamento la quale porta un avvolgimento induttore. L'asse viene fatto ruotare su supporti di bronzo, mentre le due incastellature di ghisa sono tenute fortemente aderenti alle due testate. Si chiude così un circuito magnetico che comprende la sbarra di collegamento, le due incastellature e l'asse. Se una fessura, sia pure impercettibile si trova nell'asse, ogni qual volta essa tagli la direzione del flusso generato nell'asse, si forma una differenza di potenziale magnetico ai due bordi della fessura stessa. Se si versa sull'asse una miscela di polvere fine di ferro e paraffina, la polvere di ferro aderisce ai bordi della fessura costituendo una linea nera che rende riconoscibile la fessura stessa. Nelle officine Acton questo metodo di verifica è diventato usuale, e tutti gli assi sono esaminati con questo metodo prima di venire messi in servizio.

### ELETTROFISICA.

Uno studio approfondito sul fenomeno delle scariche atmosferiche e sulle conseguenti sovratensioni indotte nelle linee di trasmissione è contenuto nel Bull. de l'Assoc. Suisse des Elect., settembre 1926.

Assumendo un certo gradiente di tensione, che può arrivare fino a 280.000 V per metro, si può dedurre la rapidità che deve assumere una scarica di una nube temporalesca perchè vengano indotte certe sovratensioni su linee a una data tensione. Apposite formule vengono ricavate le quali permettono di confrontare l'effetto di diversi tipi di scariche atmosferiche e di valutare l'efficienza relativa dei diversi scaricatori in uso.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

Un metodo grafico per la risoluzione di complessi problemi inerenti ai circuiti a correnti alternate è descritto ampiamente nel Journal Am. Inst. Elec. Eng. del novembre 1926. Il metodo si fonda sull'uso della geometria non euclidea e permette, in base a pochi teoremi sulle trasformazioni, di arrivare a risultati soddisfacenti evitando l'uso di formule matematiche molto complesse. Serve opportunamente, ad esempio, per lo studio delle diverse condizioni di funzionamento di un sistema di trasmissione.

\*

Una trattazione matematica delle varie definizioni del  $\cos \varphi$ : rapporto fra la potenza reale e l'apparente; rapporto fra la minima corrente ammissibile per potenza e tensione date e la corrente effettiva; definizione in base alla corrente reattiva, è contenuta nelle « AEG Mitteilungen » del dicembre 1926. L'A. dimostra come anche per sistemi trifasi si possa dare la definizione del  $\cos \varphi$  come rapporto fra la radice quadrata della somma dei quadrati delle minime correnti per una data potenza e una data tensione, e la radice quadrata della somma dei quadrati delle correnti reali.

### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

La mostra permanente della A. E. G. in Berlino nei sotterranei dell'edificio in cui si trovano gli uffici dell'A. E. G. a Berlino, offre una visione generale dell'attuale sviluppo dell'elettrotecnica e dei suoi campi di applicazione. Tale mostra viene continuamente aggiornata onde tener conto delle innovazioni che si verificano. Una grande quantità di apparecchi si possono osservare in funzione, sopra tutto appunto quelli che rappresentano delle novità. Vi si possono vedere piccoli e grandi motori automatici, interruttori, apparecchi di manovra in cassette di ghisa stagne riunite in modo da costituire completi impianti di distribuzione fino a 4500 amp. Sono poi esposti numerosissimi campioni di cavi telegrafici, telefonici e per il trasporto di energia, di conduttori di vario tipo, di isolatori, di apparecchi di illuminazione con un piccolo impianto di réclame luminosa, di apparecchi di riscaldamento. Uno spazio speciale è attualmente riservato agli ap-



parecchi destinati ad uso domestico e alla piccola industria. Si può ammirare così una piccola officina ed un piccolo appartamento ove sono installati gli apparecchi elettrici utilizzabili in questi due campi. Come si vede da questi pochi cenni, la mostra non si limita a raggruppare uno presso l'altro apparecchi e macchine, ma ne mostra anche le applicazioni pratiche; a tal fine sono stati installati anche piccoli gruppi o piccoli impianti completamente montati. Così ad esempio nel reparto industrie tessili e della carta si vedono in funzione rings, telai, calandre, ecc., ad azionamento elettrico e provvisti di tutti gli accessori.

Nel reparto apparecchi di sollevamento e di trasporto si può esaminare praticamente il funzionamento di completi equipaggiamenti per gru. Più avanti, quello di un impianto completo di compressori ad avviamento automatico e di molti altri gruppi ancora.

In un locale separato si è costruito addirittura un piccolo teatro ove si può osservare come si ottengono tutti i vari effetti luminosi necessari sul palcoscenico.

#### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Un nuovo impianto di luce con lampade in serie è stato messo in servizio lo scorso anno a Reggio Emilia. Secondo i dati che desumiamo dalla *Energia Elettrica* del febbraio 1927, l'impianto è alimentato da quattro cabine, contenenti ciascuna tre trasformatori regolatori che alimentano tre circuiti (tutti aerei) con una potenza media di 12 kVA. Non si sono installati trasformatori di corrente secondari (fuorchè per poche serie speciali) e si è scelto perciò il tipo di lampade da 9,6 A. Le cabine sono alimentate con cavi a 6400 V. Vi è la possibilità di alimentare i trasformatori in serie direttamente dal circuito normale di distribuzione di energia qualora si guasti l'anello speciale di alimentazione. I trasformatori autoregolatori furono costruiti dalle Officine Arcioni che hanno pure fornito uno speciale apparecchio di protezione il quale, nel caso di rottura di un filo aereo mette in corto circuito il secondario autoregolatore. Complessivamente si hanno 15 circuiti di lampade per 42 km complessivi. Le lampade sono state generalmente sospese lungo l'asse delle strade. Venne adottato un tipo nuovo di armatura, in due misure: una grande, per le poche lampade da 10.000 lumen (in realtà si usarono poi da 6000 lumen) e uno piccolo per quelle da 6000, 3000, 2000 lumen. I rifrattori sono del tipo Holophane. Si hanno complessivamente 763 lampade; la intensità luminosa varia da 25 lumen/m<sup>2</sup> nelle strade centrali, a 8 lumen/m<sup>2</sup> nelle meno frequentate; in un anno si sono ricambiate 250 lampade.

#### IMPIANTI.

Una Commissione di ingegneri degli Stati Uniti e del Canada sta discutendo sul piano di sistemazione e di sfruttamento idraulico dei Grandi Laghi e del San Lorenzo. I canadesi propongono la costruzione di due impianti idroelettrici in serie, uno a valle dell'altro, prevedendo di ottenere circa 2.000.000 di kW; con una spesa di 309 milioni di dollari. I tecnici degli Stati Uniti propendono invece per un'altra soluzione sfruttando le acque su un solo salto per ricavare la stessa potenza con una spesa di 290 milioni di dollari. Entrambe le soluzioni contemplano poi una ulteriore spesa di 168 milioni di dollari per migliorare la navigabilità del San Lorenzo. Riassumendo complessivamente tutte le opere previste fra i Grandi Laghi e Montreal, si arriverebbe secondo il Canada ad una spesa totale di 583 milioni di dollari, mentre secondo gli Stati Uniti la spesa potrebbe essere contenuta entro i limiti di 553 milioni di dollari.

#### MATERIALI.

La produzione di platino nella Russia ha subito una crisi negli ultimi anni. La produzione, che, come è noto, è localizzata quasi interamente negli Urali, era stata di circa 4500 chilogrammi nel 1913. Durante la guerra, nel 1917 si scese a 3800 chilogrammi; nel 1918 a 1200 chili. Dopo la guerra le cose peggiorarono ancora: nel 1920 si estrassero soltanto 300 chilogrammi di platino. Dal 1922 in poi la produzione ha ripreso ad aumentare: in quell'anno si ottennero circa 580 chilogrammi di metallo; nel 1923 si arrivò a 900 chilogrammi e nel 1924 si superò la tonnellata. Oggi la produzione è in continuo aumento. Il metodo ancor oggi usato di preferenza è quello antico del lavaggio e della separazione per deposito. Nel 1923 vi erano 23 stabilimenti di lavaggio. Recentemente gli Americani hanno ottenuto la concessione per cinque impianti di lavaggio.

#### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un metodo colorimetrico per il saggio degli olii per trasformatori è descritto nel « ETZ » del 4 novembre 1926. Esso è una semplificazione del metodo al perossido previsto dalle Norme del V D E. Il nuovo metodo modificato permette di raggiungere risultati soddisfacenti in tempo breve, (circa due ore) senza ricorrere a pesate. Si è osservato che l'estratto dell'olio al benzolo che si ottiene nel metodo al perossido, ha una tinta giallastra la cui intensità dipende dalla quantità di prodotti catramosi contenuti nell'olio in prova. Si può quindi misurare in un colorimetro il colore di una certa colonna dell'olio trattato col benzolo confrontandolo con una colonna di benzolo puro coll'aiuto di una serie di schermi colorati trasparenti. Un apposito apparecchio è stato costruito per rendere possibile la visione binoculare e quindi rendere più facili e precise le determinazioni.

#### MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il legno come combustibile per gli impianti termoelettrici è usato su larga scala in alcuni Stati dell'America del Nord, particolarmente ricchi di foreste. Nello Stato di Oregon, durante il solo mese di giugno 1926 furono prodotti 18.644.000 kWh, esclusivamente bruciando legno, mentre se ne produssero 33.000 con altri combustibili e 47.850.000 con forze idrauliche. Anche nello Stato di Washington si consuma molto legno: nel mese predetto si produssero con tale combustibile 2.581.000 kWh. Complessivamente negli Stati Uniti, ben 25.551.000 kWh furono prodotti in un solo mese col combustibile legno.

✱

Una turbina che funziona con vapore a 84 atmosfere è stata messa recentemente in servizio in America, dalla Milwaukee Electric Railway and Light Co. La potenza della macchina è di 7000 kW; il vapore è surriscaldato a 380°. La turbina scarica a una contropressione di 22 atmosfere in una tubazione di vapore che alimenta un gruppo di altre turbine a vapore da 30.000 kW, coll'ausilio di opportune batterie di caldaie. Un'altra turbina pure a 84 atmosfere, ma di soli 3000 kW è in funzione nella centrale di Edgar della Edison Elec. Illum. Co. di Boston. Entrambe furono costruite dalla Gen. Elec. Co.

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Esperienze di funzionamento con neutro a terra sono state eseguite dalla Soc. Elettr. Interregionale Cisalpina secondo quanto è riportato dalla *Energia Elettrica* del febbraio 1927. Il circuito in prova era la linea a 120.000 V Brughiero-Reggio Emilia, costituita da una terna di conduttori di rame da 109 mm<sup>2</sup> disposti ai vertici di un triangolo di m 5,30 di lato, con filo di guardia. Si trattava di giudicare della influenza prodotta su alcune linee telegrafiche e telefoniche di Stato adiacenti alla linea in prova, quando la linea stessa era alimentata a Brughiero mediante tre trasformatori monofasi a triangolo-stella, con una fase della conduttura messa a terra a Reggio.

Misurate le resistenze ohmiche delle linee telegrafiche e telefoniche, venivano poi, durante le prove, rilevate, con milliamperometri per correnti alternate, le correnti indotte nei corti circuiti in diverse condizioni di carico e se ne deducevano le tensioni indotte.

In funzionamento normale con neutri a terra, con 3000 kW da Reggio a Brughiero, corrente al neutro 100 a 120 milliampere e onda di corrente irregolarissima, non si riscontrarono variazioni notevoli nelle tensioni indotte in confronto a quelle preesistenti alla messa in tensione della linea e dovute ad altre reti.

Con una fase a terra a Reggio e neutro a terra a Brughiero, correnti di terra 50 A, onda di corrente sinusoidale, le tensioni indotte furono dell'ordine di 40 V nel circuito telegrafico Brughiero-Reggio (160 km di cui 81 adiacenti; resistenza 1240 ohm).

In seguito a tali risultati fu autorizzato il funzionamento con neutro a terra che dura dal 15 agosto 1925 senza che si sia verificato alcun inconveniente.

Anche nella occasione fortuitamente avvenuta della messa a terra di una fase con scatto degli interruttori da 136 A, l'unico fenomeno riscontrato fu lo scatto di un relais da 125 V su una linea telefonica.

La linea ha funzionato sempre perfettamente senza che vi sia alcuna altra protezione fuorchè la messa a terra dei neutri.

### :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

C. GUTTON. — *Radiotechnique générale* — Un volume di 572 pagine con 304 figure, indice alfabetico, formato 15×22. - Editore J. B. Baillière - Paris, 1926 (senza indicazione di prezzo).

L'A., professore nell'Università di Nancy, già noto per altri suoi pregevoli lavori nel campo della radiotecnica e specialmente in quello dei tubi elettronici, ha affrontato il difficile compito di riunire e di ordinare in un solo volume la vasta materia riguardante la radiotelegrafia e la radiotelegrafia secondo i concetti più moderni. Egli ha diviso l'argomento in 18 capitoli e li ha sviluppati nella successione che si potrebbe chiamare classica, perchè più generalmente usata fin dai primi trattati del genere.

Si comincia con i generatori di oscillazioni e, dopo un primo capitolo che richiama la teoria della scarica periodica del condensatore, si descrivono e si studiano i circuiti delle stazioni a scintilla o ad onde smorzate, e se ne illustra il funzionamento. Si passa poi al generatore o convertitore ad arco ed agli alternatori ad alta frequenza, accennando anche ai moltiplicatori magnetici di frequenza. Segue un capitolo destinato al triodo, alle sue proprietà e alle sue caratteristiche ed un altro, in cui si tratta del funzionamento del triodo come generatore di oscillazioni e si riportano le condizioni analitiche a ciò necessarie, tenendo anche conto dei concetti moderni sul regime ad elevato rendimento. Segue ancora un capitolo relativo ai circuiti accoppiati ed ai fenomeni di risonanza, in cui è studiato fra l'altro il così detto fenomeno di trascinamento, che si verifica nel caso dei generatori asincroni (arco e triodo) inseriti su circuiti oscillatori multipli.

Col capitolo VIII l'A comincia a trattare dei fenomeni di propagazione, e precisamente di quelli lungo i conduttori, e descrive le antenne, i loro modi di vibrazione, le loro forme costruttive. Passa poi alla radiazione delle onde, con un richiamo della teoria del Maxwell e con accenni alle formule di propagazione, e successivamente tratta della resistenza dei conduttori per correnti ad alta frequenza e dei vari sistemi di presa di terra. Questo gruppo di argomenti è chiuso da una serie di schemi, brevemente illustrati dal testo, relativi a vari tipi di radiostazioni trasmettenti.

Segue un altro gruppo di capitoli, a partire dal XII, che trattano della riorricezione, ossia dei concetti generali sull'azione rivelatrice-raddrizzatrice e dei dispositivi che la realizzano, della selettività, dell'eterodina, dell'uso del triodo come rivelatore e come amplificatore, ad alta e a bassa frequenza, a risonanza od aperiodico, in super-reazione, in super-eterodina, ecc. Anche qui vengono poi descritti alcuni esempi di apparati completi di ricezione, scelti fra i più moderni e più usati.

Il capitolo XVI è dedicato alla ricezione su telaio ed alla radiogoniometria e il XVII alla radiotelegrafia, riguardo alla quale sono specialmente illustrati i processi di modulazione e di filtrazione. L'ultimo capitolo (XVIII) contiene un accenno ad alcune misure della radiotecnica e specialmente a quelle di frequenza (o di lunghezza d'onda), che si effettuano col cymometro.

Data la mole relativamente limitata del libro, è facile rilevare in esso l'assenza o l'insufficiente svolgimento di alcune questioni, che parrebbero meritare anche relativamente agli altri argomenti trattati, un po' più di posto. Tali sono ad es. la tecnica delle onde corte nei suoi vari aspetti, i fenomeni di propagazione, lo studio dei disturbi atmosferici e così via. Così pure è spiacevole rilevare anche in questo libro una menda, che fa torto, a nostro giudizio, a molti libri stranieri e specialmente francesi. Essa consiste in ciò, che nelle indicazioni bibliografiche, aggiunte a ciascun capitolo, l'A. ignora in modo evidentemente intenzionale tutti o quasi tutti i contributi scientifici e tecnici di origine estera.

Ma queste osservazioni non riguardano che aspetti particolari e non tolgono affatto che il libro del Gutton, per la serietà del contenuto, per la chiarezza dell'esposizione, per il rigore dei procedimenti, per l'accuratezza dell'edizione e per la ricchezza delle informazioni sia da considerarsi come uno dei migliori del genere e dei più moderni e raccomandabili.

\*

G. DE MARCHI. — *La produzione di energia elettrica in Italia nel 1925.* (Pubblicazione del Servizio Idrografico dello Stato) - Roma - Tip. del Senato, 1926 — Prezzo L. 8.

La bella pubblicazione statistica che il Prof. Giulio De Marchi, Direttore del Reparto Idrografico della III<sup>a</sup> Sezione del Consiglio Superiore dei LL. PP., va da parecchi anni compilando intorno alla produzione dell'energia elettrica in Italia, ha assunto quest'anno una particolare importanza. Le notizie statistiche si sono fatte non solo più complete ma anche più interessanti.

E' infatti questa la prima volta che si può disporre di dati complessivi attendibili su quegli elementi che meglio di ogni altro valgono a dare una idea ben chiara e fondata sulla situazione delle industrie elettriche e sull'andamento dell'esercizio degli impianti. Intendiamo alludere ai diagrammi dei massimi carichi in relazione alle potenze installate, all'impiego della energia generata e alla funzione specifica delle centrali termiche. Altri elementi molto interessanti sono contenuti nella Relazione, come quello del consumo di combustibili negli impianti termoelettrici, il funzionamento delle riserve idrauliche, ecc.

La statistica si riferisce complessivamente a una potenza installata di 2.392,60 kW, mentre nella precedente Relazione avevano potuto essere presi in considerazione soltanto 1.904.223 kW. La potenza idraulica installata negli impianti italiani è valutata complessivamente a circa 3.000.000 di kW.

La Relazione del Prof. De Marchi è arricchita da una grande quantità di tabelle numeriche e di diagrammi che permettono di apprezzare rapidamente i risultati della accurata e laboriosa indagine compiuta dall'A. Essa costituisce indubbiamente il documento più completo e più attendibile di cui si possa disporre, sulla situazione dell'industria della produzione di energia elettrica in Italia.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### VERBALE DEL CONSIGLIO GENERALE 26 febbraio 1927

#### Ordine del Giorno:

1. Comunicazioni del Presidente.
2. Onoranze a Volta.
3. XXXII Riunione annuale - Sede - Epoca - Temi - Gite.
4. Costituzione della Deputazione per la Storia dell'Elettricità.
5. Partecipazione dell'A.E.I. alla riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale.
6. Rinnovazione del Comitato Elettrotecnico Italiano.
7. Regolamento per la compilazione, approvazione e pubblicazione delle Norme dell'A.E.I.
8. a) Approvazione delle Norme Macchine, delle Norme Isolatori e delle Norme Olii.  
b) Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampade elettriche (Norme predisposte dal Comitato Nazionale Illuminazione).
9. Attività delle Sezioni.
10. Distintivo sociale e tessere.
11. Bilancio consuntivo 1926 e previsione di assestamento 1927.
12. Consolidamento contributi sociali.
13. Propaganda per l'aumento dei Soci Vitalizi e Perpetui.
14. Partecipazione ad iniziativa di carattere internazionale.
15. Eventuali e varie.

La seduta è indetta per le ore 10.

Sono presenti, come a firma del Registro i seguenti Consiglieri: Vallauri G. C. - Bordoni - Selmo - Sartori - Comboni - Vismara A. - Barbagelata - Grassi - Lombardi - Ferraris - Alloisio - Rimini - Lucini - Righi - Romagnoli - Silva - Martinez - Gonzales - Rossi L. V. - Queirolo - Baduel - Coppadoro - Gasparini - Liguori - Montanari - Emanueli - Allocchio - Biffi - Bonomi G. - Bovone - Crespi - Damiani - Ferrerio - Lado - Locatelli - Massarelli - Perego - Ratti - Rebora - Rossi F. - Semenza M. - Vannotti - Motti - Del Buono - Faranda - Urbinati - Peretti - Silva S. - Arigo - Morelli - Palestino - Paschetto - Bongiovanni - Lori - Goldbacher.

Si sono scusati i seguenti:

Pugno Vanoni - Semenza G. - Giandotti - Fusco - Piazzoli - Vallauri R. - Salvini - Carcano - Catenacci - Ganassini - Gasparoni - Cangia - Gambardella - Maffezzoli - Passeri - Lutz - Parmeggiani - Pitter - Mondolfi - Salvadori.

Presiede il Presidente Vallauri coi Vice Presidenti Selmo, Bordoni e Sartori. Segretario: Segretario Generale Comboni.

Il Presidente Vallauri apre la seduta alle 10,15.

#### 1. — Comunicazioni del Presidente.

Il Presidente Vallauri, ringraziati vivamente i colleghi per l'unanime consenso dato alla sua nomina, comunica i nomi dei consiglieri che hanno scusato la loro assenza dalla riunione. Ricorda quindi i nomi dei soci dell'A. E. I. defunti nel periodo trascorso dall'ultimo Congresso Generale:

Sabatini Giuseppe, Giacobbe Enrico (Sez. di Bologna); Santarelli ing. Giorgio, Corsini dei Principi ing. Ernesto, Benedetti Enrico (Sez. di Firenze); Marchi ing. Mario (Sez. di Livorno); Scilling ing. Alfonso (Sez. di Milano); Todaro ing. Agostino (Sez. di Palermo); Sismondo ing. Oscar (Sez. di Roma); Personalì ing. comm. Francesco, Gallo ing. Biagio, Morra ing. Carlo, Zublena Giovanni (Sez. di Torino).

Invia alle famiglie le condoglianze vivissime del Consiglio mentre i presenti si alzano in segno di mesta ricordanza.

Martinez: Con elevate parole commemora il collega ing. Santarelli, cui era legato da viva amicizia.

Vallauri: Rileva il continuo sviluppo di tutte le manifestazioni dell'attività dell'A. E. I. e il costante miglioramento delle pubblicazioni del Sodalizio la cui diffusione è in continua ascesa. Propone la soppressione del concorso per il «Manuale operai», dato che non si sono mai presentati concorrenti per il relativo premio.

Il Consiglio approva.

Il Presidente fa quindi presente l'opportunità che in un tempo più o meno lontano la nostra Associazione si occupi di questioni che riguardano da vicino la didattica e le scienze elettrotecniche, come potrebbero essere ad esempio: l'esame di Stato per l'ingegneria e la istituzione di un laboratorio nazionale di ricerche e tarature.

Per il Premio Bianchi ricorda che l'apposita Commissione dovrà assegnarlo, entro il corrente anno, prendendo in esame i lavori dovuti a Soci dell'A.E.I. che non abbiano superato i trent'anni di età.

Fa noto inoltre che è imminente la sistemazione dell'Ufficio Centrale dell'A.E.I. in apposita sede.

## 2. — Onoranze a Volta.

Vallauri: Alle manifestazioni Voltiane l'A.E.I. partecipa in vari modi. Il più espressivo omaggio che l'Associazione tributa alla memoria del Sommo Fisico è la pubblicazione del Volume « L'Opera di A. Volta », la cui compilazione, affidata al prof. Massardi, che cura anche l'Edizione Nazionale, riuscirà certamente in tutto degna della importanza della manifestazione.

L'A.E.I. partecipa inoltre all'organizzazione della Sezione Elettrotecnica dell'Esposizione Voltiana.

Si preparano pure in Como diversi Congressi e Riunioni.

1° La Riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale, presieduta dall'ing. G. Semenza.

2° Il Congresso Mondiale di Fisica, presieduto dal prof. Majorana.

Questi due Congressi terranno una seduta solenne per la commemorazione mondiale di Volta, l'8 Settembre, nel Salone di Villa Olmo.

Altri Congressi saranno poi quelli di Telegrafia, Telefonia, Meteorologia, Storia delle Scienze.

L'A. E. I. terrà inoltre a Como la sua XXXII Riunione annuale.

## 3. — XXXII Riunione annuale.

Il programma di massima della riunione salvo eventuali spostamenti, è il seguente:

Mercoledì 5 Settembre - Consiglio Generale - Inizio delle iscrizioni.

Giovedì 6 Settembre - Mattino ore 10: seduta inaugurale a Villa Olmo. - Pel discorso inaugurale è già assicurato il prezioso assenso del senatore prof. Corbino. Questi tratterà, in onore del Volta, di un capitolo della fisica moderna.

Nel pomeriggio si inizieranno i lavori del Congresso, che si svolgeranno intorno ai due temi seguenti:

1° TEMA - Comunicazioni elettriche.

2° TEMA - Isolamento delle linee.

Venerdì 7 Settembre - Mattino: continuazione delle discussioni. Pomeriggio: Visita a centrali vicine o a stabilimenti industriali, come setifici, cartiere, ecc.

Sabato 8 Settembre - Mattino e pomeriggio: discussione. - Sera: Pranzo sociale.

Domenica 9 Settembre - Mattino: Assemblea generale - Pomeriggio: Libero.

Lunedì 10 Settembre - Gita al grande impianto di Mese, per la quale l'On. Motta ha offerto gentile ospitalità sia sul piroscalo, sia alla centrale.

Riguardo alle modalità del Congresso si seguiranno i procedimenti soliti, quota d'iscrizione, quota speciale per chi desidera i rendiconti, ed in più le quote eventuali per i trasporti, ecc.

Per quanto riguarda i relatori per i vari temi, il Presidente comunica le preziose e autorevoli adesioni già raccolte ed accenna alle altre, che non dubita di poter ottenere. Esprime la fiducia che i numerosissimi soci, particolarmente competenti nell'uno o nell'altra delle questioni messe all'ordine del giorno della Riunione, vorranno prendere l'iniziativa di apprestare contributi alla discussione e tener presente che tali contributi debbono essere inviati al più presto per la pubblicazione preventiva nel giornale dell'A.E.I.

## 4. — Costituzione della Deputazione per la storia dell'elettricità.

Il Presidente, su proposta del prof. Lori, sottopone al Consiglio la creazione di una Deputazione per la storia dell'elettricità. Compiti di questa istituzione dovrebbero essere: la ricerca e la divulgazione di importanti documenti tecnici giacenti dimenticati nelle nostre biblioteche.

Il Consiglio approva e viene senz'altro costituito un primo nucleo di questa deputazione con a capo il prof. Lori e della quale faranno parte i consoci: prof. Guido Grassi, prof. Lorenzo Ferraris, prof. Alessandro Amerio, prof. Giuseppe Revessi, prof. Letterio Labocetta, prof. Francesco Grassi.

## 5. — Partecipazione dell'A. E. I. alla Riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il Presidente, riprendendo quanto prima accennato, ricorda che al Consiglio Generale di Brescia fu deciso un concorso di L. 30.000 da parte dell'A.E.I. alle spese per la Riunione Internazionale. Ricorda altresì che per far fronte a queste ed alle altre spese inerenti alla celebrazione voltiana, fu deliberato l'aumento straordinario delle quote sociali per il 1927.

Il programma completo della manifestazione si sta definendo.

## 6. — Rinnovazione del Comitato Elettrotecnico Italiano.

Dato che col finire del triennio presidenziale scadono per Statuto i membri del C.E.I., il Presidente propone all'approvazione del Consiglio la nuova lista.

Non ha mancato di fare invito alla UNIEL e alla FENAGRIEL perchè volessero proporre altri nomi; ha avuto cortesie risposte, pur senza indicazioni nominative.

Il Consiglio approva la lista proposta <sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Vedansi più avanti le notizie relative al Comitato Elettrotecnico Italiano. (N. d. R.).

## 7. — Regolamento per la compilazione, approvazione e pubblicazione delle Norme dell'A. E. I.

Su proposta del Presidente il Consiglio approva il Regolamento, che risulta pubblicato nel Giornale « L'Elettrotecnica », N. 7 del 5 Marzo 1927.

### 8 a) — Approvazione delle Norme.

Il Presidente pone in discussione l'approvazione delle Norme.

Barbagelata: Ricorda la procedura abbreviata votata nella riunione di Brescia.

Non tutte le Norme si sono potute rivedere completamente all'infuori di quelle per le Macchine, le quali dovrebbero essere definitive, alle altre invece bisogna mantenere il carattere di provvisorietà e considerarle sotto revisione in attesa delle deliberazioni che saranno prese a Como e per le quali potrà essere seguito il nuovo Regolamento.

Si apre la discussione, alla quale partecipano: Rossi L. V., Lombardi, Gonzales, Motti, Ferrerio, Grassi, Del Buono, Bovone. In definitiva, su proposta Lombardi, il Consiglio approva la pubblicazione provvisoria della nuova edizione, in attesa delle deliberazioni della C.E.I.

E' fatto però appello a tutti gli interessati affinché prendano parte attiva alla revisione e mandino per tempo le proprie osservazioni.

### 8 b) — Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampadine elettriche.

Su proposta del Presidente il Consiglio approva di pubblicare insieme alle norme del C.E.I. quelle per la fornitura ed il collaudo delle lampadine elettriche, compilate dal Comitato Nazionale Italiano per la Illuminazione e il Riscaldamento, presieduto dal prof. Bordoni.

Martinez: Raccomanda di far pratiche perchè anche le Compagnie di Navigazione e gli Armatori adottino le Norme di Bordo dell'A.E.I. e non le estere. Vorrebbe anche aggiunto un capitolo speciale per il materiale di bordo per i sommergibili.

Si apre la discussione su tale argomento e vi partecipano Rossi L. V., Rebora, Semenza M.; infine su proposta Semenza viene deciso di portare la questione alla Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Martinez: Formula e presenta il seguente Ordine del Giorno:

« Tenuto conto della relazione presentata sull'attività della Commissione per le Norme di Bordo, il Consiglio Generale dell'A.E.I. fa voto che mediante accordi, sia pure di carattere internazionale, le norme dell'A.E.I. possano sole essere prescritte dagli armatori italiani e valere anche agli effetti della iscrizione delle nostre navi in Registri esteri, e delibera di trasmettere questo voto al Comitato Elettrotecnico Italiano, invitandolo a sottoporre la questione alla Commissione Internazionale ».

Il Consiglio Generale approva all'unanimità.

## 9. — Attività delle Sezioni.

Dato che lo sviluppo dell'Associazione Elettrotecnica Italiana dipende in massima parte dall'attività delle Sezioni, il Presidente Generale, dopo aver riassunto ed esemplificato le varie manifestazioni che tale attività può utilmente assumere, rivolge una calda raccomandazione ai Presidenti di Sezione affinché svolgano opera attiva ed efficace per portare tutti i gruppi del nostro Sodalizio all'alto livello di vitalità e di floridezza che alcune Sezioni hanno saputo raggiungere.

## 10. — Distintivo sociale e tessera.

Viene fatto circolare tra i presenti il modello di un nuovo distintivo sociale e un nuovo tipo di tessera. Si apre la discussione cui partecipano: Lombardi, Semenza M., Grassi, Goldbacher, Del Buono, Sartori. In definitiva, su proposta del Presidente, il Consiglio approva che:

Il distintivo per tutti i soci sarà a semplice bottone con i simboli dell'A.E.I.

La tessera sarà del solito modello in cartoncino con la sigla dell'A.E.I. e le solite caratteristiche.

La seduta antimeridiana è tolta alle ore 12,15.

I Consiglieri sono convocati per il pomeriggio alle 14,30.

\*

Il Presidente Vallauri apre la seduta alle 14,30.

## 11. — Bilanci.

Su proposta del Presidente il Consiglio approva il bilancio Consuntivo 1926, e il Preventivo 1927 da presentare all'Assemblea in occasione della Riunione annuale, insieme col Preventivo 1928.

## 12. — Consolidamento tributo sociale.

Vallauri: Desidera porre subito la questione dei tributi in modo ben chiaro e preciso per l'avvenire o almeno per il triennio della sua presidenza.

Un aumento è ritenuto logico se si fanno confronti coll'ante guerra. Si deve tuttavia tener conto di molte circostanze che sugge-

riscono la più rigida economia al fine di mantenere i contributi nel limite più ristretto possibile. Fatte le debite proporzioni e considerato quanto l'A.E.I. dà a ciascun socio, si ritiene indispensabile stabilire una quota di L. 50 a favore della Sede Centrale per i soci individuali ed una quota di L. 150 per i soci collettivi, lasciando ad ogni Sezione, come di diritto, di fissare la parte di contributo ad essa dovuto. Il Presidente propone formalmente di sottoporre ai Soci il consolidamento dei contributi alla Sede Centrale, a partire dal 1928, nelle cifre indicate.

Il Consiglio approva.

### 13. — Propaganda per Soci Vitalizi e Perpetui.

Il Presidente fa viva raccomandazione ai presenti e, per mezzo loro, agli assenti, a che sia fatta una propaganda efficace per l'iscrizione a soci vitalizi. E' questa la prova più tangibile che si possa dare dell'attaccamento all'A.E.I. ed è al contempo la migliore dimostrazione della vitalità dell'Associazione. Ha già l'assicurazione di parecchie adesioni significative.

Martinez: Fa notare come sarebbe più facile l'iscrizione a soci vitalizi qualora fosse possibile il versamento dell'importo di L. 2000 in quattro rate annuali di Lire 500.

Vallauri: Pur ritenendo giusta l'osservazione fa notare come l'argomento sia più di competenza delle singole Sezioni che della Sede Centrale.

### 14. — Partecipazione ad iniziative di carattere internazionale.

Il Consiglio in seguito agli schiarimenti del Presidente sui noti inconvenienti dell'eccessivo numero di iniziative internazionali, approva il seguente ordine del giorno:

« Il Consiglio Generale dell'A.E.I., riconosciuto che i programmi della « Conference Internationale des Grands Reseaux » della « World Power Conference », della « Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique », hanno fra loro parecchi punti di contatto e che l'esistenza di questi vari Enti e delle periodiche riunioni da essi indette, dà luogo ad una continua e poco profittevole ripetizione del lavoro organizzativo necessario per ogni singola partecipazione, fa voto che si addivenga all'unificazione dei vari organismi internazionali, che si occupano delle applicazioni dell'elettrotecnica, od almeno al coordinamento della loro attività, e che tale opera di unificazione o di coordinamento sia affidata alla Commissione Elettrotecnica Internazionale ».

Su proposta del Presidente il Consiglio approva intanto, che a rappresentanti ufficiali dell'A.E.I. alla Conference des Grands Reseaux per la sessione del prossimo giugno a Parigi, siano delegati i Consoci:

Ulisse Del Buono, quale primo delegato, Elvio Soleri e Angelo Barbagelata.

### 15. — Eventuali.

Su proposta del Presidente il Consiglio approva la soppressione della Commissione di Radiotelegrafia e questo allo scopo di non creare sovrapposizioni col Comitato Nazionale di Radiotelegrafia Scientifica presieduto dal prof. Corbino.

Il Presidente passa quindi ad un argomento particolare che tocca sia il Presidente Generale dell'A.E.I. sia il Vice Presidente Generale Prof. Bordoni, i quali chiedono al Consiglio se debbono continuare nelle loro mansioni di Redattori. Nel caso che il Consiglio sia per l'affermativa, fa osservare come l'art. 23 del Regolamento preveda che in caso di eventuale disaccordo fra la Redazione dell'« Elettrotecnica » e l'Autore di una memoria circa la pubblicazione della memoria stessa, la decisione della vertenza sia rimessa al Presidente Generale. Se il Presidente Generale fa parte, come ora, della redazione, il giudizio non può ovviamente più essere a lui deferito. Pertanto occorrerebbe designare fin d'ora un Comitato di tre Consoci autorevoli a cui deferire durante l'attuale triennio presidenziale, queste eventuali questioni.

Il Consiglio invita i proff. Vallauri e Bordoni a continuare nella loro opera per il giornale e nomina il Comitato proposto dal Presidente chiamando a farne parte il prof. Guido Grassi, il prof. Luigi Lombardi, ed il prof. Ferdinando Lori.

L'ing. Palestino si fa interprete dei voti di un gruppo di Soci della Sezione di Torino, i quali desidererebbero che l'« Elettrotecnica » facesse più larga parte ad articoli di contenuto non esclusivamente scientifico così da divenire più accessibile a tutti i soci, e che si desse maggiore incremento alla parte informativa.

Goldbacher: Si associa al desiderio del gruppo torinese e raccomanda che siano maggiormente sviluppate le ottime note di redazione con cui vengono presentati ed illustrati gli articoli più interessanti.

Il Presidente ringrazia a nome della redazione dei suggerimenti esposti, assicura che di essi non si mancherà di tener conto come di ogni altra manifestazione di interessamento al periodico dell'A.E.I., che tutti desiderano conservi ed accresca sempre più la sua autorità e la sua diffusione in Italia e all'estero. Ringrazia i Colleghi del Consiglio e toglie la seduta.

## COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

A seguito delle nuove nomine approvate dal Consiglio Generale dell'A.E.I., furono indette le elezioni per referendum fra i membri del Comitato. Fu riconfermata in carica la Presidenza Lombardi. Diamo qui pertanto la composizione attuale, completa del C. E. I. con la costituzione dei vari Sottocomitati.

### PRESIDENZA.

Lombardi prof. Luigi, *Presidente* — Del Buono Ing. Comm. Ulisse, *Vice Presidente* — Grassi Prof. C., *Vice Presidente* — Vallauri Prof. G., *Vice Presidente* — Barbagelata Prof. Ing. A., *Segretario*.

### DELEGATI DAI MINISTRI E DAGLI ENTI PUBBLICI.

Bardeloni Ing. Ten. Col. Cesare (Ministero Guerra) — Barducci Comm. Ing. Federico (Ministero Lavori Pubblici) — Bianchi Ing. Cav. Uff. Giuseppe (Ferrovie Stato) — Ceradini Ing. Emilio (Ministero della Marina) — Di Pirro Comm. Prof. Giovanni (Ministero delle Comunicazioni) — Montù Ing. Prof. Carlo (Ministero dell'Economia Nazionale).

### DELEGATI DALL'A.E.I.

Alessandri Ing. Eugenio — Anastasi Ing. Anastasio — Ascoli Ing. Mario — Bianchi Ing. Giuseppe — Bordoni Ing. Ugo — Bosone Ing. Luigi — Campos Ing. Gino — Cantù Ing. Alberto — Carlini Ing. Umberto — Catenacci Ing. Gino — Cehovin Ing. Giovanni — Cenzato Ing. Giuseppe — Civita Ing. Domenico — Clerici Ing. Carlo — Colombo Ing. Vitaliano — Correggiari Ing. Francesco — Cuccoli Ing. Giovanni — Dalla Verde Ing. Agostino — De Marchi Ing. Giulio — D'Henry Ing. Cesare — Dina Ing. Alberto — Emanueli Ing. Luigi — Fachini Prof. Stefano — Fano Ing. Guido — Ferraris Ing. Lorenzo — Ferrerio Ing. Piero — Ferretti Ing. Ernesto — Forti Ing. Angelo — Furlanelli Ing. Lorenzo — Ganassini Ing. Gaetano — Garibaldi Ing. Cesare — Guastalla Ing. Guido — Jacobini Ing. Oreste — Lori Ing. Ferdinando — Manfredi Ing. Francesco — Martinez Ing. Giulio — Massarelli Ing. Francesco — Micchiardi Ing. Bernardo — Morelli Ing. Ettore — Motti Ing. Francesco — Neri Ing. Giuseppe — Norsa Ing. Renzo — Palestrino Ing. Carlo — Peretti Ing. Ettore — Pernigotti Ing. Giacomo — Pession Ing. Giuseppe — Pitter Ing. Antonio — Ratti Ing. Natale — Rebora Ing. Gino — Revessi Ing. Giuseppe — Sarli Ing. Cristianino — Sartori Ing. Giuseppe — Scarpa Prof. Oscar — Selmo Ing. Luigi — Semenza Ing. Guido — Semenza Ing. Marco — Soleri Ing. Elvio — Vallauri Ing. Riccardo — Vannotti Ing. Ernesto — Ucelli Ing. Guido.

### Sottocomitati del Comitato Elettrotecnico Italiano.

**Macchine.** — Morelli, *Presidente* - Barbagelata - Colombo V. - Correggiari - Dalla Verde - Norsa - Rebora - Sarli - Vannotti.  
**Impianti.** — Rebora, *Presidente* - Del Buono - Fano - Ferraris - Ferrerio - Massarelli - Motti - Palestrino C. - Pernigotti.  
**Nomenclatura.** — Lombardi, *Presidente* - Bordoni - Dina - Grassi G. - Lori - Semenza G. - Vallauri G.  
**Simboli.** — Bordoni, *Presidente* - Barbagelata - Palestrino - Revessi - Sartori - Semenza G. - Vallauri G.  
**Motori primi.** — Anastasi, *Presidente* - Carlini - Forti - Furlanelli - Ganassini - Ratti - Rebora.  
**Motori trazione.** — Semenza M., *Presidente* - Bianchi - Cuccoli - Morelli - Norsa - Vallauri R. - Vannotti.  
**Tensioni normali.** — Del Buono, *Presidente* - Alessandri - Campos - Ferraris - Motti - Norsa - Palestrino - Perretti - Vannotti.  
**Regolamentazione linee.** — Sartori, *Presidente* - Civita - Dalla Verde - Del Buono - Di Pirro - Ferrero - Jacobini - Selmo - Semenza M.  
**Cavi e Conduttori isolati.** — Emanueli, *Presidente* - Bosone - Ceradini - Di Pirro - Manfredi - Neri - Soleri.  
**Olii.** — Emanueli, *Presidente* - Catenacci - Correggiari - Fachini - Sarli - Scarpa - Vannotti.  
**Strumenti.** — Barbagelata, *Presidente* - Campos - Emanueli - Ferraris - Martinez - Revessi - Vallauri G.  
**Norme di bordo.** — Rebora, *Presidente* - Cantù - Ceradini - Cehovin - D'Henry - Dvorseg - Ferretti - Garibaldi - Martinez - Norsa.

\* \*

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI BOLOGNA

La sera di domenica, 13 marzo, numerosi soci della Sezione di Bologna si riunirono a banchetto per festeggiare il Presidente, Ing. Rimini, che ha recentemente conseguito la libera docenza in Elettrotecnica.

Erano intervenute, oltre a numerose Signore, le maggiori personalità tanto del campo scientifico, quali i Professori Sartori, Maiorana, Puppini, Todesco, ecc., quanto del campo industriale, quali gli Ingegneri Amati, Calzoni, Büchi, Righi, Sperti, Cricca, Romagnoli, Finzi, Ferri, Lucini, Bertazzoni, ecc.

Numerose le adesioni, tra cui quella del Prof. Donati, al quale la tarda età impedì di intervenire personalmente, degli Ingg. Silva, Ciampolini, Graziani ed altri.

Parlarono applauditissimi l'Ing. Romagnoli e il Prof. Sartori.

A tutti rispose, con felice parola, il festeggiato.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGnano LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGnano L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La nuova Sede Centrale e l'organizzazione delle Riunioni 1927.

Ormai da parecchi anni era in discussione la questione di una sede per l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.: da quando, per il rapido incremento dei soci, per la creazione della Rivista e per le accresciute, molteplici attività del Sodalizio, apparvero del tutto insufficienti i due modesti locali presso la Sezione di Milano in via S. Paolo. Erano infatti ormai lontani i tempi in cui, con poche centinaia di soci, poche ore alla settimana del Segretario generale bastavano al disbrigo delle faccende sociali. E già si può dire dalla fondazione dell'« Elettrotecnica », era stato necessario accettare, per la redazione, l'ospitalità cortesemente offerta dalla Istituzione Elettrotecnica del Politecnico di Milano. Ma la situazione creata dalla duplicità e dalla insufficienza della sede diventava ogni giorno più intollerabile e col più vivo piacere possiamo perciò annunciare oggi ai soci, che fra pochi giorni tutto l'Ufficio Centrale e tutta la redazione dell'Elettrotecnica avranno decorosa sede in *Via Annunciata n. 4* (Tel. 64-176) a pochi passi da via Manzoni dove transitano alcune delle più importanti linee tranviarie della città.

La nuova sistemazione appariva tanto più necessaria in quanto quest'anno all'Ufficio centrale incombe l'organizzazione di due riunioni: l'ordinaria sociale, che si svolgerà, come detto a Como nella prima decade di ottobre, assumendo particolare importanza per la ricorrenza del Centenario Voltiano; e la riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale che si svolgerà tra Bellagio, Como e Roma dal 4 al 22 di settembre. Per quest'ultima, l'A. E. I. insieme col suo maggior figlio, il Comitato Elettrotecnico Italiano, hanno costituito un Comitato d'onore ed un Comitato esecutivo dei quali è imminente la prima convocazione e di cui ci riserviamo di dare fra breve più ampie notizie: come pure del programma già delineato per lo svolgimento della Riunione, che, si spera, possa far degno riscontro, se pure in scala necessariamente ridotta, alle accoglienze offerte lo scorso Aprile negli Stati Uniti ai membri della C. E. I. colà convenuti da ogni parte del mondo.

Per la Riunione sociale dell'ottobre parecchi dei relatori si sono messi al lavoro cosicchè potremo iniziare relativamente presto la pubblicazione dei loro rapporti; ma rinnoviamo intanto l'invito ai colleghi che intendono partecipare con memorie originali alla buona riuscita del Congresso, di... non perder tempo.

### Come si deve denominare sinteticamente il movimento per la illuminazione razionale?

Abbiamo già avuto occasione <sup>(1)</sup> di accennare all'interessamento dei lettori per la questione sollevata dall'Ing. S. Danesi <sup>(2)</sup> e ripresa dall'Ing. C. Clerici <sup>(3)</sup>; l'interessamento si ravviverà, crediamo, con la lettura dei primi risultati d'un referendum fatto in proposito in seno al Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento e di alcuni brani di alcune risposte. Le opinioni sono tutt'altro che molto concordi, nè questo può meravigliare; ma una certa maggioranza si è pronunciata a favore del termine « *Fotonomia* ».

### Sulla marcatura delle lampade.

Pubblichiamo oggi una breve nota dell'Ing. MARCHETTI, che si riallaccia ad altra precedente dell'Ing. Pellò. Ad essa dovremmo contrapporre alcune osservazioni; ma ci riserviamo di ritornare sull'argomento con maggior calma, nel prossimo numero.

#### LA REDAZIONE.

### SULLA MARCATURA DELLE LAMPADE ELETTRICHE AD INCANDESCENZA □

M. MARCHETTI

L'ordine del giorno Zevi-Bordoni, votato alla Riunione di Spezia, per la marcatura delle lampade in volt, watt e lumen, data dal 26 settembre 1924.

Nei due anni trascorsi da tale data ad oggi nulla, o almeno nulla di efficace, è stato fatto per realizzare quel voto.

Perchè? Perchè la questione discussa e risolta dalla Riunione di Spezia non era allora matura, e non lo è neppure oggi. Per marcare sullo zoccolo della lampada i lumen, occorre anzitutto avere il modo di misurarli. Ora nel settembre 1924 quanti erano i fotometri a sfera o lumenmetri esistenti in Italia? Probabilmente non ve ne erano altri, all'infuori della piccola sfera di Ulbricht, che figurava a Spezia in quei giorni, nei locali del Congresso.

L'acquisto di un integratore a sfera, di dimensioni sufficienti, con relativo banco fotometrico, importava allora una spesa di qualche decina di migliaia di lire, tra costo dell'apparecchio, trasporto e dogana, poichè era giocoforza ricorrere alla Germania o agli Stati Uniti d'America.

Oggi delle buone sfere di Ulbricht vengono fabbricate correntemente anche in Italia, e perciò il loro costo risulta notevolmente diminuito.

Parecchi laboratori di Scuole Superiori, di Municipi, di Enti Statali ed anche qualche fabbrica di lampade hanno così potuto in questi ultimi due anni dotarsi di un fotometro a sfera.

Ritengo però che gli integratori sferici impiantati oggi in Italia non superino complessivamente la decina, e questo è evidentemente troppo poco per poter imporre ai fabbricanti di lampade la marcatura in lumen e dar modo ai consumatori di controllarne o di farne controllare l'esattezza. Inoltre il concetto di lumen, sia perchè nuovo, sia perchè non facilmente afferrabile per intuizione diretta, era e rimane ostico alla quasi totalità dei consumatori e anche a molti degli stessi fabbricanti di lampade.

Con questo io non voglio dire di essere contrario all'ordine del giorno di Spezia: ne sono anzi convinto fautore e auguro vicino il giorno in cui potremo vederlo tradotto in pratica; solo riconosco che per arrivare a tanto occorre che, da parte dell'A. E. I., del Comitato Nazionale della Illuminazione e in genere da parte di tutti quanti si interessano del problema, venga prima fatta una attiva ed intensa propaganda sia presso i fabbricanti, perchè si persuadano della assoluta necessità di attrezzare modernamente i loro laboratori, sia presso i fabbricanti, commercianti e consumatori di lampade, perchè si abituino a considerare la nuova unità e si convincano della necessità di adottarla.

Questo periodo di preparazione e di attesa potrà durare anche due o tre anni, e nel frattempo conviene fare un primo passo innanzi: adottare, anche per le comuni lampade in vuoto, la taratura in volt e watt, già correntemente usata per le lampade in gas. Così è stato fatto in Inghilterra, in Francia, nel Belgio, nell'Olanda e negli Stati Uniti d'America, e così giustamente propone che si faccia anche da noi l'Ing. L. F. Pellò nel suo articolo « *Sulla classificazione delle lampade elettriche ad incandescenza* » comparso su *L'Elettrotecnica* del 15 dicembre u. s.

Qualche grande Amministrazione pubblica ha già comin-

(1) Quest'anno: pag. 105 e 117; (2) pag. 125; (3) pag. 67.

ciato per suo conto ad ordinare lampade tarate in watt anziché in candele.

Del resto questo nuovo modo di classificare le lampade in vuoto non è più una novità per noi, da quando, e sono forse tre anni, è stata lanciata da tutte le maggiori Case costruttrici la nuova lampada in vuoto a filamento spiralizzato: per essa è stato appunto da tutti adottata la taratura in watt.

Questo primo passo sulla via della classificazione razionale delle lampade porta due discreti vantaggi: in primo luogo agevola il compito degli elettricisti, che debbono eseguire impianti di illuminazione; in secondo luogo, troncando di netto le vecchie abitudini, serve a svezzare la mente dall'antico impreciso concetto di candela, al quale sarà così più agevole sostituire in seguito il nuovo concetto di flusso luminoso e della sua unità di misura: il lumen.

Se però vogliamo che la classificazione provvisoria in watt non diventi una turlupinatura per il consumatore ignaro, che rappresenta in fin dei conti la quasi totalità dei consumatori, occorre che si rinunci nel modo più assoluto ad usare ancora i termini « *Monowatt* » e « *Mezzowatt* » che servono così bene a confondere le idee sulla reale potenzialità luminosa delle lampade.

A questo punto giova ricordare che la marcatura in volt e watt dovrebbe essere provvisoria solo per le « *lampade normali con filamento di tungsteno a palloncino diafano ed incolore* ». (Vedi « *Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampade ad incandescenza a filamento di tungsteno* » emanate dal « *Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento* »).

Per tutte le lampade speciali, ad esempio; lampade per automobili, per uso medico, per proiezioni, tubolari da teatro, da soffitto o da vetrina, ecc. la marcatura in volt e watt, già attualmente seguita, è del tutto soddisfacente e può essere mantenuta in modo definitivo.

Lo stesso dicasi per le lampade in cui il vetro del palloncino assorbe una quantità più o meno notevole del flusso totale di luce emesso dal filamento: tali ad esempio le lampade a globo variamente smaltato o colorato in pasta (lampade per luminarie, per fotografia, a luce solare, ecc.) e le lampade a globo opalino.

Rientrano invece nella categoria delle lampade normali, da marcarsi in volt, watt e lumen, le lampade a palloncino parzialmente o totalmente smerigliato, e ciò in considerazione del fatto che la smerigliatura totale o parziale altera bensì la distribuzione del flusso emesso dalla sorgente, ma non ne diminuisce la quantità totale.

Dalla marcatura provvisoria in volt e watt alla marcatura definitiva in volt, watt e lumen, sarà breve il passo, quando tutte le fabbriche di lampade avranno convenientemente attrezzato il loro laboratorio fotometrico, in modo da poter fare misure correnti di flusso luminoso.

Io credo che esse stanzieranno senza troppo rammarico nel loro bi'ancio quelle poche migliaia di lire, che occorrono per raggiungere tale scopo.

Del resto, anche indipendentemente dalla questione della marcatura delle lampade, l'avere un laboratorio fotometrico modernamente attrezzato è una necessità assoluta per il fabbricante scrupoloso, il quale voglia continuamente controllare la sua produzione, per renderla sempre migliore.

Sulla buona volontà dei produttori io confido che si potrà fare sicuro affidamento, anche quando, per applicare definitivamente la nuova marcatura, si tratterà di stipulare tra di loro un accordo nazionale, anzi internazionale, dovendo comprendere anche parecchie Ditte straniere, le quali vendono lampade in Italia.

E qualora la buona volontà di tutti o dei più non bastasse, la si potrebbe, senza troppe difficoltà, efficacemente integrare con qualche semplice disposizione coercitiva. E non occorre per questo invocare una legge speciale: basta che la Finanza apporti una piccola modifica alla sua tariffa per l'applicazione della tassa di monopolio sulle lampade.

La tariffa attuale considera tre categorie di lampade: a filamento di carbone, a filamento metallico in vuoto, a filamento metallico in gas.

Per ognuna delle tre categorie applica una tassa crescente col consumo di energia: per esempio, per la terza categoria la tassa è di una lira fino a 60 watt, di tre lire da 60 a 200 watt, di sei lire da 200 a 500 watt, di dieci lire oltre i 500 watt. Per le lampade tarate in candele si fa la conversione delle candele in watt applicando certi valori convenzionali del consumo specifico.

Ora la tassazione in base al numero dei watt che la lampada consuma non è razionale, almeno da un punto di vista forse più formale che sostanziale. Infatti il consumo di energia viene in tal modo colpito due volte: una prima volta all'atto dell'acquisto della lampada, una seconda volta sulla bolletta dell'Ente che fornisce l'energia.

Più logica sarebbe una tassazione basata sulla quantità di luce fornita dalla lampada: maggiore luce corrisponde a maggior decoro, a maggiore comodità, e quindi maggiore deve essere la tassa che la colpisce.

Quando la Finanza venisse in questo ordine di idee e in conseguenza rendesse obbligatoria la marcatura dei lumen, la realizzazione del voto di Spezia sarebbe in pochi mesi un fatto compiuto.

\*

Trattando della marcatura delle lampade non sarà fuor di luogo dire due parole anche sulla marca di fabbrica, quantunque questo argomento nulla abbia a che fare col voto di Spezia.

Ogni negoziante, il quale faccia costruire da una fabbrica nazionale qualche decina di migliaia di lampade all'anno, e forse anche meno, si ritiene in diritto di far apporre su di esse una propria marca, in luogo di quella del fabbricante.

Al produttore serio deve rincrescere di non poter contrassegnare la merce che produce col nome della sua Ditta, ma si vede che non tutti sentono questo scrupolo, o che pur sentendolo alcuni sono costretti per necessità a soffocarlo, poichè vi sono delle Ditte la cui produzione va sul mercato sotto dieci o dodici denominazioni diverse.

Fin qui non vi sarebbe nulla di male, se non succedesse quasi sempre che la marca del negoziante è una parola ostrogota, messa lì per far credere al cliente che si tratta di produzione straniera.

Il cliente alla sua volta è ben contento di pagare più cara una lampada che ritiene proveniente dall'estero, piuttostochè fidarsi della produzione nazionale. E purtroppo questo cliente ingenuo non è sempre il modesto acquirente di una sola lampada, ma talvolta è anche l'industriale che ne compra parecchie centinaia ogni anno.

Il cliente vult decipi; il commerciante non si lascia scappare un'occasione così favorevole per aumentare il proprio guadagno, e ne conclude: ergo decipiatur.

Fortunatamente nessun danno materiale ne viene alla Nazione, ma vi è un danno morale che va combattuto.

In questo momento di intensa rivalutazione di tutti i valori nazionali è da sperare che fabbricanti, commercianti e consumatori vorranno di comune accordo metter fine a questo gioco.

## NUOVI ESPERIMENTI SULLA RELAZIONE TRA PERDITA DI CALORE ED ATTRITO SUPERFICIALE NEI CONDOTTI CILINDRICI

B. DEL NUNZIO

### I. - Introduzione.

I problemi che riguardano i moti relativi dei fluidi e dei corpi solidi si sogliono dividere generalmente in due categorie: quelli in cui il fluido è in moto, il corpo restando fermo, e quelli invece in cui il moto principale, che si considera, è quello del corpo solido. In ambedue i casi la maniera, con cui le particelle fluide sono trasportate verso la superficie o ne sono allontanate, dipende dalla velocità, dalle proprietà fisiche del fluido, dalla forma e dalle dimensioni del corpo solido.

L'esperienza più recente ha potuto chiarire l'importanza, che hanno i fenomeni susseguenti all'urto delle molecole gassose sopra il comportamento di un aeriforme al contatto delle pareti solide, quando esso sia rarefatto al punto che la distanza tra le superfici solide possa considerarsi assolutamente piccola rispetto al cammino medio delle molecole. La molecola rimbalza secondo le leggi della riflessione o della diffusione oppure può subire il doppio processo di una condensazione sulla superficie solida e di una successiva espansione, che avviene dopo un intervallo di tempo generalmente molto piccolo, al quale I. Langmuir ha dato il nome di *durata di vita media* della molecola gassosa sulla superficie solida. Ma non egual-

mente chiarita è la conoscenza del meccanismo intimo, con cui si compiono lo scambio di energia e la diffusione degli aeriformi alla pressione ordinaria e soprattutto dei liquidi nelle immediate vicinanze della superficie solida, sopra cui essi si muovono, malgrado i contributi importanti che alla risoluzione del problema hanno apportato di recente l'esperienza e la teoria. La difficoltà di mettere in evidenza i caratteri di questo moto intimo del fluido è davvero grande e costituisce una vera barriera per tutti gli esperimenti, che sarebbe necessario fare per apportare un controllo alle molte ipotesi proposte, almeno nella loro parte più ardita, e per dare alcuni risultati utili alla tecnica, che in questo campo di applicazioni, non ha atteso né ha seguito gli sviluppi delle linee teoriche. Una maniera efficace di poter distinguere i principali aspetti del problema in questione può essere fornito dalla misura delle quantità di calore che il corpo solido perde quando si trova immerso nella massa del fluido oppure quando la contiene, come avviene nei condotti.

In questo ultimo caso la convezione della massa fluida e la diffusione delle sue particelle nella immediata vicinanza della parete costituiscono la causa preponderante sopra tutte quelle che determinano, per ogni data differenza di temperatura, il valore dello scambio di calore tra la massa fluida e la superficie solida. Tale diffusione è considerata come il risultato della naturale agitazione delle particelle fluide e dei vortici prodotti nel moto turbolento, i quali mescolano il liquido e rinnovano perciò continuamente le particelle che vanno a contatto con la superficie del corpo caldo.

Ma sullo scambio di calore deve influire evidentemente molto la maniera, con cui le singole molecole del liquido si mettono in equilibrio di temperatura con la superficie del corpo caldo durante l'urto, e d'altronde le condizioni del contatto dipendono certamente dalle condizioni fisiche della superficie solida e dalle proprietà individuali delle molecole del fluido: loro natura, loro temperatura, caratteri del loro moto. Ora la viscosità propria del fluido provvede il meccanismo di formazione dei vortici nella sua massa scorrente e l'attrito, che le molecole incontrano al contatto con la superficie della parete, regola la quantità di energia cinetica posseduta dal vortice. La quantità di calore che un fluido sottrae ai corpi, che sono in contatto con esso, deve dunque essere in stretta relazione con la resistenza che il fluido incontra a scorrere sulla loro superficie: accettando l'ipotesi di Reynolds si può addirittura dire che il passaggio del calore dalla superficie del corpo solido deve ubbidire a leggi eguali a quelle che reggono la perdita di pressione per effetto della resistenza superficiale, e che inoltre il valore di quella perdita di calore deve risultare dal contributo delle due cause; naturale convezione interna e formazione dei vortici, oltre che dalla ordinaria conduzione del calore.

Se si considera un tubo contenente acqua in moto con velocità superiore a quella critica, la componente della perdita di pressione nella direzione del moto, asse  $x$ , tra due sezioni poste alla distanza  $dx$  è (secondo Reynolds) <sup>(1)</sup>

$$\frac{dp}{dx} = \frac{P^{2-n}}{(2r)^{3-n}} \nu^n \frac{B^n}{A}$$

$$\pi r^2 \frac{dp}{dx} = \pi r^2 \frac{W}{g} \frac{P^{2-n}}{(2r)^{3-n}} \nu^{n-1} \frac{B^n}{A} \left( \frac{W}{g} \nu \right) \quad (1)$$

essendo  $r$  il raggio del tubo;

$p$  la pressione dell'acqua per unità di superficie;

$\nu$  la velocità media dell'acqua;

$P = (1 + 0,0336 t + 0,000221 t^2)^{-1}$ ;

$W$  il peso di acqua che ha attraversato le due sezioni.

In accordo con le idee esposte la (1) può servire a calcolare il calore perduto dalla porzione di tubo di lunghezza  $dx$  se si sostituiscono in essa il calore trasportato dall'acqua per il tratto  $dx$  che è  $W \frac{dx}{dt}$  alla corrispondente perdita di pressione lungo il medesimo tratto, che è  $\pi r^2 \frac{dp}{dx}$  e il calore che tutta la massa del liquido avrebbe preso dalla superficie,  $W \times (T_0 - t)$ , alla perdita totale di pressione  $\frac{W}{g} \nu$ . Sicchè l'equazione del passaggio del calore è:

$$(2) \quad W \frac{dx}{dt} = \pi r^2 g \frac{P^{2-n}}{(2r)^{3-n}} \nu^{n-1} \frac{B^n}{A} (T_0 - t)$$

Se con  $R$  si chiama la resistenza per unità di superficie si ha:

$$R = \frac{\pi r^2}{r \pi r} \frac{dp}{dx} = \frac{\pi r^2}{2 \pi r} \frac{P^{2-n}}{(2r)^{3-n}} \nu^n \frac{B^n}{A}$$

e perciò la (2) diventa:

$$W \frac{dx}{dt} = 2 \pi r R (T_0 - t) \cdot \frac{g}{\nu}$$

$$(3) \quad H = \frac{W}{g} \frac{dx}{dt} = \frac{R (T_0 - t)}{\nu}$$

Ossia la quantità di calore acquistata al secondo dall'acqua per ogni unità di superficie del tubo è proporzionale direttamente alla resistenza superficiale e alla differenza di temperatura ed inversamente alla velocità dell'acqua.

Se il calore specifico del fluido non ha il valore uno, come è stato fin'ora supposto, ma ha il valore  $\sigma$  la (3) deve essere scritta:

$$(4) \quad H = \frac{R \sigma (T_0 - t)}{\nu}$$

In questi calcoli che sono soltanto lo sviluppo della teoria di Reynolds sull'attrito superficiale non è stata presa in considerazione la conduzione calorifica operata dal fluido; ed inoltre non si è tenuto alcun conto della eventuale esistenza, la quale da alcuni sperimentatori per altro sembra accertata in maniera sicura, di un sottilissimo strato di fluido che nella immediata vicinanza della parete si trova in condizioni di moto laminare e attraverso cui il calore si propaga per conduzione.

Gli esperimenti di Stanton (1897) <sup>(2)</sup> e di Soenneken (1910) <sup>(3)</sup> mostrarono che la formula (4) di Reynolds può servire soltanto a dare risultati approssimativi, appunto perchè essa non tiene presente tutti i fattori che possono intervenire a determinare la perdita di calore in ogni particolare regime dinamico.

G. J. Taylor <sup>(4)</sup> ha sviluppato ulteriormente la (4) correggendola con un fattore che indica l'effetto della conduttività del fluido ed ammettendo l'esistenza di quello strato sottilissimo in moto laminare. Chiamato:

$\tau$  lo spessore dello strato;

$U$  la velocità del fluido alla superficie interna dello strato;

$T$  la sua temperatura;

$r$  il rapporto  $\frac{U}{V_m}$

$K$  il coefficiente di conduzione del fluido;

$\mu$  il coefficiente di viscosità del fluido;

l'espressione a cui egli giunse per la perdita di calore è:

$$H = R \sigma \frac{T_s T_m}{V_m} \frac{1}{1 + r \left( \frac{\mu \sigma}{K} - 1 \right)}$$

La quale si ridurrebbe alla (3) se l'ultimo fattore fosse uguale a uno, cioè  $\mu \sigma = K$ .

Per l'aria ciò si verifica con grande approssimazione <sup>(5)</sup>; per l'acqua invece il rapporto  $\frac{\mu \sigma}{K}$  è molto superiore all'unità ed il suo valore può variare sensibilmente a seconda delle proprietà fisiche e chimiche del liquido.

## II. - Scopo della ricerca.

La relazione fra l'attrito superficiale e la perdita di calore da parte di un corpo mantenuto a temperatura costante, ha attirato da tempo l'attenzione degli studiosi e frequentemente ha sollecitato la investigazione sperimentale. Tuttavia ancora adesso l'accordo tra i risultati dell'indagine teorica e quelli dell'osservazione diretta è lontano dall'essere raggiunto, giacchè in tutti gli esperimenti fin'ora fatti si è sempre verificata una di-

<sup>(2)</sup> STANTON: Phil. Trans., 1898, pag. 67.

<sup>(3)</sup> SOENNEKER: Konig Tech. Hochsch. Munich, 1910.

<sup>(4)</sup> G. J. TAYLOR: Advis. Comm. for Aeron. R. e M., 1916.

<sup>(5)</sup> Per l'aria è:  $k = 1,6 \mu C_v$ , essendo  $C_v$  il calore specifico a volume costante; e  $C_v = \frac{\sigma}{1,4}$  sicchè  $\frac{\mu \sigma}{K} = 1,14$ .

Per l'acqua a 20° C:  $\mu = 0,01$ ;  $K = 0,00014$ ;  $\sigma = 1,0$  e  $\frac{\mu \sigma}{K} = 7,1$ .

<sup>(1)</sup> REYNOLDS: Phil. Trans., 1883, pag. 976.

scordanza notevole, che non è scesa mai al disotto del 25 %, tra i valori misurati direttamente per il calore perduto e quelli calcolati con le molte formule proposte.

Il desiderio di trovare la ragione di quella discordanza e possibilmente di eliminarla ha spinto recentemente l'Aeronautical Research Committee ad istituire nuove ricerche <sup>(6)</sup>. Le misure sono state eseguite durante il 1925 servendosi dell'aria come fluido e furono condotti con criteri e con metodi del tutto diversi da quelli adoperati nelle precedenti investigazioni. Il risultato interessante, a cui si giunse, fu che la legge di variazione della trasmissione di calore con la velocità media del fluido è in stretto accordo con la legge di dipendenza tra la resistenza superficiale e la velocità media dell'aria; e che la formula teorica, che Blasius ottenne dalla Boundary Layer Theory of Prandtl <sup>(7)</sup>, si accorda perfettamente con i dati dell'esperienza non solo nei riguardi della variazione della resistenza con la velocità media ma anche nei riguardi dei valori assoluti della resistenza stessa.

Mi è sembrato utile estendere la ricerca al caso dell'acqua, il cui comportamento rispetto al fenomeno in parola si scosta assai più fortemente dalle previsioni teoriche. Naturalmente non ho potuto impiegare mezzi altrettanto imponenti quanto quelli adoperati nei laboratori della Aeronautical Research Committee; tuttavia l'accuratezza nel disporre le esperienze e soprattutto il metodo, che ha impiegato per la misura del calore perduto dalle pareti dei tubi riscaldati, sembrano, a mio avviso, che possano dare un notevole affidamento circa i risultati che ho conseguito.

### III. - Tubi sperimentali.

Per le esperienze definitive, a cui soltanto si riferiscono i risultati delle misure di questa nota, ho adoperato due tubi di ottone internamente lisci e puliti con accuratezza; esternamente nichelati. Il loro diametro interno medio fu dedotto dalla misura, mediante pesata, della massa di mercurio che essi potevano contenere e della loro lunghezza; i risultati per il tubo più sottile fu  $d = 0,514$  cm e per quello più grande  $d = 1,04$  cm.

Lo spessore di tutti e due i tubi era molto basso, uguale a mm 0,18, e fu scelto tale valore per fare in modo che la resistenza elettrica della porzione (cm 100) di ciascun tubo, che era riscaldato per via elettrica, non fosse eccessivamente piccola.

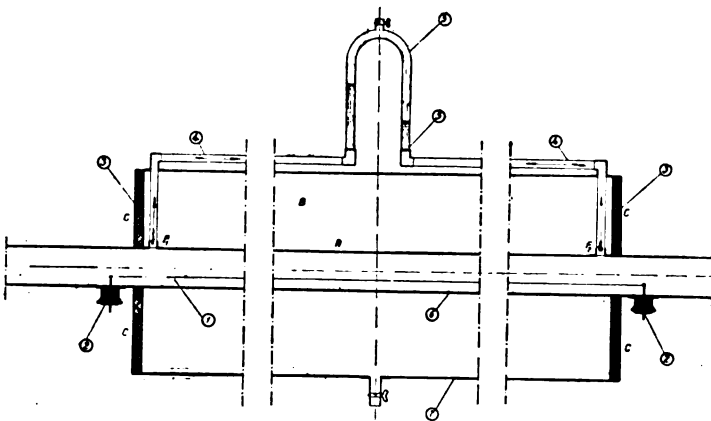


Fig. 1.

(1) Filo di platino - (2) Premistoppa con vite idrometrica - (3) Disco di ebanite  
(4) Tubo in ottone - (5) Tubo in vetro - (6) Tubo in ottone - (7) Tubo in ottone

$$C = V, Ri^2 t \quad W = Ri^2 t \quad t = 1 \quad W = Ri^2 \quad W = \frac{1}{c} i$$

La fig. 1 mostra come il tubo sperimentale A era montato lungo l'asse di un secondo tubo B anche esso di ottone e nichelato internamente, ma di diametro molto maggiore e di lunghezza invece di poco superiore. I dischi C erano di ebanite

<sup>(6)</sup> D. MARSHALL: Aeron. Res. Comm. R. e M., 1926.

<sup>(7)</sup> L'equazione di Blasius per l'aria è:  
per unità di superficie,

$$R = 0,665 \rho V^{1,5} \sqrt{\frac{r}{l}}$$

dove:

$V$  è la velocità del vento;  
 $\rho$  è la densità dell'aria;  
 $r$  è la viscosità cinetica dell'aria;  
 $l$  è la lunghezza della superficie.

e servivano a sostenere il tubo esterno e a chiudere a perfetta tenuta d'aria lo spazio compreso tra i due tubi A e B. In questo spazio si faceva il vuoto prima di ogni serie di esperienze mediante una piccola pompa rotativa ad olio e fino a provino barometrico livellato. Con tale dispositivo le perdite di calore per irraggiamento e per convezione da parte del tubo riscaldato A erano quasi nulle.

Per l'alimentazione del tubo sperimentale mi servirono l'impianto dell'Istituto di Idraulica della nostra Scuola e l'assieme dei dispositivi, che avevo preparato durante le ricerche anteriori per fare in modo che il carico, la portata e quindi la velocità media fossero assolutamente costanti durante ogni misura e facilmente regolabili; il che è condizione essenziale per la buona riuscita delle esperienze.

Alle estremità del tubo A furono fatti due fori  $F'$   $F''$  (figura 1) i quali a mezzo di tubi di vetro molto sottili e masticiati a tenuta perfetta comunicavano rispettivamente con le aperture di piezometro differenziale P. Questo era costituito da un grosso tubo di vetro piegato ad U colle due branche parallele disposte verticalmente e riempite per metà di acqua e per metà di etere di petrolio.

Le differenze di livello fra i menischi si leggevano direttamente sopra una scala graduata in mm e, fatte le dovute riduzioni <sup>(8)</sup>, si assumeva questo dislivello come misura della caduta fra le estremità del tubo sperimentale.

### IV. - Misura delle perdite di calore e delle temperature.

Il tubo sperimentale era riscaldato mediante la corrente alternata della rete stradale e nel suo circuito erano inseriti una resistenza variabile ed un amperometro; inoltre un voltmetro permetteva di misurare la differenza di potenziale, che si aveva agli estremi del tubo stesso. Era così possibile conoscere la resistenza elettrica del tubo e quindi la sua temperatura media, giacchè era stata determinata con misure precedenti a mezzo del ponte doppio la curva delle variazioni di resistenza di quell'ottone con la temperatura.

Una delle difficoltà più gravi che si incontrano in misure di tale genere risiede nel fatto che la temperatura della superficie del tubo metallico varia da punto a punto nel senso della lunghezza e che essa tende a livellarsi mediante la conduzione laterale lungo il tubo. Per superare tale difficoltà si sono dovuti escogitare ed attuare volta a volta dispositivi sperimentali non sempre semplici e di sicuro risultato; invece il metodo, che io ho seguito per la misura della temperatura supera quella difficoltà e permette di conoscere direttamente la temperatura media del tubo riscaldato.

In ogni serie di esperienze variando il valore della corrente elettrica si teneva costante la resistenza e quindi la temperatura media del tubo; in tali condizioni l'energia necessaria per mantenere l'equilibrio termico dava la misura delle quantità di calore trasmessa dal tubo caldo all'acqua.

Chiamando:

- $I$  la intensità della corrente in ampère;
- $R$  la resistenza del tubo in ohm;
- $T_s$  la temperatura della superficie interna del tubo;
- $S$  l'area di questa superficie;
- $T$  la temperatura media dell'acqua;
- $J$  l'equivalente meccanico del calore,

dal quoziente:

$$(6) \quad \frac{I^2 R}{S J (T_s - T)}$$

si poteva calcolare il calore perduto al secondo da ogni centimetro quadrato di superficie per un grado di differenza di temperatura.

La temperatura  $T_s$  della superficie interna del tubo riscaldante, in diretto contatto con la corrente di acqua, si assumeva uguale a quella media del tubo. Considerando che lo spessore del tubo era molto piccolo, e la quantità di calore prodotta e perciò trasmessa dal metallo all'acqua era sempre limitata, tale cioè da non superare mai le 10 unità, ed essendo nota la conduttività dell'ottone, si poteva stimare che l'errore, che si commetteva nel fare  $T_s = T_m$  non superava mai 1°. Ad ogni modo questo errore era calcolabile e se ne teneva conto tutte le volte che per dare maggior attendibilità ai risultati si voleva raggiungere un più alto rigore della misura.

<sup>(8)</sup> Per la costruzione del piezometro e per la sua taratura seguì le istruzioni indicate dal Prof. G. De Marchi, a pag. 31 dei Rendiconti dell'Ist. Idrotecn. di Strà (1917).



Maggiore difficoltà presentava invece la misura della temperatura media dell'acqua la quale assumeva valori variabili in funzione della distanza della parete e nel senso del moto dei filetti liquidi.

E' sempre conveniente, in simili ricerche, non disturbare il regolare moto dell'acqua durante le esplorazioni della distribuzione della temperatura con termometri a mercurio, sempre troppo grandi rispetto alla sezione dei tubi sperimentali. D'altra parte l'impiego delle pile termoelettriche non è molto raccomandabile per via dei depositi salini e in genere delle reazioni chimiche, che si producono sui due metalli a causa della natura chimica dell'acqua.

Io ho adottato un dispositivo di misura elettrica della temperatura, che mi ha dato già buoni risultati nei lavori precedenti a questo (\*).

Lungo l'asse del tubo e nel senso dei filetti liquidi (fig. 1) era teso un filo di platino molto sottile ( $d = 0,02$  mm) che costituiva uno dei lati di un ponte di Wheatstone e che, tenuto alle estremità da due grossi fili di rame, poteva subire spostamenti nel senso radiale, mantenendosi tuttavia sempre parallelo a sè stesso.

Una volta raggiunte le condizioni di equilibrio termico per ogni posizione del filo esploratore, dal valore della resistenza e del coefficiente termico del platino si poteva calcolare la temperatura, a cui il filo stesso si era portato e che era quella media del filetto liquido scorrente intorno alla sua superficie. Come è facile prevedere, la distribuzione radiale delle temperature nei tubi seguirà leggi del tutto differenti a seconda del carattere del moto; quando questo è turbolento e la velocità media è considerevolmente più alta di quella critica, la rapida mescolanza del liquido rende uniforme le temperature attraverso la sezione del tubo, tranne nelle vicinanze immediate della superficie calda. Quando invece il moto del liquido è laminare, la temperatura presenta variazioni forti attraverso le sezioni del tubo.

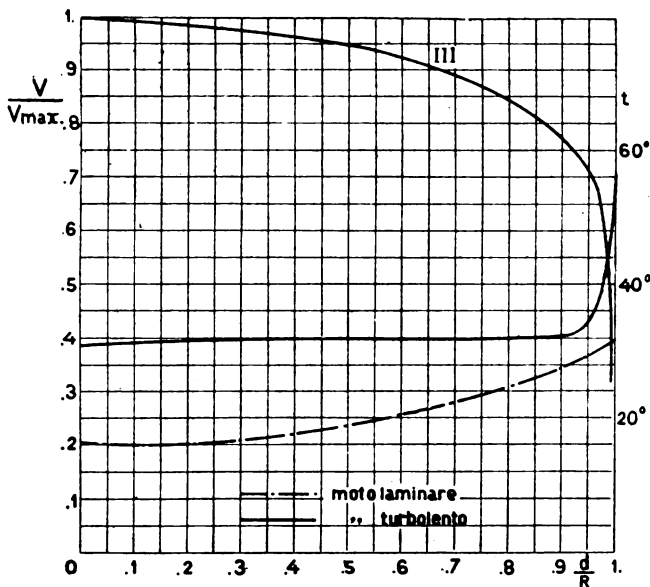


Fig. 2. — Distribuzione delle velocità e delle temperature attraverso la sezione mediana del tubo sperimentale.

La fig. 2 mostra i risultati delle misure fatte con il metodo descritto dianzi; dalle singole aree racchiuse dai diagrammi, misurate con il planimetro, fu possibile conoscere la temperatura media.

E' manifesto il vantaggio, che presenta il metodo da me impiegato, per la misura delle quantità di calore, soprattutto quando si consideri che io ho sempre cercato di non riscaldare molto il tubo sperimentale per le ragioni che ho già esposto in un altro lavoro e che si possono riassumere nella necessità di impedire che l'eccessivo elevamento della temperatura possa produrre azioni convettive tali da turbare il moto proprio del liquido, depositi di sali, e incrostazioni sulle parti metalliche, e che infine la differenza di potenziale agli estremi del tubo caldo possa superare i due volt. I numeri ottenuti in una serie di prove sono segnati nella tavola prima e le curve corrispondenti si trovano nelle figure 3 e 4 insieme con i diagrammi dei log.  $H$  in funzione dei valori di log.  $V_m$ . Queste curve lo-

garitmiche mostrano che  $H$  varia come  $V_m^{0,85}$ , e che l'esponente si avvicina abbastanza all'unità che è il valore assegnatogli dalla teoria quando la trasmissione di calore avviene da parte dei tubi verso la corrente di fluido scorrente nell'interno. Difatti la resistenza superficiale è proporzionata a  $V_m^n$ ; e l'esponente  $n$  per il regime turbolento può avere valori compresi tra 1,75 e 2; la perdita di calore deve perciò essere proporzionale alla prima potenza della velocità media.

### V. - Misura della resistenza superficiale.

La determinazione della resistenza incontrata dall'acqua in moto a scorrere sulla superficie interna dei tubi sperimentali fu dedotta dalla misura della cadente, cioè dall'abbassamento della pressione statica.

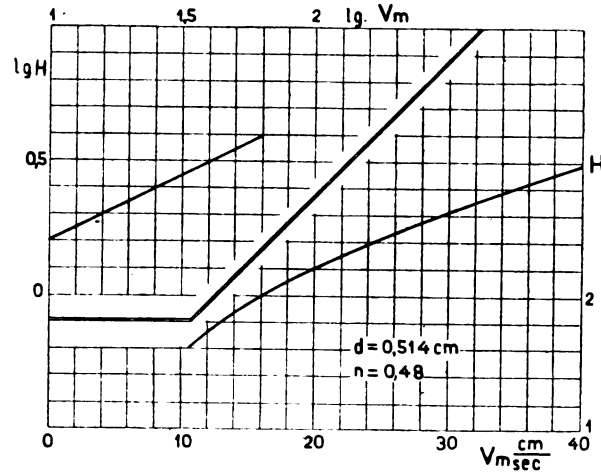


Fig. 3.

Come è noto tale resistenza è data dalla espressione seguente per ogni unità di superficie della parete interna del condotto:

$$(7) \quad R = 1/4 \, d \, p \, g \, i$$

essendo  $d$  il diametro del tubo;

$p$  la densità del fluido in moto;

$g$  l'accelerazione di gravità;

$i$  la cadente.

Veramente la validità della (7) è subordinata alla speciale condizione che possano considerarsi assolutamente invariabili

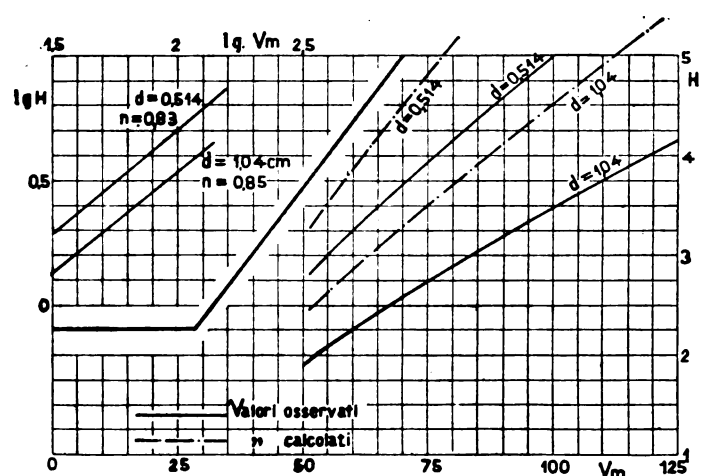


Fig. 4.

col tempo le velocità locali nella massa del liquido e quindi nulli i valori delle inerzie. Ora tali condizioni sono realmente rispettate nel moto continuo e in tale regime la (7) dà valori esenti da ogni dubbio; non così avviene nel moto turbolento, in cui le particolari condizioni della parete interna dei condotti hanno influenza non trascurabile nella distribuzione dei valori delle velocità locali. Tuttavia l'esperienza ha già esteso il campo di validità della (7) anche al regime turbolento nel caso particolare in cui sia rispettata la condizione della simiglianza geometrica nei tubi, vale a dire quando le pareti interne dei tubi non posseggano rugosità e siano perfettamente lisci.

(\*) L'Elettrotecnica, 5 gennaio 1927.

E' proprio il caso delle esperienze, di cui rendo conto, ed è perciò pienamente giustificato l'impiego che io ho fatto della (7) per la determinazione della resistenza superficiale.

Il piezometro  $P$  della fig. 1 misurava la differenza di pressione statica fra le sezioni estreme del tubo riscaldato; e i dislivelli, divisi per la distanza fra le due sezioni, permettevano di conoscere le cadenti.

TABELLA I. — Tubo di ottone liscio.  
 $d = 0,514$  cm.  $T_s - T_m = 26^\circ \text{C}$

Num. d'ordine	$V_m$ cm. sec	$\lg V_m$	$H$ osservato	$\lg H$ osservato	$H$ calcolato	$R$	$\lg R$	Osservazioni
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	10,47	1,02	1,60	0,204		3,89	0,59	Regime laminare
2	12,59	1,1	1,76	0,245		4,66	0,668	
3	15,85	1,2	1,98	0,296		5,75	0,760	
4	19,96	1,3	2,20	0		7,08	0,85	
5	25,12	1,4	2,48	0,394		8,77	0,943	
6	31,63	1,5				10,84	1,035	Regime turbolento
7	39,82	1,6				13,34	1,125	
8	50,12	1,7	2,80	0,447	3,30	19,96	1,30	
9	63,10	1,8	3,32	0,521	4,15	31,63	1,50	
10	79,44	1,9	4,14	0,617	5,17	49,55	1,695	
11	100,00	2,0	4,97	0,696	6,58	79,42	1,90	
12	125,9	2,1	6,10	0,785	7,93	120,3	2,03	
13	158,5	2,2				184,1	2,265	

La tabella I dà i risultati numerici di una serie di prove scelte come tipiche e le figure 5 e 6 mostrano invece alcuni diagrammi, in cui le resistenze superficiali sono segnate in funzione delle velocità medie.

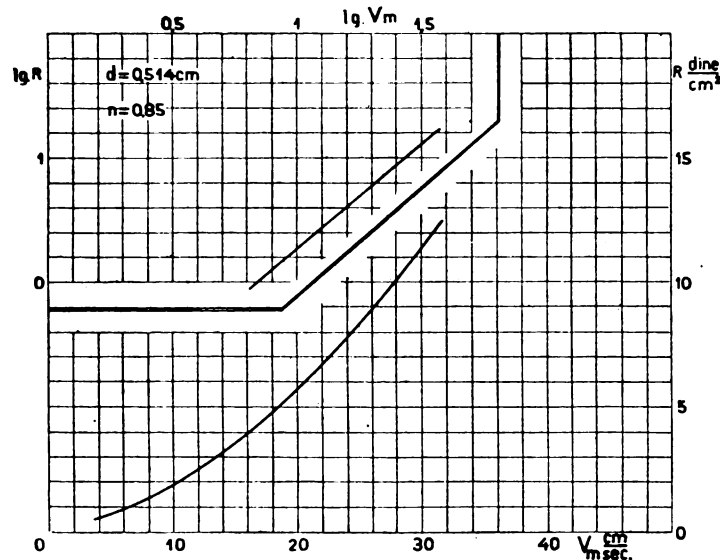


Fig. 5.

La velocità critica per il tubo di cm 0,514 è circa 40 cm/sec e in corrispondenza di tale velocità si può notare un cambiamento considerevole nella curva relativa.

Al fine poi di conoscere la relazione tra la resistenza superficiale e la velocità media furono segnati nelle stesse figure 5 e 6 i logaritmi di  $R$  come ordinate e i logaritmi di  $V_m$  come ascisse.

Il loro andamento rigorosamente rettilineo indica la proporzionalità diretta tra le due grandezze in questione e la pendenza delle rette dà senz'altro il valore dell'esponente  $n$ , che si deve assegnare alla velocità media. Come si vede, i valori di  $n$  sono compresi tra 1,90 e 2 per il moto turbolento e sono assai prossimi all'unità per il regime laminare; ciò è in accordo abbastanza buono con i risultati conseguiti dai precedenti osservatori e si avvicina notevolmente alla teoria, la quale presume che nel regime turbolento sia  $n = 2$  e nel regime laminare sia  $n = 1$ .

#### VI. - Verifica della formula di Taylor.

Volendo verificare fino a quale grado di esattezza la formula di Taylor può rappresentare i risultati sperimentali che io ho ricavato dall'osservazione diretta mi era necessario conoscere per l'acqua, che avevo adoperato, i valori delle costanti  $K$ .

$\mu$ ,  $\sigma$ . Non avendo potuto eseguire determinazioni dirette ho assunto i valori seguenti:

$$\mu = 0.01, K = 0.0014, \sigma = 1$$

Sfortunatamente il valore del rapporto  $r$  non può essere assegnato con precisione non essendo stata mai possibile finora la misura, esente da ogni incertezza, della velocità dei fluidi alla superficie interna dei condotti. Tuttavia esplorando la distribuzione delle velocità nei tubi sottoposti a prova con il metodo da me già indicato ottenni per il tubo di diametro maggiore e per il moto turbolento la curva III della fig. 1; in base alla quale potei assegnare a quel rapporto il valore 0,35, che è in accordo abbastanza buono con quello indicato da precedenti sperimentatori e con quello da me ottenuto nei precedenti lavori.

I valori calcolati con la formula di Taylor per il calore perduto in regime turbolento sono indicati nelle colonne 6 delle tabelle e sono segnati nella fig. 4. Gli scarti tra i valori osservati e quelli calcolati, pure essendo molto inferiori a quelli trovati da altri osservatori, non possono meravigliare quando si pensi che, come osservò Taylor stesso, sono sempre preferibili per il confronto con la sua teoria, gli esperimenti fatti sopra corpi immersi nella massa fluida in moto anziché quelli eseguiti sui tubi contenenti il fluido in moto e riscaldati per una lunghezza finita.

Ho esteso la verifica anche al caso dei corpi immersi e renderò noti i risultati in una prossima nota.

#### VII. - Regime laminare.

Nel regime laminare il passaggio del calore dal corpo caldo al fluido risulta soltanto del contributo della conduzione termica tra le particelle, che come si sa si muovono lungo traiettorie disposte in strati concentrici.

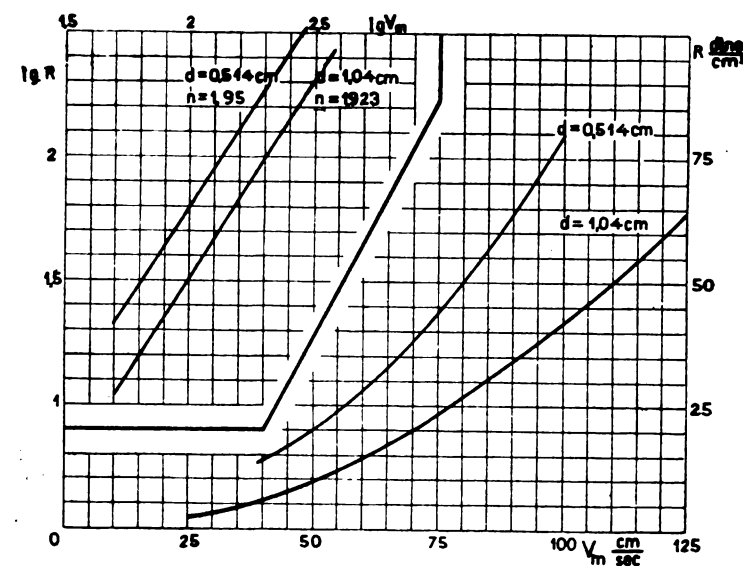


Fig. 6.

Ora questo contributo dipende massimamente dallo sbalzo di temperatura ed ha un valore piccolissimo; per la sua determinazione sperimentale le difficoltà si accrescono giacché la temperatura viaria considerevolmente da punto a punto della sezione del tubo.

D'altronde i ragionamenti e le formule ricordate nei paragrafi precedenti non si adattano al caso in parola e mi sembra che la teoria non abbia trovato una relazione simile alle (4) e (5) tra la resistenza superficiale e la perdita di calore, valevole per questo particolare regime del moto.

Per queste ragioni non mi interessava di determinare questa perdita di calore; tuttavia feci qualche misura per conoscere l'ordine di grandezza e la legge di variazione: i risultati, a cui perciò assegno soltanto un valore di approssimazione, sono segnati nei diagrammi della fig. 3.

#### VIII. - Conclusione.

In un lavoro precedente ho cercato di mettere in evidenza le proprietà meccaniche del moto dell'acqua alla parete dei condotti cilindrici, servendomi della variazione del coefficiente di conduttività esterna del nichel. A conclusione di quella serie di misure confermai i caratteri qualitativi e quantitativi, che l'in-

dagine teorica e la ricerca sperimentale, fatta precedentemente con metodi diversi, hanno attribuito al movimento dei liquidi nelle immediate vicinanze della parete. Riguardo poi al valore della velocità alla parete, le mie esperienze non escludevano la possibilità di uno scivolamento dell'acqua sulla superficie solida; ma esse non davano un risultato sicuro e di interpretazione indubbia; giacchè quell'apparente scivolamento poteva essere attribuito all'azione di un sottile strato di liquido aderente alla superficie metallica sulle cui condizioni cinematiche il metodo di misura, così come era impiegato, non poteva essere sufficiente a decidere.

Il presente lavoro ha avuto per scopo di chiarire il comportamento dell'acqua al contatto della superficie interna dei tubi a sezione cilindrica e di apportare un contributo, migliorando i metodi di misura, alla verifica di quelle ipotesi che con maggiore autorità si sono diffuse in questo campo di studio.

La concordanza abbastanza buona per questo genere di ricerche tra i miei risultati e quelli determinati con la formula di Taylor rende molto prossima al vero la ipotesi che egli pose a base dei suoi calcoli: l'esistenza alla parete di un sottile strato di liquido, dotato di velocità non nulla e scorrente con regime laminare.

Padova — R. Istituto di Fisica applicata  
ed Elettrotecnica.

---

## QUAL'È IL TERMINE ADATTO A DENOMINARE SINTETICAMENTE IL MOVIMENTO PER LA ILLUMINAZIONE RAZIONALE? (Referendum Danesi)    □    □    □

---

Con riferimento all'articolo Danesi (questo giornale, pagina 125) ed alla lettera Clerici (pag. 67), riteniamo utile pubblicare alcune notizie intorno al risultato provvisorio che ha dato il referendum proposto dall'ing. Danesi in seno al Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento; notizie comunicateci dalla Presidenza del Comitato.

\*

1° Punto. — *Si ritiene necessario dare un nome alle norme che occorre seguire per migliorare o perfezionare l'illuminazione?*

La grande maggioranza degli interpellati ha risposto affermativamente; qualcuno, però, ha subordinato tale risposta alla condizione che si trovi una parola adatta e significativa (Semenza, Bisazza, Clerici, Bordoni); altri, hanno espresso l'opinione che, ove non si trovi una parola adatta, possa, senza inconvenienti notevoli, farsi uso di un insieme di parole (v. punto 3°) (Peri, Civita, Clerici).

2° Punto. — *Nel caso affermativo, si ritiene adatta la parola « Lucicoltura »?*

Le risposte favorevoli alla adozione della parola « lucicoltura » sono state soltanto una minoranza (Danesi, Cheftel; Peri è parzialmente favorevole).

3° Punto. — *Quali altre espressioni si propongono per sostituire la parola « Lucicoltura »?*

Le risposte sono state molto varie; qualcuno ha suggerito più di una parola, o di un insieme di parole.

Ha raccolto il maggiore consenso la parola « Fotonomia » (Semenza, Clerici, Pellò, Locatelli, Bordoni); la stessa parola è stata suggerita dal Prof. Lori, interpellato sull'argomento. Seguono « Lucicoltura » (Danesi, Cheftel; Peri è favorevole con qualche riserva); « Lumeologia » o « Luminologia » (Civita, Bisazza); e poi « Luminomia » (Clerici); « Fotologia » (Böhm); « Fototecnica » (Ceradini, Clerici), parola già adoperata, per altro, in un significato diverso da quello che si vorrebbe darle; « Illuminotecnica » (Bordoni); « Luminotecnica » (Civita).

Taluno ha finalmente suggerito un insieme di parole; così: « Tecnica della illuminazione » (Civita); « Illuminazione

razionale », « Scienza ed arte dell'illuminazione » (Clerici), « Movimento per la buona illuminazione » (Peri).

\*

Facciamo seguire alcuni brani delle risposte inviate dai membri del Comitato.

(Ing. G. SEMENZA). — « .... non sono d'accordo sulla parola proposta, e cioè « Lucicoltura ». Infatti, in italiano la parola cultura o coltura da sola ha due significati: indica un complesso di conoscenze più o meno vaste, più o meno specializzate (così si dice « un uomo di profonda cultura », « dare una buona cultura agli scolari », ecc.); oppure significa una coltivazione o un allevamento di carattere materiale, (esempio: cultura dei tabacchi, cultura delle api). Quando la parola cultura è usata invece in composizione con un'altra, ha sempre, almeno a mia conoscenza, soltanto il secondo significato, così pollicultura, puericoltura, agricoltura, ecc. Questa ragione basterebbe a far scartare la parola proposta di « lucicoltura », giacchè potrebbe soltanto applicarsi a quelle disposizioni che servono a far aumentare la quantità di luce, e, se si vuole, anche la qualità, ma non comprenderebbe tutto ciò che sarebbe desiderabile esprimesse una parola di questo genere.

E' estremamente difficile fare delle proposte. Fra tutte quelle che sono comprese nell'opuscolo del Danesi e che si riferiscono ad altri Paesi, una delle espressioni più interessanti è quella rumena di « Luminomia ». Infatti la parola « nomia », proveniente dal greco, rappresenta tutto l'insieme delle cognizioni, degli studi, delle ricerche che formano oggetto di una determinata disciplina. Così, la parola « astronomia », in un altro campo, è completamente rappresentativa di quanto si vuole esprimere. Senonchè « luminomia » ha il difetto di essere una parola mezza greca e mezza latina, a differenza di « astronomia » che è tutta greca; e noi ingegneri, in generale, ci teniamo a queste finezze e lasciamo per esempio ai farmacisti di creare delle parole come « ferrenosio » o altro. La parola corretta, tutta di origine greca, sarebbe « fotonomia », e siccome tale parola non è usata in altro significato, potrebbe benissimo, insieme alla sua sorella « fotometria », prendere posto nel dizionario della « scienza dell'illuminazione ».

(Prof. F. LORI). — « .... il nome di *lucicoltura* non mi sembra accettabile. Lasciamo andare la *puericultura*, che vuol dire allevamento dei bambini, ed è parola mal conosciuta: credo che anche *piscicoltura* voglia dire allevamento dei pesci. Ho domandato anche a due letterati di professione, e si sono scandalizzati a sentire la parola *lucicoltura* nel senso che le si vorrebbe dare. La parola più esatta sarebbe « *fotonomia* » (ciò che si riferisce alle leggi della luce): ma non sarebbe forse compresa da tutti. Io però non ne so trovare altra.

Gli elettrotecnici, in verità, ne hanno di colpe contro parole: *statore*, *rotore*, ecc., sono scandali; *impedenza* è un mezzo scandalo; e sarebbe bastato poco ad evitarli. Perciò, non accettando la parola *lucicoltura* saremo lodati dai linguisti; lasciandola correre, non si aggraverà molto la nostra condizione di fronte al loro tribunale, perchè essa è già quanto mai grave, e, se dovessimo esserne puniti, meriteremmo già la pena eterna! ».

(Ing. G. PERI). — 1° - Il movimento per la buona illuminazione si definisce da sè. Mi sembra arduo trovare un nome italiano, formato da una sola parola, che soddisfi e che lo rappresenti.

2° - La parola « *lucicoltura* » esprime, a mio avviso, meglio di tante altre (*fotonomia* o *fotologia*, *luminomia* o *lumilogia*, ecc.), il movimento complesso che si vuol definire, perchè essa, oltre a comprendere il significato di queste parole in « *nomia* » e in « *logia* », lo estende e lo perfeziona. Noi qui, infatti, non ci occupiamo semplicemente della scienza della luce o della illuminazione, nemmeno semplicemente della tecnica della illuminazione (fototecnica), qualcosa questo che sente un po' dello scolastico e del pedagogico, ma dell'arte, della pratica, dello sviluppo razionale dell'illuminazione direttamente nei suoi riflessi economici, industriali, sociali.

Il termine « *lucicoltura* » sta a « *fotonomia* » come « *agricoltura* » sta ad « *agronomia* ». Ora nel campo agrario, ad esempio, siamo tutti d'accordo che occorre dare il massimo sviluppo all'agricoltura, non all'agronomia, che sarebbe molto meno.

3° - Il movimento per la buona illuminazione è dunque nè più nè meno che « Movimento per la buona illuminazione ». Il complesso delle norme che governano la illuminazione, se

lo si vuole denotare con un solo termine, si può chiamare « Illuminomia » o « Fotonomia » secondo che preferiscasi far diretto riferimento alla illuminazione, oppure alle sorgenti luminose. Ma ciò, mi pare, non ha alcuna importanza, non è di questo che si vuol qui parlare. Qui si tratta di dare un nome non alle norme che regolano la illuminazione, bensì al movimento verso una migliore illuminazione, inteso nel suo complesso a tutti gli effetti di attività effettiva ed operante. E dichiaro sinceramente che non ho trovato, nè trovo, alcuna parola, la quale persuada, o per motivi linguistici o per il significato che ha, non dico gli altri, ma nemmeno me stesso.

Per mio conto, rinuncio a trovare e ad avere questa unica parola. Ripeto però il mio parere che, qualora questa parola si voglia, sia ben difficile trovarne una, la quale meglio di « lucicultura », esprima il complesso significato che le si deve attribuire ».

(Parere d'un glottologo, trasmesso dall'Ing. C. Clerici).

L'Eclairagisme in Francia risolve la questione, ma all'italiano è impossibile mettersi su questa via, per la decisa avversione che la nostra lingua ha per le formazioni terzinarie e quaternarie. Illuminazionismo sarebbe una parolaccia.

Lucicultura non è adatto:

1) perchè *Cultura* non risponde affatto al *Wirtschaft* dei tedeschi (l'equazione agricoltura = *Landwirtschaft* è affatto occasionale; *Landwirtschaft* dice molto di più che agricoltura) e non risponde neanche al *Kultur* dei tedeschi;

2) perchè *Luci* (per *Lucis*) non è così legittimo come pare, e anzi ha in sé dell'arbitrio;

3) perchè *luce* non risponde propriamente a illuminazione.

Credo che si debba piuttosto pensare a un secondo componente: *nomia* (da νόμος = legge; complesso di leggi che regolano una data cosa). L'orecchio italiano è già ottimamente avvezzo a parole come *fisionomia*, *agronomia*, *astronomia*, ecc., con cui sono in relazione i nomi d'agente *agronomo*, *astronomo*, ecc.

La difficoltà consiste nel primo componente. Si potrebbe pensare a *fotonomia* (purtroppo il primo componente ha soltanto valore di *luce*, e richiama soprattutto la *luce solare*) e a *flogonomia* (il verbo *φλέγω* vuol dire anche accendere; purtroppo il primo componente sarebbe isolato, e quindi difficile a imprimerli nella memoria) o addirittura a quello di *luminomia* (ma *lumi* è un po' arbitrario) ».

(Ing. D. CIVITA). — «... *lucicultura* suona male all'orecchio e non corrisponde allo scopo. Nè vale portare il paragone con *agricoltura* o con *puericoltura*, perchè in un caso si tratta di coltivazione della terra, e nell'altro dell'allevamento dei bambini. La traduzione letterale dell'indovinatosissimo termine francese *éclairagisme* ci porterebbe ad *illuminamento*, che sarebbe però da respingere, non avendo per noi lo stesso valore.

Io mi limiterei a rinunziare al termine unico, e direi « *tecnica della illuminazione* ». Anche il termine *lucetecnica*, analogo ad *elettrotecnica*, suonerebbe male. Ma se proprio si tenesse al motto, si potrebbe tentare di accoppiare l'espressione *logia* o a *luce* o, a *lumen*, e formare o *luceologia* (anche esso brutto) o *lumeologia*, che, pur nella sua improprietà, suonerebbe meglio. Mi auguro che i filologi chiamati a raccolta possano trovare una parola italiana più corrispondente allo scopo. Fino a tanto, io continuerò a parlare di « *tecnica della illuminazione* ».

Abbiamo ad esempio la *Scienza delle finanze*. Chi si è mai preoccupato di chiamarla diversamente? ».

(Ing. M. BÖHM). — « *Fotologia* »; seguendo per la creazione di parole nuove il criterio additato da Orazio:

*Graeco fonte parce detorta.*

(Ing. G. BISAZZA). — Non ritengo adatta allo scopo la parola « *lucicultura* » perchè non mi pare che essa esprima precisamente ciò che è nell'intenzione del Comitato.

La parola « *cultura* » nel suo significato vero vale *coltivazione* e solo nel senso traslato indica *erudizione*.

Ora, a me sembra che nelle parole composte venga ad essa attribuito il primo significato, e un nuovo vocabolo fondato sul senso traslato di « *cultura* » potrebbe, a mio parere, indurre in errore.

La lingua italiana non ha, credo, la libertà e la facilità di quella tedesca nella formazione delle parole composte. In italiano le parole composte si derivano generalmente da radici

latine o greche ed in esse l'eufonia dà regola per le necessarie modificazioni fonetiche.

Ho detto *generalmente*, perchè so anch'io di certe parole composte che tutte le volte che le leggo destano in me l'ilarità: così, per esempio, la parola « *ipercompaundato* », che mi richiama alla mente un uomo in paludamento da greco antico e col cappello a tuba.

Per la prima parte del vocabolo potrebbero, secondo me, essere prese in considerazione le radici derivanti da *Lampas* — che oltre il significato di *fiaccola* ha quello più lato di qualunque sorgente luminosa artificiale abbagliante — o, meglio, da *Lumen luminis* e *Lux lucis* di significato ben noto, *Lumen* indicando in special modo la sorgente luminosa, *Lux* il fenomeno della luce.

E per la seconda parte del vocabolo si potrebbero usare le desinenze — *solia* — *logia* — usate nelle parole: *filosofia*, *teosofia*, *elettrologia*, *mineralogia*, ecc.

Di modo che si verrebbe, in ultima analisi, alla parola *lampadologia*, *lucelogia*, e meglio ancora *lumenologia*, che, per ragioni fonetiche, si potrebbero ridurre in « *luminologia* »; che è la parola che io proporrei in sostituzione dell'altra « *lucicultura* ».

(Ing. G. LOCATELLI). — « .... dovendo foggare un nuovo vocabolo italiano, è buona regola ricorrere al greco; ed in tal caso si potrebbe, per es., formare una *fotonomia* o *fotomelia*... Sono però io stesso il primo a riconoscere che, con molta probabilità, queste parole faranno arricciare il naso a molti! ».

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### CONDUTTURE.

F. FARMER — Prove su cavi per alte tensioni isolati con carta. (J. A. I. E. E., Vol. 45, maggio 1926, N. 5, pag. 454).

L'A. si occupa delle prove che sono incluse nelle norme per i cavi e di alcune altre prove che, pur non essendo ancora nelle norme, aiutano tuttavia nella determinazione delle qualità dei cavi; discute i miglioramenti che sono stati fatti nelle prove, e accenna ai vari dettagli tecnici, mettendo in evidenza principalmente lo scopo ed il significato delle prove stesse.

Lo scopo delle prove di collaudo è in ogni caso quello di stabilire, se il materiale in esame è, oppure non è in grado di effettuare il servizio, a cui è destinato. L'isolamento, che in tutti gli apparecchi elettrici è importantissimo, nei cavi ad alta tensione è il fattore decisivo; d'altra parte, noi abbiamo molto minori conoscenze sugli isolanti elettrici, che sugli altri materiali che entrano nei vari apparecchi elettrici. Si capisce quindi, come per i cavi siano imposte prove particolarmente severe; dato anche, che il materiale isolante del cavo non può essere ispezionato, in servizio, sia per la guaina che lo protegge, sia per il fatto che in servizio esso è normalmente sotterrato.

Le prove sulla resistenza ohmica di isolamento, che erano molto usate nei primi tempi della tecnica, hanno oggi minore interesse; con l'avvento delle alte tensioni, ha perso di importanza la conoscenza dei mega  $\Omega$ /mm di un cavo; ma hanno acquistato interesse le differenze esistenti nei valori dei mega  $\Omega$ /mm di varie sezioni del cavo, perchè possono svelarci le sue disuniformità e sappiamo che uno dei principali problemi della tecnica moderna è quello della costruzione di cavi quanto più è possibile uniformi.

Le prove ad alta tensione possono essere divise in varie categorie:

Prove statiche: consistono nella applicazione di una certa tensione per un dato tempo, ad un rotolo di cavo o ad una intera linea. Il problema principale è quello della determinazione, della tensione e della durata della prova, per cui, senza che il cavo si deteriori, si possa assicurare che esso è sufficiente per lo scopo, per cui deve essere usato. Per il collaudo di un cavo non possiamo contentarci dei risultati ottenuti su di un provino; ma dobbiamo eseguire prove su tutto il cavo per metterci al sicuro da eventuali disuniformità o rotture accidentali.

La fig. 1 dà un'idea dell'andamento della curva « *tensione di perforazione - durata di applicazione* » per vari tratti di cavo.

Se in un tratto di cavo esiste un grave difetto accidentale (scropolatura, schiacciatura, ecc.), nell'isolamento, la curva relativa a quel tratto è del tipo A; una tensione moderata *a*, anche se applicata per poco tempo, provoca la perforazione dell'isolante. Se il difetto è minore la caratteristica è del tipo B; allora la tensione *a*, di poco superiore a quella di esercizio *M*, anche se applicata a lungo, non rivela il difetto. Può darsi talvolta che le qualità dell'isolante peggiorino ra-



pidamente con l'aumentare della sua temperatura (aumento dovuto, per esempio, alle perdite); la caratteristica è allora del tipo C e la tensione a rivela il difetto soltanto se è applicata per un tempo sufficientemente grande (per es. Y). Elementi normali di buon cavo debbono avere caratteristiche del tipo E oppure D; meglio se del tipo E. Per poter discernere i due tipi occorre applicare, per es., una tensione  $b$  per un tempo Y.

Emerge da quanto precede l'opportunità di una giudiziosa scelta del valore della tensione di prova e della durata della prova stessa; la tendenza moderna è di aumentare ambedue questi valori.

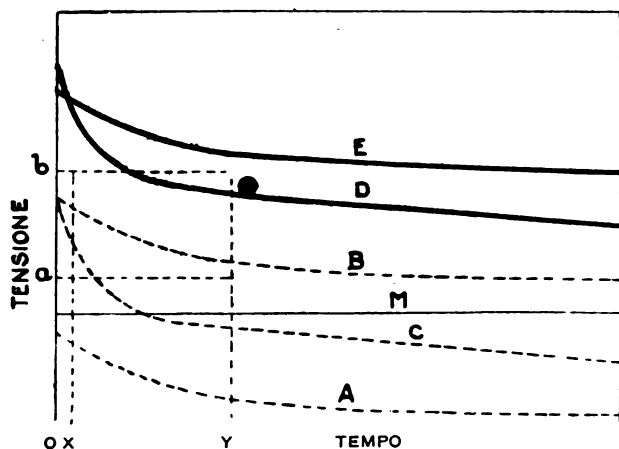


Fig. 1.

Le più recenti norme della « Association of Edison Illuminating Companies » prescrive una tensione uguale al doppio di quella di esercizio aumentata di 2000 volt ed una durata di applicazione di 15 minuti.

Le prove di tensione istantanea di rottura, che si eseguono su provini del cavo, possono fornire ben poca luce sulle qualità del cavo stesso e non si possono certo coordinare i valori della tensione istantanea così trovati, con quelli della tensione di lavoro. Dalla Tab. 1 si può però vedere che, negli ultimi anni, si è ottenuto un sensibile miglioramento nella resistenza del dielettrico.

TAV. I. — Resistenza del dielettrico del cavo.

Anni	Numero delle prove	Tensione media, in volt per mm, alla rottura		
		C-C	C-G	media
1923	260	291	283	287
1924	290	307	284	306
1925	106	354	357	355

C-C fra conduttori - C-G fra conduttore e guaina

Le prove sulla tensione continua di rottura sono di grande importanza perchè servono a determinare la tensione per cui un cavo può resistere indefinitamente; sono però molto costose e per quanto molto utili, ben poche se ne sono fatte fino ad oggi. Dalle prove eseguite su cavi trifasi si può dedurre che esiste un gradiente critico di circa 150 ÷ 160 v per mm al disotto del quale la vita del cavo può ritenersi infinita; per tensioni superiori al detto valore si è trovato che la vita stessa varia circa inversamente alla settima potenza del gradiente. Per cavi a filo unico si è pure riscontrata questa ultima proporzionalità; ma, per la mancanza di prove di lunga durata, non si è individuato il gradiente critico.

Le perdite nel dielettrico, che, nei primi tempi, avevano causato una serie di deficienze nel servizio, sono ora ridotte a valori così bassi da non destare più preoccupazioni; i loro valori medi sono infatti: per cavi da 30 kV circa 5 ÷ 2 watt per metro e per cavi da 13 kV circa 3 ÷ 0,7 watt per metro.

Un'altra misura che può essere utile per lo studio della uniformità del cavo è quella del fattore di potenza. Si ricavano criteri sulla uniformità di un tipo di cavo, confrontando fra loro i valori del fattore di potenza di vari cavi di quel tipo a una data temperatura (per es. a 80°) e mettendoli in relazione con i valori ottenuti a un'altra temperatura (p. es. a 20°).

Le prove di ionizzazione hanno lo scopo di assicurare la bontà della impregnazione; sappiamo che in un dielettrico solido e privo di gas, le perdite variano circa come il quadrato della tensione ed il fattore di potenza si mantiene costante fino a che la tensione non si avvicina al valore di rottura. Sappiamo anche che se è presente un gas, esso si ionizza anche per basse tensioni e il fattore di potenza parte da un valore costante, ma al crescere della tensione assume valori minori. Nelle prove di ionizzazione si determina la variazione del fattore di potenza del cavo fra una ventina ed un centinaio di volt per mm; questa variazione non deve superare una data percentuale. I pareri dei

tecnici sono ancora molto discordi nei riguardi del valore di queste prove e dei limiti da imporre.

Le prove di piegatura, che sono state introdotte in questi ultimi anni, hanno prodotto un notevole miglioramento nella qualità della carta dell'isolamento e nei processi di fabbricazione; infatti, mentre le prime prove davano luogo a screpolature e rotture negli isolamenti negli ultimi tre anni lo scarto per effetto delle piegature è caduto praticamente dal 21 % allo zero per cento.

Si eseguono spesso anche prove sui componenti del cavo: per es., quelle sulla carta, che consistono in prove sulla composizione, sulla resistenza a trazione, sulla tolleranza alle piegature, sulla resistenza dielettrica e sulla porosità. Sono importanti anche le prove sul compound, che viene estratto dai provini con benzolo ed altri solventi; esso può essere a base minerale o vegetale e ne può essere fatta la determinazione separando le sostanze saponificabili (vegetali) dalle insaponificabili (minerali). Per ridurre le perdite nel dielettrico si sostituisce al compound vegetale quello minerale; ma per i cavi ad alta tensione si verificò, dopo pochi mesi di esercizio, la presenza di un materiale leggero, a struttura cellulare (Wax) che si formava negli interstizi dell'isolante, e un forte numero di guasti.

Si sono eseguite esperienze per determinare il tempo che impiega questo materiale a formarsi sotto diversi gradienti e la fig. 2 mostra appunto una curva ricavata per il « Petrolatum ». La assenza di ogni segno di disintegrazione in queste prove, non è una garanzia assoluta; tuttavia è evidente che se una tensione abbastanza elevata, per un tempo relativamente lungo, non ha prodotta nessuna variazione, il caso di disintegrazione in servizio è piuttosto difficile.

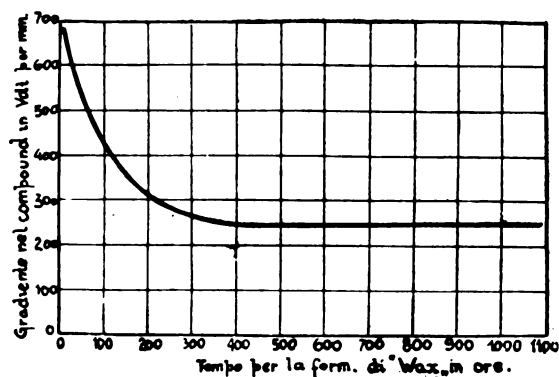


Fig. 2.

Nel progetto di un cavo (la cui tensione sarà stata scelta con opportuna considerazione delle spese e delle condizioni locali) sono elementi importanti: la spesa di impianto, le spese di manutenzione ed il rapporto della quantità di energia trasportata annualmente alla somma delle spese e degli interessi da corrispondere. Dovrà considerarsi che le spese di manutenzione sono molto sfavorevolmente influenzate dall'eventuale trascuratezza nella posa o da difetti accidentali nell'isolante, e che ogni guasto in un cavo porta una forte spesa per la rimozione e la sostituzione del tratto deteriorato, oltre agli inconvenienti della interruzione del servizio. E' quindi compito dei costruttori migliorare ognor più la qualità dei materiali ed i processi di costruzione. Per guidare tali miglioramenti sarebbe molto utile procedere ad esami periodici di cavi in esercizio e studiare sistematicamente su tronchi di cavo le cause che ne determinano la durata. G. Ba.

## MOTORI ELETTRICI.

W. C. PLUMER e J. W. DODGE — Equipaggiamento di comando dei motori per servizi ausiliari nelle grandi centrali. (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 617).

I servizi ausiliari delle grandi centrali termiche sono venuti assumendo da pochi anni una vitale importanza, e quindi non solo i motori elettrici, che ne sono gli animatori, ma anche tutto l'equipaggiamento necessario per la manovra, servizio e protezione di questi ultimi viene studiato apposta in causa delle maggiori necessità e difficoltà che si hanno in paragone delle comuni applicazioni industriali.

Infatti motori ed equipaggiamento devono soddisfare ad un servizio particolarmente pesante e continuo e spesso nelle condizioni peggiori possibili di ambiente e devono resistere ad ogni più forte sovraccarico, indipendentemente dalle protezioni, intese più che altro a non danneggiare il servizio.

Il motore asincrono con rotore a gabbia di scoiattolo è usato nella più larga misura ed avviato fin che è possibile a piena tensione. La sua protezione è affidata ad interruttori in olio e, per le più basse tensioni, a contattori magnetici influenzati per l'apertura da relais di sovraccarico; questi ultimi sono del tipo termico per i piccoli motori avviati a piena tensione, magnetici per gli altri. Spesso i relais sono usati in modo differenziale inserendo trasformatori serie fra la fine degli avvolgimenti ed il centro stella dello statore.

Il motore ad anelli, quasi sempre con rotore bifase, è naturalmente usato dove si richiedono variazioni di velocità ed è generalmente munito di un dispositivo per il riavviamento automatico dopo una caduta di tensione. Questo dispositivo è generalmente costituito da sezioni di resistenze che si chiudono in corto circuito attraverso contattori, comandati da relais speciali. Questi ultimi possono limitare la corrente oppure il tempo.

Dove però è necessaria una regolazione molto accurata della velocità è preferito il sistema con controller a tamburo, comandato da un servomotore, così da ottenere il funzionamento a distanza per mezzo di un solito comando a pulsanti. L'apparecchio, completato da interruttori automatici e relais protettivi, provvede anche al riavviamento dopo una interruzione, ed in questo caso esso riporta il motore alla stessa velocità di prima. Questo complesso è risultato molto pratico e quindi è stato molto applicato negli ultimi anni.

Quando sia richiesta una maggiore azione di regolazione della velocità di quella consentita ad un motore asincrono, si usano due motori accoppiati di diversa polarità. Per essi sono usati speciali controller a due tamburi provvisti di un meccanismo per il trasferimento del movimento da un tamburo all'altro del controller: ciò corrisponde al trasferimento del comando su un motore o sull'altro.

Il motore sincrono è raramente usato ed è sempre del tipo per l'avviamento a piena tensione; l'apparecchiatura ne è studiata in modo da avere il riavviamento e la sincronizzazione automatica dopo una caduta di tensione.

Il motore a corrente continua è usata principalmente per il servizio di alimentazione automatica del carbone, ed è del tipo impenetrabile alla polvere. Quando si richieda una regolazione dell'alimentazione mediante gli speciali regolatori della combustione, questi stabiliscono dei contatti elettrici i quali agiscono su gli apparecchi di regolazione della velocità del motore principale per mezzo di un servomotore.

Naturalmente tutti i dispositivi sopra accennati possono essere pure comandati a mano in qualunque momento secondo l'opportunità od il bisogno in casi di avaria della parte automatica. C. G. E.

\* \*

#### D. V. MC LENEGAN — Scelta degli apparecchi di comando per motori sincroni. (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 628).

La scelta di un'apparecchiatura di controllo per motori sincroni è subordinata a tre considerazioni:

1) Avere un sistema che dia le migliori caratteristiche di avviamento tenendo conto della sorgente di energia, del motore e della macchina comandata.

2) Ottenere la necessaria protezione nelle condizioni di avviamento e di funzionamento normali.

3) Disporre inoltre di un insieme di apparecchi di misura che diano modo all'operatore di far funzionare il motore nelle condizioni più favorevoli per l'economia dell'esercizio.

Il campo di applicazione dei motori sincroni si è in questi ultimi tempi notevolmente esteso, data la possibilità presentata da detti motori di migliorare il fattore di potenza, pur avendo nel tempo stesso un'efficienza sempre più notevole, particolarmente per grosse unità a bassa velocità. Il successo della loro applicazione ai vari casi dipende essenzialmente dalla scelta di un conveniente tipo di comando.

L'A. innanzi tutto esamina in quali condizioni sia opportuno l'avviamento a tensione normale e in quali convenga maggiormente l'uso della tensione ridotta.

Si preferisce normalmente avviare a tensione ridotta i motori con velocità superiore ai 600 giri destinati ad essere avviati a pieno carico.

L'avviamento a tensione ridotta dei motori ad alta velocità normalmente si ottiene per mezzo di un autotrasformatore, il quale dà la tensione più opportuna, più raramente si usa una resistenza primaria con sbarre a tensione ridotta.

Allo scopo poi di decidere se sia da applicarsi un avviatore automatico oppure no, bisogna esaminare: 1) Se per il caso in esame il carico sia così definito da permettere sempre un avviamento nelle stesse condizioni; 2) Se sia desiderabile eliminare il giudizio dell'operatore nella procedura dell'avviamento.

Nel caso di motori funzionanti con carichi variabili di volta in volta è preferibile l'opera di un esperto operatore il quale intuisca prontamente il momento giusto, in cui passare alle condizioni di funzionamento normale. Le migliori applicazioni di comandi automatici sono in ogni caso quelle, nelle quali le operazioni di avviamento sono ben definite ed in ogni caso soggette a poca variazione.

Passando dalla fase di avviamento a quella di funzionamento normale l'equipaggiamento di comando deve proteggere il motore dai guasti causabili da condizioni anormali di alimentazione e cioè: eccessiva corrente dovuta a sovraccarico o a corti circuiti sulla linea; mancanza di una fase, eccessiva caduta di tensione nella linea o nel circuito di eccitazione, ecc.

Si usano più frequentemente, per questo scopo, i relais del tipo

a tempo inverso e del tipo termico. Questi hanno la caratteristica di non entrare in azione se non quando la temperatura sorpassa il valore che il motore può sopportare negli avvolgimenti.

Il relais per sovraccorrente ha invece un'azione più pronta ed efficace in caso di fortissimi sovraccarichi improvvisi; ad esso è inoltrata devoluta la protezione per mancanza di una fase.

E' opportuno anche curare la protezione contro eccessive cadute di tensione, per le quali il motore può essere portato fuori sincronismo.

Devesi anche proteggere il motore da cadute di tensione eccessive nel circuito di eccitazione; queste nel caso di motori lenti possono provocare l'arresto sotto forti carichi, e per motori veloci costringono questi a funzionare come motore a induzione con pericolo per gli avvolgimenti di avviamento, i quali non sono calcolati per lungo funzionamento a pieno carico.

In aggiunta alle funzioni protettive, l'apparecchiatura di comando di un motore sincrono deve comprendere tutti quegli apparecchi di misura che permettono di far funzionare il motore alle condizioni più convenienti per l'esercizio. C. G. E.

#### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

##### A. HOYT TAYLOR — Relazione fra l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside e i fenomeni delle trasmissioni radio ad altissima frequenza. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 14, N. 4, agosto 1926, pag. 521).

Nelle radiocomunicazioni con onde corte si verifica sovente l'esistenza di zone intermedie nelle quali non si riceve alcun segnale. Lo studio di questo fenomeno, posto in relazione con l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside, può essere molto utile per la scelta delle lunghezze d'onda da usarsi per le comunicazioni a grande distanza. Da precedenti esperimenti è risultato che in media durante il giorno l'altezza di tale strato paragonato nei suoi effetti al riflettore equivalente, è di circa 240 km. Il fenomeno reale non è però la riflessione ma la refrazione, tuttavia esso può essere studiato graficamente senza ricorrere in inesattezze considerando la riflessione equivalente. In una trattazione generale basata sulla refrazione occorre considerare la presenza di quattro raggi: due polarizzati orizzontalmente e due circolarmente, i quali d'altra parte non occorre che siano coesistenti. Per semplicità, l'A. considera un solo raggio, quello che ha il più basso indice di refrazione e che in conseguenza è il primo a raggiungere la superficie della terra dopo la rifrazione.

E' stato dimostrato che, se l'altezza dello strato è di 240 km, l'onda più corta che può essere usata per le comunicazioni a grande distanza è di 14 metri. Questa conclusione non è contraddetta dai numerosi esperimenti, tuttavia, data l'altezza variabile dello strato di Heaviside, si è stimato interessante di estendere le ricerche alle trasmissioni con onde da 11 a 20 m effettuate nelle ore meridiane, durante le quali l'altezza risulta minore. I risultati sono in accordo con le precedenti esperienze e in base ad essi si è potuto calcolare approssimativamente l'altezza dello strato nelle varie epoche dell'anno e prevedere, entro certi limiti, quali sono i risultati che si possono ottenere con le varie lunghezze d'onda, per le quali si manifesta il fenomeno delle zone di silenzio, cioè praticamente con le onde inferiori a 60 metri.

Consideriamo la fig. 1, sia S una stazione trasmittente, la quale possa irradiare energia secondo raggi comunque inclinati sull'orizzonte. Il raggio orizzontale (che può essere trasmesso solo se la stazione si trova ad una certa altezza sul suolo, altrimenti verrebbe assorbito) raggiunge lo strato di Heaviside e, a causa della rifrazione, ritorna sulla terra ad una considerevole distanza dalla stazione trasmittente.

Nella figura,  $\alpha$  è l'angolo che la direzione di propagazione dell'energia forma con l'orizzonte,  $R$  il raggio della terra,  $h$  l'altezza dello strato di Heaviside,  $\theta$  la distanza angolare fra  $T$  ed il punto d'incontro della linea di propagazione dell'energia con lo strato di Heaviside.

Quando  $\alpha$  è superiore ad un valore limite critico  $\alpha'$ , il raggio refratto non torna sulla terra; considerando la riflessione equivalente si può dire che esista un valore critico  $\beta$  dell'angolo di riflessione, il quale è funzione della frequenza.

Per uno strato di altezza uniforme esiste fra  $\alpha'$ ,  $\beta$ ,  $\theta$ ,  $h$ ,  $R$  e  $\mu$  (indice di refrazione) la seguente relazione:

$$\cos(x + \theta) = \frac{R}{R + h} \cos \alpha = \sin \beta = \mu$$

La curva degli indici di refrazione, in funzione della lunghezza d'onda, è riportata nella fig. 2. Noto il valore di  $\mu$ , si può, per ogni lunghezza d'onda, calcolare il corrispondente valore critico di  $\alpha$  e determinare quindi l'ampiezza della zona di ricezione. Se una stazione trasmette nelle direzioni comprese fra gli angoli  $\alpha'$  e  $\alpha$  (che al limite è 0), si avranno corrispondentemente due valori di  $\theta$  e l'ampiezza della prima zona di ricezione sarà:

$$B = \frac{4\pi R}{360} (\theta - \theta')$$

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

Se si considera la riflessione determinata dalla superficie terrestre, si deduce che è possibile un succedersi alternativo di zone di ricezione e zone di silenzio. In generale, se  $B_n$  è la larghezza della ennesima zona di ricezione, sarà:

$$B_n = \frac{4\pi R n}{360} (\theta - \theta')$$

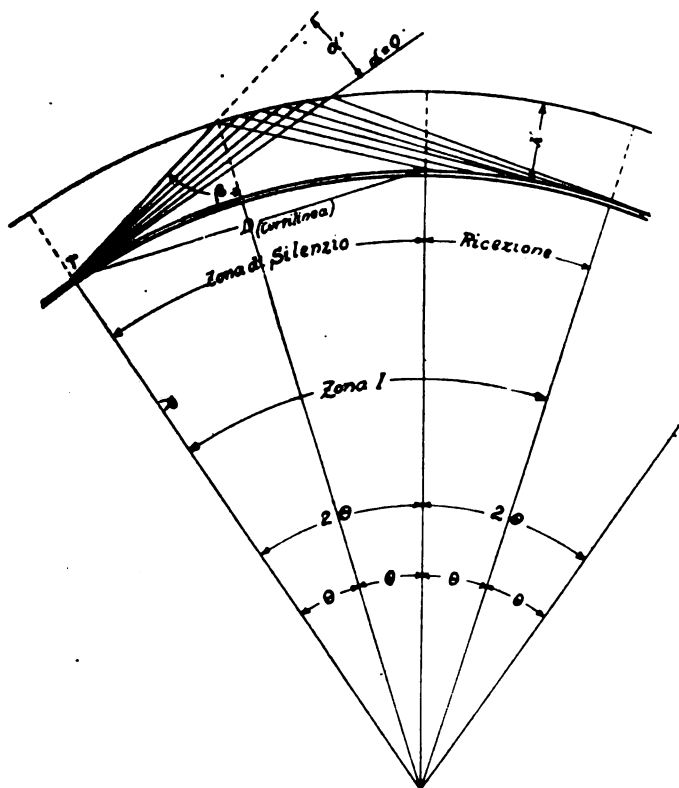


Fig. 1.

La zona seguente avrà una larghezza:

$$B_{n+1} = \frac{4\pi R}{360} (n+1) (\theta - \theta')$$

La zona di silenzio, intermedia fra le zone  $n$  e  $n+1$  di ricezione, avrà l'ampiezza:

$$G_n = \frac{4\pi R}{360} [(n+1)\theta' - n\theta]$$

rappresentato nella fig. 3. Esso si riferisce ad un'altezza (supposta uniforme) di 240 km dello strato di Heaviside e considera due lunghezze d'onda, che hanno rispettivamente zone di silenzio iniziali di 800 e 240 km. Il trasmettitore è posto in W. Il raggio di propagazione corrispondente all'angolo critico della prima onda è rappresentato con linea piena; quello della seconda con punti e linee. Il raggio uscente dal trasmettitore in direzione orizzontale è rappresentato da linee e due punti e quello relativo ad  $\alpha = 3^\circ$  da linee e due punti.

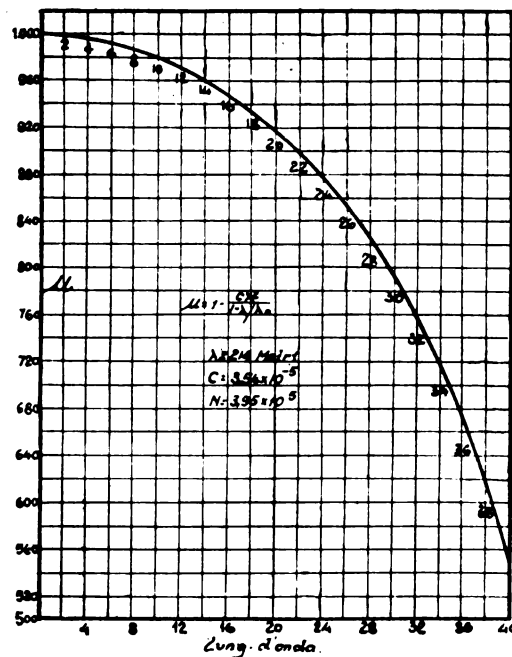


Fig. 2.

Se il trasmettitore può emettere tutti i raggi di direzione compresa fra l'orizzonte e l'angolo critico, per la prima lunghezza d'onda la prima zona di ricezione va da 800 a 3200 km, la seconda zona da 1600 a 3200, la terza da 2400 a 4000, ecc.

Il diagramma per questo raggio non è stato tracciato al di là di 4000 km. Nella regione fra 1600 e 2400 km si ha la sovrapposizione di due specie di raggi, l'una delle quali ha subito una riflessione, l'altra ne ha subito due. Nella regione fra 2400 e 2800 vi sono tre specie di raggi, fra 2800 e 3200 ve ne sono due. Al di là di 3200 km si ha sempre la sovrapposizione di tre o più specie di raggi. Se, tenendo conto dell'inevitabile assorbimento dei raggi più bassi per effetto del terreno, si trascurano quelli con inclinazione inferiore a  $3^\circ$ , la prima

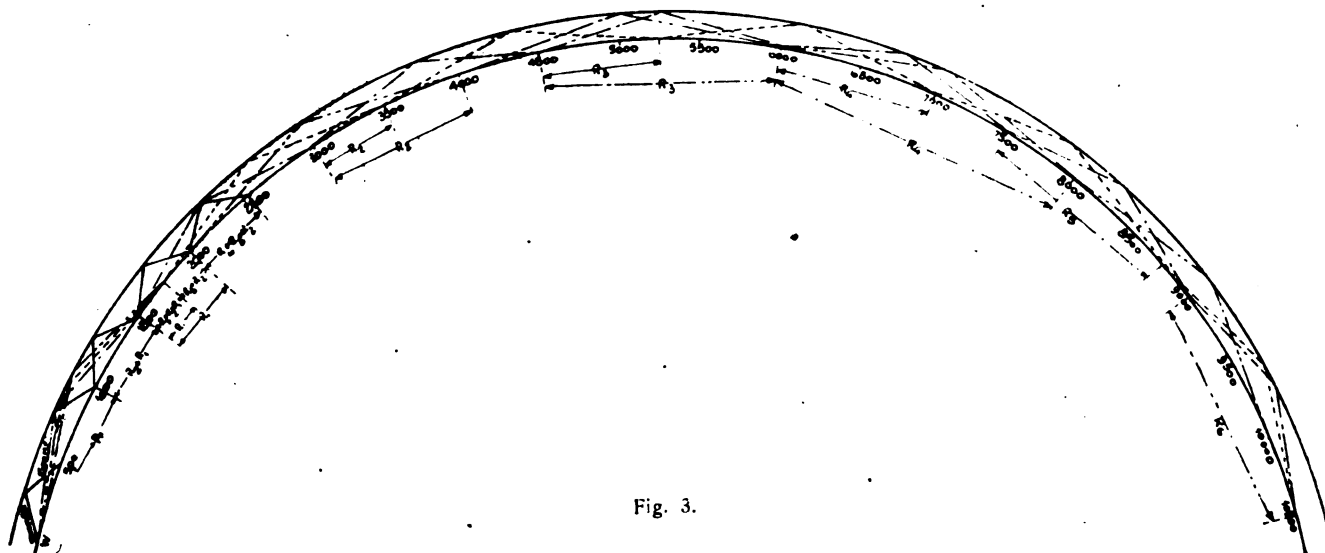


Fig. 3.

Non si hanno zone di silenzio quando questa espressione è negativa, cioè quando  $n\theta \geq (n+1)\theta'$  ossia  $n \geq \frac{\theta'}{\theta - \theta'}$ .

Un caso limite per onde cortissime si verifica quando  $\mu = 1$ , perché allora:

$$\cos \alpha' = \frac{R+h}{R}$$

Questa relazione può sussistere solo per  $h = 0$ , ossia soltanto nel caso che lo strato abbia altezza piccolissima le onde molto corte possono essere impiegate per distanze superiori a poche miglia.

Un esempio grafico del modo di svolgersi di questi fenomeni è

zona di ricezione cade fra 800 e 2800 miglia, ma si ha ancora una buona sovrapposizione fra le zone susseguenti, in modo che, anche in questo caso, non si hanno altre zone di silenzio, dopo quella iniziale.

Per la seconda lunghezza d'onda la prima zona di ricezione va da 2400 a 3200 km, la seconda da 4800 e 6400, la terza da 8000 a 9600. Al di là di 9600 la ricezione diviene continua. Il diagramma cessa a 12.800 km. Trascurando anche in questo caso i raggi inferiori a  $3^\circ$  la distribuzione delle zone di ricezione diviene la seguente: la prima va da 2400 a 2800, la seconda da 4800 a 5600, la terza da 7200 a 8400, la quarta da 9600 a 10.200, la quinta da 11.000 a 14.100 e la sesta da 14.400 a 16.900. In altri termini occorre che il raggio

arrivi agli antipodi, prima che sia eliminato l'alternarsi di zone di ricezione e di silenzio.

Poichè è impossibile che l'altezza dello strato sia uniforme per una estensione così grande la trattazione svolta non rappresenta un caso reale. Tuttavia essa mostra l'andamento generale del fenomeno e i dati sperimentali raccolti concordano con essa. La teoria svolta, applicata ad onde alquanto più lunghe, mostra che anche con esse si possono avere zone di silenzio se lo strato è sufficientemente alto.

Poichè l'altezza dello strato di Heaviside non è costante, per meglio studiare l'influenza di questa sulla propagazione delle onde corte l'A. ha tracciati, con l'aiuto delle formule precedenti, cinque diagrammi, corrispondenti alle altezze 160, 240, 360, 480 e 800 km (ossia 100, 150, 225, 300 e 500 miglia) dello strato, dai quali si possono ricavare i valori di  $\theta$  in funzione di  $\alpha$ . Ammettendo che i raggi discendenti dallo strato di Heaviside siano di nuovo riflessi verso l'alto con angoli eguali, la zona dove i raggi arrivano sulla terra dopo avere subito due riflessioni è indicata dalla curva n. 2 e così per le successive.

Nelle stesse figure la curva in alto a destra dà i valori critici di  $\alpha$  in funzione della lunghezza d'onda. Con gli elementi ricavati da questa curva sono state tracciate le linee orizzontali del diagramma principale, corrispondenti alle varie lunghezze d'onda e la cui ordinata ci dà, per la lunghezza d'onda corrispondente, il massimo angolo di radiazione impiegabile per le comunicazioni a grande distanza. La determinazione dell'angolo limite inferiore è più difficile, in quanto esso dipende dal tipo dell'antenna e dal sistema di eccitazione di questa.

Dallo stesso diagramma si ricava anche, per quella data altezza dello strato, la lunghezza d'onda minima che può essere usata per le comunicazioni a grande distanza. Per il caso della fig. 4 tale lunghezza d'onda è di 11,8 metri.

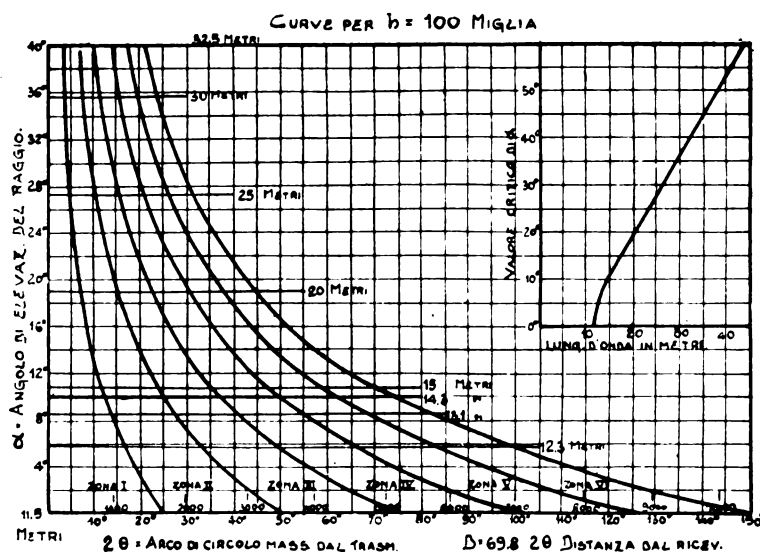


Fig. 4.

Per meglio comprendere l'uso del diagramma, consideriamo ad esempio una trasmissione su onda di 20 metri. La linea di questa onda taglia l'asse delle ordinate a  $19^\circ$  circa. Dall'intersezione di questa retta con la curva della zona I si ricava che il limite della prima zona di silenzio è di  $7,2^\circ$  di circolo massimo mentre la prima zona di ricezione si estende da  $7,2^\circ$  fino a  $25^\circ$ . Abbassando poi l'ordinata del punto di incontro della curva della zona II con la retta dei 20 m, fino a incontrare la curva della zona I, si rileva che quest'ultimo punto di intersezione ha per ordinata  $\alpha = 7^\circ$ . Ciò significa che trasmettendo con raggi aventi inclinazione fra  $7^\circ$  e  $19^\circ$  non si hanno altre zone di silenzio dopo la prima.

Considerando l'onda di 12,3 m si ha che l'angolo critico è di  $5,7^\circ$ , che la prima zona di ricezione si estende da  $16,5^\circ$  a  $25^\circ$  di circolo massimo e, ripetendo le operazioni compiute per  $\lambda = 20$  m, si trova che la perpendicolare non incontra la curva della zona I, il che significa che fra  $25^\circ$  e  $32,5^\circ$  non si ha ricezione. L'esistenza di tale intervallo è stata verificata sperimentalmente più volte.

L'altezza dello strato di Heaviside nelle varie ore della giornata e nelle varie epoche dell'anno ha approssimativamente i seguenti valori: 240 km (150 miglia) intorno al mezzogiorno alla metà dell'inverno o per le ultime ore del pomeriggio e per la mattina in primavera e in autunno, 360 km (225 miglia) intorno alla mezzanotte nell'estate, 480 km (300 miglia) intorno alla mezzanotte in primavera e in autunno e 800 (500) intorno alla mezzanotte nella metà dell'inverno. Per tali altezze dello strato si ricavano dai diagrammi predetti le seguenti lunghezze d'onda minime, che possono essere rispettivamente usate per le comunicazioni a grande distanza: m 11,5, 14, 16,5, 19, 25.

Considerando ad esempio una trasmissione su onda di 20 m l'influenza dell'altezza dello strato di Heaviside può essere messa in rilievo dal confronto dei diagrammi delle figure 4 e 5. Per  $h = 100$  miglia il limite della prima zona di silenzio è a  $7^\circ$  e dopo la prima

non vi sono altre zone di silenzio, mentre l'angolo critico è di  $19^\circ$ . Per  $h = 300$  invece l'angolo critico è di  $7^\circ,5$ , il limite della prima

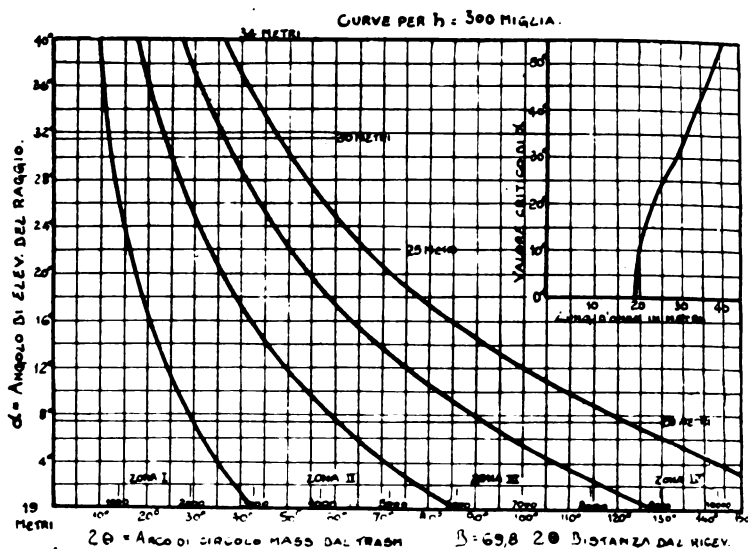


Fig. 5.

zona di silenzio è a  $\theta = 30^\circ,5$ , se ne ha una seconda fra  $\theta = 43^\circ$  e  $\theta = 61^\circ$  e infine una terza. Dagli stessi diagrammi si possono anche trarre interessanti conclusioni nei riguardi della forza dei segnali. Infatti per una stazione ricevente, posta a 8800 km (5500 miglia), si ha nel caso della fig. 4 la ricezione dopo quattro riflessioni, mentre si ha solo dopo due nel caso della fig. 5. Poichè non c'è ragione di ritenere che vi siano delle perdite per assorbimento negli alti strati dell'atmosfera, mentre queste sono invece notevoli nelle riflessioni da parte della terra, così è logico supporre che la ricezione sia molto più intensa nel secondo dei due casi esaminati.

In generale, nelle ricezioni a forti distanze, l'altezza dello strato è assai diversa lungo il percorso delle onde elettromagnetiche; ed in conseguenza, differenti raggi che hanno compiuto diversi percorsi vanno ad influenzare il ricevitore. Ciò deve naturalmente portare una diminuzione degli effetti di attenuazione come infatti si rileva sperimentalmente.

Il principale vantaggio delle onde corte è quello di poter raggiungere il luogo desiderato percorrendo gli alti strati dell'atmosfera e con pochissime riflessioni sulla terra e di essere perciò praticamente esenti dagli assorbimenti prodotti dal suolo. Ciò non può invece ottenersi con onde più lunghe, perchè per queste i raggi di piccola inclinazione sono facilmente assorbiti dalla terra e quelli di maggior inclinazione richiederebbero, per essere refratti, una troppo grande altezza dello strato di Heaviside. Procedendo in modo inverso si è tentato di ricavare l'altezza dello strato di Heaviside nelle varie epoche dell'anno in base alle osservazioni eseguite sul modo di propagarsi delle varie onde. Da esperienze su onde di 40 m sarebbe risultato che nell'inverno 1925-1926 l'altezza massima è stata di 880 km il che sarebbe confermato anche da altre esperienze effettuate con onde di 21 e 27 metri.

Le curve che abbiamo precedentemente analizzato si riferiscono a una condizione puramente ideale, cioè suppongono che l'altezza

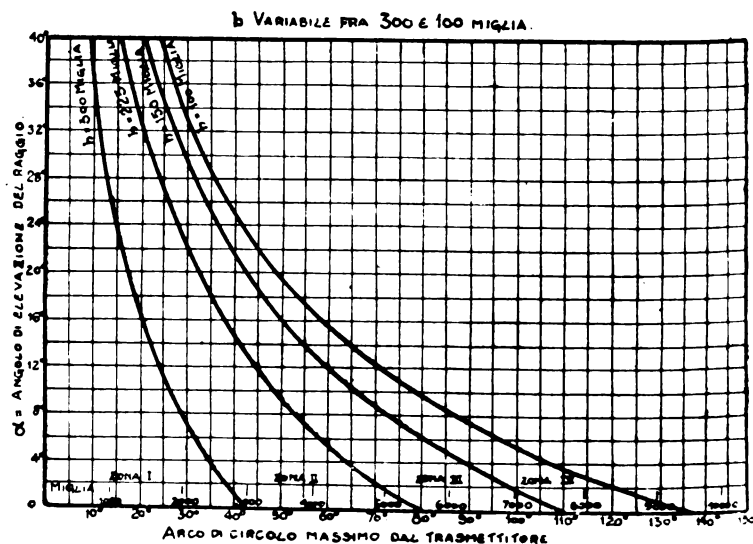


Fig. 6.

dello strato sia costante per tutto il percorso delle onde elettromagnetiche, mentre in realtà essa è diversa da punto a punto. Per ri-

solvere il problema, cercando di avvicinarsi più alla realtà, si sono costruite altre curve, ad esempio quelle delle figure 6 e 7, che considerano differenti altezze dello strato per ogni zona di riflessione. Anche ciò non risponde esattamente al vero, in quanto l'energia ricevuta in una data zona può essere stata riflessa dallo zenit di altre zone e quindi da un'altezza diversa da quella considerata. Riferendosi alla fig. 6 esaminiamo per esempio il caso di una trasmissione su onda di 20 m effettuata in direzione W E nelle ultime ore diurne dell'estate, in modo cioè che la ricezione sia effettuata in una località nella quale è già notte. Dalla fig. 4 si ricava che per un'altezza dello strato relativa alla prima zona è necessario usare i raggi superiori a  $19^\circ$  e che la prima zona si estende da  $7^\circ$  a  $25^\circ$ . Per la seconda zona i diagrammi riferentisi ad un'altezza dello strato di 150 miglia da noi non riprodotti mostrano che sono utilizzabili i raggi aventi inclinazione inferiore a  $15^\circ,2$  e pertanto la seconda zona di ricezione si sovrappone alla prima. Quando si passa alla zona quarta si vede dalla fig. 5 che i raggi utilizzabili sono quelli di inclinazione inferiore a  $7^\circ,5$ , di modo che questa zona non si sovrappone alla terza. Praticamente però al di là dei  $7^\circ$  si ha una ricezione quasi continua. Riferendoci invece al caso della fig. 7, cioè di una trasmissione eseguita nella notte verso località in cui è giorno, si osserva (fig. 5) che si è obbligati a partire con raggi non maggiori di  $7^\circ,5$  e pertanto non si ha ricezione fino a  $31^\circ$ , vale a dire per circa 3200 km (2000 miglia). Inoltre essendo stati eliminati fin da principio i raggi con inclinazione maggiore, vi è una larga zona di silenzio da  $33^\circ$  a  $55^\circ$ , dopo la quale la ricezione diviene continua.

P. VARIABILE FRA 100 E 300 MIGLIA

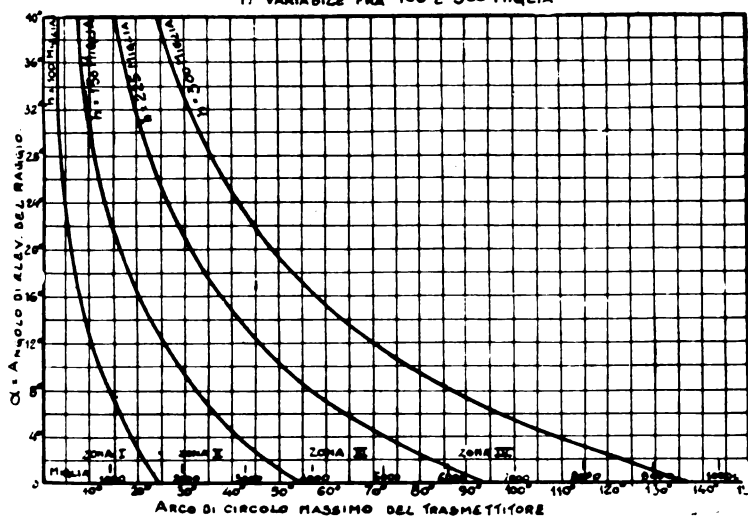


Fig. 7.

Sembra a tutta prima che, se una trasmissione raggiunge un dato punto, deve essere possibile eseguire una comunicazione anche in senso inverso. In realtà, trattandosi di fenomeni che interessano un fascio di raggi, i quali vengono riflessi attraverso un'atmosfera di elettroni in presenza di un campo magnetico, è logico ritenere che i raggi di ritorno abbiano stati di polarizzazione completamente differente da quelli dei raggi di andata e che perciò le trasmissioni siano irreversibili. Al riguardo l'A. cita alcuni esempi di trasmissioni eseguite nell'inverno sempre nella direzione W E e ne conclude che in questa direzione le trasmissioni debbono essere fatte d'inverno con onde superiori ai 23 m e d'estate ai 9 m. Infine per ottenere i segnali della massima intensità possibile conviene impiegare onde per le quali si abbia il minimo numero di riflessioni, in modo da avere il minimo assorbimento. Occorre perciò usare raggi con inclinazione vicina al più possibile all'angolo limite.

Nei riguardi delle comunicazioni per N. S. i casi limiti si avranno presumibilmente quando si ha inverno al sud ed estate al nord e viceversa. In questi periodi le trasmissioni nei due sensi non avvengono nelle medesime condizioni. In primavera e in autunno le condizioni sono invece pressoché uniformi per l'intera distanza.

Infine l'A. cita il caso della stazione  $2 \times S$  della Radio Corporation, per la quale i segnali sono ricevuti in punti distanti da 200 a 600 miglia, che dovrebbero invece trovarsi in zone di silenzio. Questa anomalia risulta da un gran numero di osservazioni e moltissimi sono stati i tentativi per spiegarla. Anzitutto si è pensato che i segnali viaggiassero intorno al globo senza subire riflessione, ma ciò è inammissibile inquantoché i segnali sono ricevuti molto forti. Si è cercato allora di spiegarla ammettendo che vicino a  $2 \times S$  potesse esservi un effetto dovuto ad una ionizzazione provocata da varie sorgenti che, come è noto, esistono nelle vicinanze delle città industriali. Pur ammettendo che tale ionizzazione esista, è difficile però ritenere che questa possa essere tale da provocare una rifrazione che dia luogo ad altre onde, oltre quelle refratte dallo strato di Heaviside. Il radiatore di  $2 \times S$  è doppio e irradia onde polarizzate orizzontalmente, ma ciò non può spiegare l'anomalia, infatti aerei di questi tipi sono stati largamente usati nei Laboratori della Radio Corporation e sempre hanno dato luogo a zone di silenzio. L'impiego del riflettore a  $2 \times S$  non sembra, almeno teoricamente, che possa spiegare questa ano-

malia. Se la stazione fosse molto elevata dal suolo si potrebbe ritenere che l'onda corrente lungo la superficie terrestre compia un grande percorso prima di essere assorbita. In questa guisa si potrebbe ammettere la possibilità, per antenne sufficientemente elevate, di eseguire comunicazioni con i raggi diretti in modo da eliminare la prima zona di silenzio. Questo è stato frequentemente dimostrato con esperienze eseguite per mezzo di aeroplani.

C. Mt.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

### A. E. ANDERSON — Interruttori a richiusura automatica per alimentatori di linee di trazione a corrente continua. (Gen. El. Rev., agosto 1926, pag. 559).

Nelle prime sottostazioni automatiche per trazione erano già stati introdotti gli interruttori a richiusura automatica sugli alimentatori: essi erano del tipo a limitazione del carico; in caso cioè di sovraccarico su di un dato alimentatore, veniva inserita una resistenza in modo da permettere il funzionamento delle vetture sulla linea ad una velocità ridotta senza sovraccaricare le macchine adibite alla conversione; inoltre per l'inserzione di tale resistenza si tendeva a spostare il carico su altre sottostazioni.

In caso poi che il sovraccarico durasse troppo tempo in modo da causare un eccessivo riscaldamento della resistenza inserita, interveniva un relais termico ad aprire un contattore, che staccava l'alimentatore finché la resistenza non si fosse convenientemente raffreddata.

Ma col crescente sviluppo delle sottostazioni automatiche si sentì la necessità di sviluppare altri sistemi di comando: i tipi di linee prese in considerazione sono tre: a 600 volt sia con limitazione che con indicazione del carico, a 1500 volt sia con indicazione del carico che con sezionamento della linea, a 3000 volt con indicazione e limitazione del carico combinate. Per indicazione del carico si intende l'adozione di una resistenza nel circuito di alimentazione tale da limitare il valore massimo della corrente ad una piccola frazione di quello normale; questa piccola corrente serve a misurare la resistenza del carico, di qui la denominazione data di corrente « di indicazione » o « di misura » del carico.

Effettivamente anche l'alimentatore a limitazione di carico funziona all'incirca in modo uguale; ma i due termini sono usati per distinguere tra i valori relativi delle correnti in gioco.

In caso di corto circuito, l'alimentatore a indicazione di carico permette il passaggio di un piccolo percento della corrente, mentre nello schema a limitazione del carico la corrente può aumentare di parecchie volte il valore normale, fino a quando la resistenza è staccata dal relais termico.

Negli impianti a 600 volt con limitazione del carico si ricorre ad un contattore mantenuto magneticamente nella posizione di chiuso: risponde allo schema prima indicato ed è usato su linee tramviarie suburbane. Negli impianti invece con indicazione del carico si può ricorrere o a un contattore tenuto chiuso magneticamente e il cui scatto dipende dalla rapidità di variazione della corrente o ad un interruttore che viene mantenuto chiuso con arpionismo o ad un interruttore ultrarapido pure tenuto chiuso magneticamente. Il primo dispositivo si adotta quando si vuole che l'alimentatore venga staccato in caso di improvviso sovraccarico e non per aumenti graduali di corrente, indipendentemente dal loro valore finale. Il secondo trova lo stesso impiego, però ha il vantaggio di rimanere chiuso anche in caso di abbassamento di tensione, essendo la chiusura puramente meccanica. L'ultimo dispositivo si adotta quando si voglia introdurre l'uso degli interruttori ultrarapidi per impedire che l'effetto di un sovraccarico su di un alimentatore si ripercuota sulle macchine e sugli altri alimentatori, come è stato fatto in servizi di trazione urbani molto intensi.

Negli impianti a 1500 volt con indicazione del carico si ricorre a un interruttore ultrarapido tenuto chiuso magneticamente. Invece negli impianti a 1500 volt con sezionamento della linea si usa oltre all'interruttore ultrarapido il sistema del comando unico a distanza. Finalmente negli impianti a 3000 volt con indicazione e limitazione del carico combinato, si ricorre a contattori e interruttori ultra rapidi tenuti chiusi magneticamente: qui si sono presentati dei problemi nuovi non comuni agli altri sistemi, perché in generale in queste elettrificazioni si tratta di linee principali con treni pesanti sulla linea e con grandi distanze tra le stazioni. Si vide che se si applica un aumento di tensione troppo brusco ne può derivare, per l'improvviso aumento nello sforzo di trazione, o uno slittamento alle ruote o uno strappo ai ganci: perciò la parte a indicazione di carico dello schema svela se esiste un corto circuito sulla linea, mentre la parte a limitazione coadiuva l'azione delle resistenze di avviamento del locomotore.

C. G. E.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**



---



---

**:: :: :: CRONACA :: :: ::**


---



---

**CONCORSI.**

Gli impianti idroelettrici nella Serbia Meridionale vanno assumendo una grande importanza e devono richiamare tutta l'attenzione degli industriali italiani, i quali potrebbero vantaggiosamente concorrere con le Case tedesche o ungheresi che fino ad ora sono state le uniche fornitrici. Da informazioni ufficiali risulta che importanti lavori sono in progetto. Recentemente l'impianto idroelettrico di Tetovo è stato gravemente danneggiato per il crollo parziale del canale di presa in seguito, secondo quando si afferma, a errori tecnici nella costruzione; l'impianto per il quale non si sono disposti serbatoi di ritenuta ha una potenza che può arrivare a oltre 2400 kW in tempi di piena, mentre scende a meno di 500 kW nei periodi di magra. E' progettato uno sbarramento sul fiume Bistrica presso Pec per una centrale di 750 kW. Sono in corso gli studi per lo sbarramento del fiume Tresca, per sfruttare un salto di 64 metri e ricavare una potenza di 15.000 kW. Sono stati iniziati gli studi per il collegamento, con un canale, dei due laghi di Ocrida e di Prespa con che si otterrebbe una enorme capacità di serbatoi e una disponibilità di energia che si asse- risce non inferiore a quella delle cascate del Niagara. Le Ditte italiane che volessero interessarsi a questi lavori possono rivolgersi al Ministero della Economia Nazionale in Roma.

**MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.**

Un nuovo laboratorio per prove ad altissima tensione è stato recentemente inaugurato alla Stanford University (Jr. S. U.); esso permetterà di realizzare differenze di potenziale fino oltre due milioni di volt, alle frequenze commerciali. L'impianto è costato circa 275.000 dollari. Il laboratorio costituisce un grande capannone di m. 60x28 e alto 16 metri; un lato di esso è interamente munito di parti scorrevoli per permettere di fare connessioni ad alta tensione con linee sperimentali esterne. L'equipaggiamento consiste di 6 trasformatori da 350.000 volt ciascuno avente due avvolgimenti primari e un secondario, in modo da permettere una migliore regolazione della tensione; ogni trasformatore possiede uno speciale avvolgimento di misura che permette di valutare la tensione con l'approssimazione del 0,5 %. I trasformatori possono anche essere connessi in modo da alimentare un sistema trifase a 1.212.000 V. La sorgente di energia è rappresentata da due generatori da 1050 kVA, ad onda perfettamente sinusoidale, e che possono essere connessi in serie o in parallelo in modo da dare 2300 V o 1150 V. Il programma di lavoro che il laboratorio si propone di compiere nei prossimi anni, riguarda specialmente il fenomeno corona, la misura delle perdite nelle grandi linee di trasmissione e il comportamento degli isolatori ad altissima tensione.

---



---

**:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::**


---



---

**Movimento delle Società Elettriche.****BILANCI E DIVIDENDI.**

*Soc. An. Elettrica Tridentina* — Milano. — Capit. L. 125.000.000. Il bilancio dell'esercizio chiuso il 31 dicembre 1926 presenta un piccolo utile di L. 157.094. Come è noto la Società è nel periodo di costruzione dei suoi impianti alcuni dei quali entreranno in servizio nell'anno prossimo.

*Soc. An. Gas Elettricità di Incino Erba.* Venne approvato il bilancio col dividendo di L. 30 per ogni azione da L. 250.

*Società Generale Elettrica della Sicilia* — Milano. — Capitale L. 120.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1926 che contempla un utile di L. 13.438.557 sul quale viene distribuito un dividendo del 10 %.

*Società Brioschi per Imprese Elettriche* — Milano Capitale L. 48.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso il 31 dicembre 1926, che presenta un utile netto di L. 5.454.771 sul quale si assegna un dividendo di L. 27,50 a ciascuna azione vecchia.

*Società Elettrica della Venezia Giulia* — Trieste. — Capitale L. 30.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1926 con un utile di L. 2.401.760 che permette di assegnare al capitale un dividendo del 9 %.

*Soc. Elettrica Alto Cremonese* — Milano — Capitale L. 2.400.000. Il bilancio ora approvato contempla un utile di L. 256.609; viene distribuito un dividendo di L. 12 per ogni azione.

*Società Ligure Toscana di Elettricità* — Livorno. — Capitale L. 260.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1926 distribuendo agli azionisti un dividendo di L. 20 per azione.

*Officine Elettro Ferroviarie* — Milano. — Capitale L. 12.000.000. E' stato approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che ha presentato un utile di L. 1.502.344, sul quale si assegna alle azioni un dividendo del 10 %.

*Soc. Generale Italiana Edison di Elettricità* — Milano. — Capitale L. 712.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1926. Esso contempla un utile di L. 81.698.514 che permette di assegnare un dividendo di L. 45 a ciascuna delle 1.512.600 azioni ordinarie a godimento intero.

**VARIAZIONI DI CAPITALE.**

*Soc. Generale Elettrica della Sicilia* — Milano.

Venne deliberato di procedere alla emissione di obbligazioni in dollari per un ammontare iniziale di 5.000.000 di dollari, ipotecarie, al 7 %. Inoltre è stato deliberato l'aumento del capitale sociale di L. 120.000.000 a L. 180.000.000 mediante emissione di 600.000 azioni nuove da L. 100.

\* \*

Il Consiglio della Lega delle Nazioni ha tenuto a Ginevra la sua ultima sessione sotto la presidenza del ministro tedesco, Stresemann. Molte sono le cose imprevedute a cui la vita politica fa assistere, ma quest'ultima è certo fra quelle che pochissimi anni or sono nessuno avrebbe potuto concepire come possibile. In ogni modo chi ama la causa della pace europea non ha che da rallegrarsi della rapida evoluzione successa e della quale il fatto a cui accennavamo è il sintomo più evidente.

Del resto la sessione del Consiglio non ha avuto momenti drammatici sebbene vi fossero in discussione delle questioni scottanti, come quella delle minoranze dell'Alta Slesia e l'assetto del territorio della Sarre. Intorno a queste due questioni appunto si concentrò l'interesse delle discussioni.

Per l'Alta Slesia si addivenne a un progetto di transazione che dà soddisfazione parziale ad entrambi le parti cioè alla Germania e alla Polonia. Per la Sarre si approvò un progetto studiato dal rappresentante italiano, Scialoja, secondo il quale si arriverà ad una organizzazione ferroviaria che, garantendo gli interessi francesi, permetterà d'altra parte il ritiro delle truppe di occupazione.

Ha iniziato le sue riunioni a Ginevra anche il Comitato della Società delle Nazioni per la limitazione degli armamenti. Non è troppo probabile che i risultati pratici raggiungibili siano molto importanti.

Anche la Conferenza per le limitazioni degli armamenti navali, proposta come è noto dall'America, non raccoglie molti suffragi. Nella migliore delle ipotesi sarà una Conferenza a tre, fra Stati Uniti, Inghilterra e Giappone, alla quale né Francia, né Italia parteciperanno, e quanto pare, nemmeno con degli osservatori.

Il momento politico generale non è molto propizio per gli auspici del disarmo. Al Consiglio della Società delle Nazioni, il Ministro inglese ha tenuto, sui rapporti colla Russia, un discorso di somma energia che è stato da molti interpretato quasi come una diana di guerra. La situazione cinese che va precipitando rapidamente verso una inevitabile catastrofe, acuisce sempre più il dissidio anglo-russo che sta divenendo il perno della situazione politica mondiale.

L'azione politica della Russia in Europa procede incerta e saltuaria. Si annuncia ora che il Governo dei Soviet avrebbe iniziato una politica di avvicinamento agli Stati Baltici cominciando con un patto di non aggressione stipulato con l'Estonia. Si è anche voluto che si mai perchè, interpretare questa mossa imprevista come un ripicco alla ratifica italiana al patto per la Bessarabia.

A Parigi la Russia ha ripreso i contatti pel Trattato di Commercio e per il regolamento dei debiti russi. Le richieste francesi si sono concentrate nella cifra di 82 milioni di franchi oro, pagabili ogni anno per la durata di 65 anni. Le trattative durano ancora e non è difficile immaginare che dureranno ancora dell'altro!

Nei riguardi dell'Inghilterra, la Russia ha assunto un tono di decisa ostilità rispondendo con singolare asprezza alle osservazioni che Chamberlain aveva pubblicamente avanzato in seno al Consiglio della Società delle Nazioni.

\* \*

L'azione politica internazionale dell'Italia nello scorso mese di marzo si è imperniata specialmente su due fatti principali che hanno richiamato la più viva attenzione ed i più disparati commenti degli ambienti politici d'Europa.

Come è noto l'Italia, insieme alle altre maggiori Potenze ex alleate di guerra, aveva partecipato al Patto concluso il 28 ottobre 1920 a Parigi per l'assegnazione della Bessarabia alla Romania e per il riconoscimento giuridico della sovranità romena, piena e completa su quella Provincia. Il Trattato era stato ratificato sollecitamente dalla Francia e dall'Inghilterra ma non poteva considerarsi ufficialmente in vigore mancando la ratifica di un terzo Stato contraente.

Questo Stato non poteva essere che il Giappone o l'Italia. Ora, mentre il Giappone si disinteressava della questione, l'Italia non aveva ancora creduto di addivenire alla ratifica. Aveva bensì ripetutamente affermato di riconoscere l'impegno preso a Parigi ma si era sempre riservata di attendere, per la ratifica, il momento che le sembrasse più opportuno.

Questo ritardo nell'azione italiana aveva gravato dannosamente fin qui sulle relazioni italo-romene ed aveva dato buon gioco ai nostri avversari politici di commentarlo a Bucarest come un atto di ostilità. Anche nel recente Patto di amicizia stipulato colla Romania dopo l'avvento al potere del generale Avarescu, la questione non era stata risolta, sebbene fosse intervenuto pubblicamente fra i due Governi uno scambio di lettere sull'argomento, dalle quali risultava ancora una volta l'intenzione dell'Italia di rendere perfetto il Patto di Parigi.

Le ragioni che hanno indotto l'Italia a frapporre così lungo indugio per compiere l'atto formale di ratifica avevano riguardo alla particolare situazione politica esistente fra la Romania e la Russia. Questa ultima, come si sa, non ha mai voluto riconoscere l'annessione romena della Bessarabia sulla quale rivendica decisamente la sua sovranità. E' questo anzi uno dei punti neri dell'orizzonte politico europeo e una delle misure incombenti sulla pace del mondo, dato lo stato di tensione che regna fra le due Potenze confinanti.

L'Italia, trovandosi in relazioni diplomatiche buone colla Repubblica dei Soviet, ha cercato ripetutamente di interporre la propria azione amichevole per giungere ad un componimento della vertenza che, senza ledere i diritti romeni ormai riconosciuti, desse modo di trovare un componimento della vertenza che non lasciasse strascichi di rancori o pericoli di ulteriori complicazioni.

Riusciti vani tutti gli sforzi compiuti in tale direzione, non restava ormai all'Italia che tenere fede alla propria firma apposta a Parigi, ciò che fu fatto appunto colla ratifica del Trattato. La votazione alla Camera per la ratifica, che fu ottenuta con un solo voto contrario e 200 favorevoli, diede luogo ad una solenne manifestazione di simpatia per la Nazione romena e fu accolta dal pubblico italiano con viva soddisfazione.

La ripercussione di tale atto del nostro Governo fu grande. Mentre in Romania si aveva una esplosione di giubilo nazionale e si organizzavano manifestazioni di plauso all'Italia e si inneggiava alla amicizia senza più nubi, delle due Nazioni, il Governo russo dava alla mossa italiana l'interpretazione di un atto di aperta ostilità e dichiarava che ciò veniva a dare un indirizzo del tutto nuovo ai rapporti italo-russi.

I commenti della stampa europea furono molti e vivaci. Generalmente si nota la tendenza a collegare la ratifica italiana alla situazione di crescente tensione fra la Russia e l'Inghilterra, dando all'atto del nostro Governo l'interpretazione di un atto inteso a proseguire la politica di solidarietà coll'Inghilterra, solidarietà già manifestatasi in occasione degli avvenimenti cinesi.

Tali voci sono state smentite dal nostro Governo, il quale ha rivendicato l'intera libertà di decisione usata al riguardo. Quali possano essere le conseguenze della ratifica del Patto di Parigi nei riguardi delle nostre relazioni colla Russia non è possibile prevedere. E' probabile che, passato il momento di irritazione, la Russia comprenda la nessuna utilità e la poca efficacia di ogni tentativo di rappresaglia verso di noi. Rappresaglia che, oltre a non poter modificare in nessun modo lo stato di fatto ormai creatosi, non potrebbe avere una grande portata; essa non potrebbe essere evidentemente che di genere economico. Ora, purtroppo, le nostre relazioni commerciali colla Russia, ad onta delle molte parole e delle molte promesse, non hanno mai potuto raggiungere quel grado di sviluppo che pareva lecito attendersi, date le condizioni di cose naturali particolarmente favorevoli. Si può dire anzi che le nostre relazioni commerciali sono appena faticosamente uscite dalla fase iniziale e ciò specialmente per le remore e le difficoltà d'ogni genere che vengono continuamente frapposte da parte russa.

Comunque, la ratifica era un impegno d'onore per l'Italia e doveva essere concessa. D'altra parte è probabile che ogni eventuale rappresaglia commerciale russa troverà abbondantemente la sua contropartita nella ristabilita situazione di cordialità e di fiducia con la Rumania.

A questo proposito è attesa con una certa ansia la conclusione del Trattato di Commercio italo-romeno, per il quale le trattative sono ormai mature e che non deve perciò tardare ormai molto.

L'altro intervento attivo, a cui accennavamo, dell'Italia nella politica europea, è stato costituito dalla denuncia pubblica degli intrighi che si ordivano in Jugoslavia per un intervento armato in Albania.

La mossa italiana fu senza dubbio grave, ma abile. Con essa l'Italia mostrava di servire effettivamente la causa della pace Europea e dava la dimostrazione più chiara della sincerità dei suoi rapporti coll'Albania rinunciando ad un intervento diretto, per il quale i preparativi jugoslavi prestavano appunto la migliore giustificazione.

L'effetto dell'azione italiana fu naturalmente assai grande. In Jugoslavia si ebbero subito ampie, decise, ripetute smentite di ogni volontà di azione in Albania. Gli uomini politici jugoslavi si affaticarono a mettere in chiaro che la Jugoslavia non desidera che la pace e la tranquillità. Si riaffermarono anche sentimenti di amicizia per l'Italia.

Che qualche cosa si tramasse su vasta scala è però innegabile e risulta oltretutto dalle informazioni dirette del nostro Governo e di quello Albanese, anche dalle relazioni e dai commenti dei giornalisti esteri residenti in Jugoslavia.

Occorre riconoscere che le Potenze hanno mantenuto nei riguardi dell'Italia un contegno corretto ed amichevole. La serietà e la fondatezza degli argomenti portati dal nostro Governo, la gravità che la cosa rivestiva nei riguardi delle sue possibili conseguenze per la

pace europea, hanno indotto tutte le potenze, compresa la Francia ad intervenire a Belgrado con moniti e consigli severi.

Anche la proposta, lanciata dal Ministro Peric, di una inchiesta internazionale, non ha incontrato favore, come quella che, senza poter raggiungere praticamente lo scopo, avrebbe lasciato dietro di sé un seguito di asprezze e di animosità.

Certo è che l'intervento italiano ha giovato ad eliminare il pericolo imminente e probabilmente in gran parte anche quello per un futuro prossimo, provocando la manifestazione della chiara volontà delle Potenze di non permettere alla Jugoslavia avventure balcaniche.

Quale sarà lo sviluppo ulteriore della situazione non è possibile prevedere, dato specialmente lo stato di perenne incertezza ed agitazione nella quale si dibatte la politica interna della Nazione vicina, dove i Governi non hanno una autorità sufficiente e troppe forze irresponsabili o irregolari fanno sentire la loro azione.

Non sarebbe tuttavia sorprendente che l'episodio giovasse ad un orientamento più consono alla realtà delle cose e portasse nella visione di Belgrado una più chiara veduta dei suoi veri interessi. Qualche sintomo non manca di respicenza e qualche riconoscimento affiora della utilità di cordiali rapporti e di sincera collaborazione coll'Italia. Talché potrebbe darsi che, proprio attraverso l'Albania, la Serbia ritornasse a Nettuno e al Patto di amicizia che aspetta da tanto tempo una ratifica.

Merita di essere rilevato il contegno della Francia la quale in questa occasione, ufficialmente almeno, ha tenuto un contegno amichevole verso l'Italia. Vero è che le informazioni sono concordi nel denunciare che carichi d'armi arrivano abbondantemente in Jugoslavia dal Belgio e dalla Francia, ma questi sono affari e non bisogna meravigliarsene. Certo è che in Francia la stampa politica si affanna sempre più a mettere in luce i vantaggi di una politica di sincera cordialità franco-italiana. Di questa convenienza al di qua delle Alpi siamo convinti tutti da un pezzo e non ci resta altro che attendere che se ne avvedano del tutto anche sull'altro versante!

L'Italia prosegue intanto la sua opera di pace sviluppando le sue amicizie e stringendo sempre nuovi rapporti di cordialità con diversi Paesi.

Le relazioni italo-ungheresi attraversano un periodo di particolare ottimismo. La venuta in Italia del Ministro dell'Istruzione ungherese ha dato luogo a vivaci scambi di cortesie internazionali.

E' dichiarata prossima la venuta a Roma del Conte Bethlen per la conclusione di un patto di amicizia fra l'Italia e l'Ungheria. I ricordi storici di fratellanza italo-ungherese risorgono a Budapest ora che si è delegata la preponderanza tedesca e trovano rispondenza anche in Italia.

Si ritiene prossima una nuova Conferenza italo-germanica con la partecipazione di altre Nazioni dell'Europa centrale per definire in modo risolutivo e completo il problema della guerra di tariffe fra il porto di Trieste e quello di Amburgo. La precedente Conferenza tenuta a Vienna nello scorso febbraio ha messo in evidenza la necessità di un attento esame delle proposte allora avanzate, esame che sembra essere ormai ultimato da parte dei competenti.

E' avvenuto a Roma lo scambio delle ratifiche relative al Trattato di amicizia, di commercio e di navigazione fra l'Italia e il Siam nonché di quelle relative al Protocollo per la giurisdizione nei suditi italiani al Siam.

\*

La fiducia che l'Italia ha saputo conquistarsi sui mercati esteri del denaro è documentata nel modo più esplicito ed incontrovertibile dalla abbondanza e relativity facilità colla quale i paesi finanziariamente ed economicamente più forti concedono dei prestiti alle nostre industrie o ai nostri Enti pubblici.

Abbiamo altre volte dato notizia di prestiti importantissimi ottenuti da Società Elettriche o da Comuni. Ora è la volta delle grandi Società di Navigazione, le quali hanno ottenuto un credito di 20 milioni di dollari.

Il prestito è stato emesso contemporaneamente sui mercati di Londra e di Parigi ed è stato contratto per conto del Consorzio di Credito per Opere di pubblica utilità. I titoli sono rappresentati da obbligazioni del Consorzio corrispondenti a mutui concessi dal Consorzio stesso a Compagnie di Navigazione sovvenzionate dallo Stato. Il prestito ha lo scopo di favorire lo sviluppo dei traffici marittimi che maggiormente interessano l'economia nazionale.

Le obbligazioni sono state assunte da un Sindacato finanziario che è tra i più forti di quelli che si siano ultimamente costituiti nel mondo per operazioni finanziarie di questo genere.

La emissione venne effettuata per 12 milioni di dollari a New York e per 1.600.000 sterline a Londra. Le obbligazioni, divise in due serie di cui una a estinzione decennale e l'altra ventennale, fruttano il 7 per cento; esse sono riscattabili anche prima della scadenza, con un piccolo premio.

Il successo del prestito non poteva essere più notevole. Le sottoscrizioni rimasero aperte soltanto poche ore e furono rapidissimamente coperte per assai più del loro valore.

Ciò che vi è di maggiormente notevole intorno a questi prestiti esteri all'Italia si è che le condizioni alle quali vengono concessi si fanno ogni volta migliori. La simpatia dei mercati americani e inglesi per i titoli italiani è dimostrata dal fatto che tutti i titoli dei prestiti finora emessi, anche quelli di quest'ultimo recentissimo, fanno premio sul prezzo di emissione.

Procede regolarmente da parte italiana il pagamento delle quote

di ammortamento dei debiti di guerra in esecuzione al piano di consolidamento stabilito. Recentemente la Cassa di ammortamento ha provveduto al versamento di due milioni di sterline alla Tesoreria inglese quale terza rata.

La bilancia commerciale accenna a migliorare nei confronti dello scorso anno, ad onta della crisi che travaglia molte delle nostre industrie. In confronto al febbraio 1926 nel febbraio di quest'anno sono diminuite sia le esportazioni che le importazioni; queste ultime però in misura maggiore delle prime. Infatti si sono avuti nel febbraio di quest'anno 281 milioni di minori importazioni, mentre le esportazioni sono diminuite soltanto di 65 milioni. In tal modo lo sbilancio che era stato di 1640 milioni nel bimestre gennaio-febbraio 1926, diminuisce a 1488 milioni nel primo bimestre dell'anno in corso.

La leggera contrazione notata nel movimento commerciale col l'estero trova solo in parte riscontro nella attività dei nostri porti. Infatti nel gennaio 1927 approdarono ai porti italiani 11.363 navi per una stazza di 5.042.225 tonnellate sbarcando 2.265.895 tonnellate di merci, mentre nel gennaio 1926 ne erano approdate 9856 per una stazza di 5.114.839 tonnellate sbarcando 1.875.070 tonnellate di merci; nel gennaio 1927 partirono 11.095 navi per 4.797.103 tonnellate di stazza imbarcando 577.139 tonnellate di merci mentre nel gennaio dell'anno precedente si avevano avute 9724 partenze per 4.442.096 tonnellate di stazza e 538.498 tonnellate di merci imbarcate.

Particolarmente interessante nel mese di marzo è stata la cronaca coloniale. Il Consiglio dei Ministri ha provveduto ad abolire l'attuale ordinamento amministrativo delle due Colonie mediterranee cancellando di fatto i due parlamenti locali che non avevano mai o quasi funzionato. Viene riaffermata la piena sovranità italiana su quelle terre e viene istituita una forma di collaborazione puramente consultiva dell'elemento locale coi Governatori. L'amministrazione delle colonie prende così un assetto definitivo più efficiente e più consono alla realtà delle cose ed allo sviluppo culturale e civile delle popolazioni locali.

Nelle colonie dell'Oceano Indiano è stata condotta a termine con successo l'operazione militare iniziata per estendere la nostra dominazione effettiva su tutto il territorio a nord della colonia, coll'occupazione del Sultanato dei Migiurtini.

Alla nuova colonia dell'Oltre Giuba si rivolge la attenzione del nostro mondo coloniale. Secondo dati recentemente pubblicati la colonia presenterebbe promesse di larga e facile colonizzazione agricola. La popolazione locale comprende circa 73.000 abitanti, due terzi dei quali sono nomadi. Il territorio attualmente coltivato rende attualmente circa 192.000 quintali di granoturco, 72.000 di dura, 5000 di sesamo; la produzione non basta alla popolazione locale che deve importare circa 10.000 quintali di dura o granoturco. Sono stati accertati però circa 120.000 ettari coltivabili, dai quali 100.000 potrebbero essere messi a cultura senza bisogno di grandi lavori idraulici. Si prevede la possibilità di larghe coltivazioni di cotone del quale dovrebbe essere possibile produrre oltre 100.000 quintali. Osservazioni e prove in corso fanno ritenere che si potrà realizzare su larga scala la estrazione di caucciù dalla vegetazione esistente. Il patrimonio zootecnico è ricco contando 335.000 bovini e 315.000 dromedari, ed è suscettibile di venire ulteriormente sviluppato in misura rilevante.

\*

Il conto del Tesoro alla fine del mese di febbraio presentava un avanzo effettivo di 237 milioni. In confronto allo stato di previsione in corrispondenza ai primi otto mesi di esercizio si è raggiunto quindi un maggiore avanzo di ben 111 milioni. Come è noto, bisogna però tenere conto separatamente di alcune partite eccezionali che trovano posto nell'esercizio di quest'anno e precisamente: 333 milioni per la riduzione della circolazione bancaria per conto dello Stato, e 167 milioni per costruzioni di strade ferrate.

Depurando il conto del Tesoro da tali spese, si arriva ad un avanzo complessivo di 737 milioni largamente superiore a quello di 338 milioni ottenuto nei primi otto mesi dell'esercizio precedente.

Le entrate principali dello Stato nei primi otto mesi dell'esercizio in corso, cioè dal luglio 1926 al febbraio 1927, hanno dato un introito di 11.086 milioni. Si ebbe perciò un introito complessivo superiore di ben 712 milioni a quello avuto negli otto mesi corrispondenti dell'esercizio 1925-26 durante i quali si introitarono 10.394 milioni; nello stesso periodo dell'esercizio 1924-25 gli incassi erano stati di 10.122 milioni.

Si ha dunque ancora un soddisfacente movimento delle entrate considerate nel loro complesso. Tuttavia è opportuno notare che in alcune voci si nota una inflessione nel gettito, inflessione compensata dal maggior provento di altre voci.

In particolare la imposta sui redditi di ricchezza mobile presenta un andamento molto soddisfacente. Così pure sono aumentati in confronto al febbraio 1926 i gettiti delle tasse di bollo e sulle concessioni governative e quello delle tasse ipotecarie. Nelle imposte indirette sono in aumento i dazi sull'importazione del grano, sul consumo del caffè e sulla vendita degli olii minerali. Le privative, sali, tabacchi e flammiferi, danno ancora un gettito crescente.

Meno soddisfacente è il gettito della imposta complementare, e della imposta sui fondi rustici e sui fabbricati, la quale segna una certa contrazione. Le imposte transitorie di guerra vanno naturalmente estinguendosi. La tassa automobilistica è in istasi; quelle di registro e sugli scambi diminuiscono sensibilmente.

Le imposte indirette sui consumi, nel loro insieme danno un

provento inferiore di oltre 6 milioni rispetto al febbraio 1926. Ciò specialmente per la diminuzione verificatasi nelle imposte di fabbricazione, nelle dogane, nelle sopratasse di confine e nell'imposta sull'alcool. Anche il gettito del lotto, presenta una contrazione sensibile.

Nel loro insieme le entrate dello Stato hanno ancora dato 31 milioni in più nel febbraio 1927 in confronto al febbraio 1926. Si riconosce però la necessità di una attenta sorveglianza nell'andamento di certi proventi, per correggerli ove sia possibile e per evitare in ogni modo sorprese dolorose in un avvenire più o meno lontano. Le cifre che abbiamo esposto rispecchiano chiaramente nelle loro grandi linee la situazione di disagio che si va delineando per parecchi aspetti e che si manifesta più o meno attraverso tutto il comportamento del nostro mondo economico, finanziario e industriale.

Questo disagio è in gran parte dovuto a logiche conseguenze della politica finanziaria affrontata dal Governo e non deve perciò causare soverchie preoccupazioni. Esso costituisce uno dei sacrifici e una delle difficoltà che sono inerenti ad ogni politica di rivalutazione per quanto lenta e prudente, e imponendo a tutte le iniziative un periodo di raccoglimento, di prudenza, e di revisione, non può a meno di riuscire, a lunga scadenza, benefico.

La situazione di Cassa che si era andata delineando nella situazione del Tesoro alla fine dello scorso anno e che aveva destato giuste preoccupazioni, è ormai completamente cambiata e sistemata.

Nei primi sette mesi dell'esercizio 1926-27 si sono verificati incassi per 11.329 milioni di lire, e si sono effettuati pagamenti per 11.007 milioni di lire; si è avuto cioè un saldo attivo di 322 milioni circa. Nello stesso periodo, il movimento capitali presenta 2976 milioni di incassi e 1877 milioni di pagamenti, con un saldo attivo di 1099 milioni. Nel solo mese di gennaio si sono avuti incassi per 1393 milioni e si sono effettuati pagamenti per 145 milioni, ottenendo un miglioramento di 1248 milioni.

Tale situazione è naturalmente conseguenza del Prestito del Littorio per il quale sono stati versati, secondo le registrazioni di Cassa, 2270 milioni. In complesso la differenza fra incassi e pagamenti è stata, in gennaio, di 945 milioni. Il fondo Cassa della contabilità centrale dell'Erario, ridotto a 65 milioni alla vigilia del Prestito, è risalito a 804 milioni alla fine di gennaio. Il fondo generale di Cassa era aumentato, alla stessa data, a 2257 milioni.

Durante il mese di febbraio la situazione è ulteriormente migliorata. Le entrate e spese effettive, dal 1° luglio 1926 al 28 febbraio 1927, hanno presentato un movimento di 13.376 milioni di incassi e di 12.393 milioni di pagamenti, con una differenza attiva di 983 milioni. Analogamente il movimento capitali presenta 3031 milioni di incassi e 1965 milioni di pagamenti, con una differenza attiva di 1065 milioni. Tenendo conto di voci minori, la differenza attiva complessiva, negli otto mesi risulta di 2049 milioni.

Il fondo generale di Cassa, ammontava al 28 febbraio 1927, a 2407 milioni. Tale somma è alquanto inferiore a quella che si era avuta in media negli ultimi anni, ma il suo significato ed il suo valore intrinseco sono ben diversi quando si ricordi che è stata eliminata la voce più preoccupante dei pagamenti ossia il rimborso dei buoni del Tesoro.

La circolazione della Banca d'Italia, per la parte soggetta al limite dei 7 miliardi per conto del commercio, ammontava, alla fine del febbraio scorso, a 5696 milioni lasciando quindi ancora un margine di circa 1300 milioni; durante il febbraio si verificò una diminuzione di 131 milioni in tale circolazione.

La circolazione complessiva, bancaria e di Stato, al 28 febbraio 1927 era scesa a 19.585 milioni, presentando una diminuzione di 175 milioni in confronto ai mesi precedenti. Tali cifre non tengono conto della sottoscrizione nuova al Prestito del Littorio e della conversione dei Buoni, perchè non ancora contabilizzata nella situazione del Tesoro. Perciò la diminuzione sopra detta è dovuta esclusivamente a una contrazione nella circolazione del commercio. Si è invece registrato un aumento nella riserva metallica ed equiparata che da 2514 milioni è salita a 2580 milioni.

Quanto agli impegni di bilancio, al 31 gennaio vi erano ancora 1589 milioni di stanziamenti non impegnati mentre al 31 gennaio 1925 ve ne erano 1376 milioni; gli impegni assunti a carico dei primi sette mesi dell'esercizio attuale, hanno superato le previsioni di soli 94 milioni; e precisamente per 85 milioni di spese effettive ordinarie e per 9 milioni di spese straordinarie.

\*

Parecchie deliberazioni aventi portata finanziaria ed economica, vennero prese dal Governo, durante lo scorso mese di marzo.

Di particolare interesse è un Decreto-legge pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale del 14 marzo e che riguarda la importazione di energia elettrica dall'estero o la sua esportazione fuori dei confini del Regno. Per tali scambi internazionali di energia è resa necessaria, volta per volta, la richiesta di una autorizzazione che deve essere concessa dal Consiglio dei Ministri. L'autorizzazione non può essere concessa per una durata superiore ai 10 anni, al termine dei quali però, essa può venire prorogata. Sulla introduzione d'energia elettrica dall'estero è caricato un diritto fisso di 25 centesimi per ogni kWh. I contratti relativi a scambi di energia con Paesi d'oltre confine attualmente in corso, debbono essere denunciati entro tre mesi.

La necessità di rendere sempre più snella ed agile la circolazione fiduciaria è stata messa in rilievo molte volte; l'importanza di una rapida circolazione è infatti essenziale nei riguardi di una politica

di deflazione e di rivalutazione. A questo riguardo noi non abbiamo ancora raggiunta la perfezione tecnica di altri Paesi nei quali il denaro circola con assai maggiore rapidità.

Appunto in vista di tale fatto, il Ministro delle Finanze, Senatore Volpi, ha costituito in seno al proprio Gabinetto, una Commissione incaricata dello studio dell'applicazione dei mezzi sussidiari di circolazione fiduciaria. Il Ministro ha messo in evidenza l'importanza della parte educativa che deve diffondere fra il pubblico italiano la conoscenza e la pratica dei mezzi fiduciari di circolazione, assegni, chèques, ecc. Naturalmente ciò coinvolge dei problemi di moralità e di educazione pubblica e dei problemi rispettivi di sanzioni; a tale riguardo il Governo ha emanato dei provvedimenti di rigore contro l'emissione di assegni a vuoto e intende di continuare energicamente nella sua opera di difesa contro l'abuso della fiducia pubblica.

Uno stanziamento di 7 milioni di lire da erogarsi successivamente per tre anni consecutivi è stato deliberato con R. Decreto pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* del 18 marzo, a favore della Azienda generale dei petroli. Lo stanziamento, introdotto nello stato di previsione della spesa del Ministero delle Finanze, comincerà ad essere devoluto a partire dall'esercizio 1927-28 e dovrà servire per lavori di ricerche petrolifere in Italia o nelle Colonie.

Uno stanziamento di 6 milioni è stato pure deliberato dal Consiglio dei Ministri per la esecuzione di opere pubbliche nella provincia di Zara. Questo stanziamento va ad aggiungersi a quello di 4 milioni a suo tempo concesso per il mesimo scopo e che si era dimostrato insufficiente.

Allo scopo di promuovere lo sviluppo della navigazione aerea per scopi civili anche nel nostro Paese, il Consiglio dei Ministri ha provveduto a concedere delle facilitazioni fiscali alle Società assuntrici di linee di navigazione aerea. Altri provvedimenti legislativi furono presi per favorire l'azione dell'Istituto per le Esportazioni e dell'Istituto Nazionale per le piccole industrie: disposizioni speciali furono emanate per facilitare il credito dell'industria mineraria siciliana.

Come nuova prova del grande interessamento dell'Italia per la espansione industriale ed economica in Albania, si può ricordare il recente Decreto che autorizza il Ministro delle Finanze a stanziare in apposito capitolo del proprio bilancio, le somme occorrenti a garantire il servizio del prestito 7,5 % emesso dalla Società per lo sviluppo economico dell'Albania, per una somma totale di 70.500.000 franchi oro albanesi in base alla convenzione 26 luglio 1925 della Società stessa col Governo Albanese.

Il movimento delle Società per Azioni continua a segnare un andamento moderato. Durante il mese di gennaio dell'anno in corso si costituirono 137 Società per Azioni nuove rappresentanti un capitale di 34.320.700 lire; altre 104 Società aumentarono il loro capitale di complessive L. 278.180.500; nello stesso mese si sciolsero 54 Società rappresentanti un capitale di circa 41 milioni di lire, e altre 24 Società diminuirono il loro capitale di 76 milioni. Si ebbero cioè durante il mese di gennaio, dei nuovi investimenti netti per 195 milioni di lire.

Nel mese di febbraio, il movimento si accentua, registrando 193 Società nuove per 63 milioni e 110 aumenti di capitale per complessivi 300 milioni, ai quali fanno riscontro 68 scioglimenti di Società per 58 milioni e 20 diminuzioni di capitale per un totale di 64 milioni. Il febbraio ha segnato quindi un aumento netto nei capitali investiti per oltre 241 milioni.

Queste cifre, relativamente rilevanti in confronto a quelle dei mesi precedenti, sono tutt'ora notevolmente inferiori a quelle dei mesi di gennaio e febbraio 1926, durante i quali si ebbero rispettivamente 217 e 181 Società nuove, e gli investimenti netti raggiunsero 700 milioni e 343 milioni di lire. Alla fine del febbraio 1927, la situazione risultante dava complessivamente come esistenti 12.121 Società con un capitale totale di 40.652.291.091 lire.

Il numero dei fallimenti si mantiene elevato. Durante il mese di febbraio se ne segnarono complessivamente 761 nelle sole vecchie provincie e 18 nelle provincie redenti. Tale numero è superiore del 10 % alla media mensile dell'anno 1926.

\*

Il fatto saliente delle mesate borsistiche è stato certamente l'andamento dei cambi. La lira si è messa a dare la scalata alle valute pregiate con una vivacità che non accenna a calmarsi e che, se dovesse troppo prolungarsi, potrebbe facilmente divenire eccessiva e creare imbarazzi. E' pertanto desiderabile che l'andamento si faccia più calmo e più graduale.

Del rimanente, periodo fiacco, per le nostre Borse. Pochi affari e svogliati; alternanze di spostamenti dei valori nei due sensi, senza un orientamento deciso e senza movimenti risultanti di qualche importanza.

I titoli di Stato, pesanti e in leggero declivio, in contrasto con quanto vorrebbe la logica economica del momento presente.

Molto incerto, ma in generale ben difeso il comparto dei titoli Bancari. Movimentati i titoli tessili, fra i quali alcuni riescono ad avvantaggiarsi in misura non disprezzabile, mentre altri perdono parecchi punti.

Abbastanza ben tenuto il comparto dei titoli meccanici e metallurgici che supera vittoriosamente un transitorio periodo di debolezza.

Poco movimentati i titoli dei trasporti; deboli in generale, i sacchariferi, ad onta di qualche punta di ripresa. In contrazione i titoli di esportazione. Irregolari ed incerti nel loro insieme gli elettrici.

RENATO SAN NICOLÒ.

## Variazioni dei titoli elettrici nel mese di marzo 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	593	576	585
Vizzola . . . . .	500	931	820	832
Brescia . . . . .	100	216	210	208
Adamello . . . . .	200	234	234	227
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	104	100	103
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	267,50	263	282
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	285	230	283
Adriatica . . . . .	100	210	211	213
Negri . . . . .	100	215	215	210
Ligure Toscana . . . . .	200	268	271	270
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	120	117	118
Elettrica Brioschi . . . . .	250	390	390	400
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	41	41	41
Idroelettrica Trezzo . . . . .	250	375	400	403
Elettrica Valdarno . . . . .	100	134	136	137
Tirso . . . . .	250	182	168	170
Terni . . . . .	400	435	418	428
Elettriche Meridionali . . . . .	250	284	264	270
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	154	150	147
Dinamo . . . . .	100	119	114	112

\*

## Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di marzo 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

### COMBUSTIBILI

Carboni da vapore			
Cardiff primario . . . . .	L. 245,—	a L. 250,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—,—
Americano . . . . .	225,—	—,—	230,—
Slesia . . . . .	215,—	—,—	210,—
Sarre . . . . .	195,—	—,—	215,—
Antraciti			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	365,—	—,—	370,—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	320,—	—,—	330,—
Coke			
Coke da gas nazionale . . . . .	320,—	—,—	—,—
Coke da gas inglese . . . . .	—,—	—,—	—,—
Coke metallurgico inglese o italiano di Savona . . . . .	285,—	—,—	290,—
Petrolio . . . . .	250,—	—,—	305,— al quint.
Nafta			
Per Diesel . . . . .	535,—	—,—	565,— alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,—	—,—	530,—
Benzina in fusti . . . . .	335,—	—,—	365,— al quint.

### METALLI

Ghisa			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 780,—	a L. 790,—	alla tonn.
Middlesbrø N. 3 . . . . .	680,—	—,—	690,—
Ematite . . . . .	710,—	—,—	720,—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	620,—	—,—	630,—
Ferro			
Laminato omogeneo . . . . .	117,50	—,—	—,— al quint.
Poutrelles . . . . .	114,50	—,—	—,—
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	125,—	—,—	—,—
Tubi per gas . . . . .	260,—	—,—	—,—
Acciaio			
Rapido per utensili . . . . .	1600,—	—,—	5100,—
Martin resist. 50-70 . . . . .	210,—	—,—	260,—
Rame			
Elettrolitico . . . . .	760,—	—,—	770,—
In fogli comune . . . . .	1080,—	—,—	1090,—
In barre tonde e quadre . . . . .	1015,—	—,—	1035,—
Stagno in pani . . . . .	3550,—	—,—	3600,—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	400,—	—,—	420,—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	340,—	—,—	350,—
Antimonio in pani . . . . .	880,—	—,—	890,—
Ottone in barre . . . . .	710,—	—,—	730,—

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.



## LA NOSTRA INDUSTRIA

*In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali*

### Contributo alla diffusione dei paranchi elettrici (I paranchi elettrici in Italia)

Illustrare l'utilità e la convenienza dell'uso dei paranchi non è cosa nuova ed ormai l'uso sempre crescente di questi apparecchi dimostra che essi vengono sempre più apprezzati.

Si può riassumere in brevi parole il vastissimo campo di applicazione dei paranchi, dicendo che la loro facilità di impiego li rende utili tanto alle esigenze della grande industria come a quelle del più piccolo traffico dove necessiti eseguire un qualsiasi lavoro di spostamento di materiali con un mezzo semplice, sicuro ed economico.

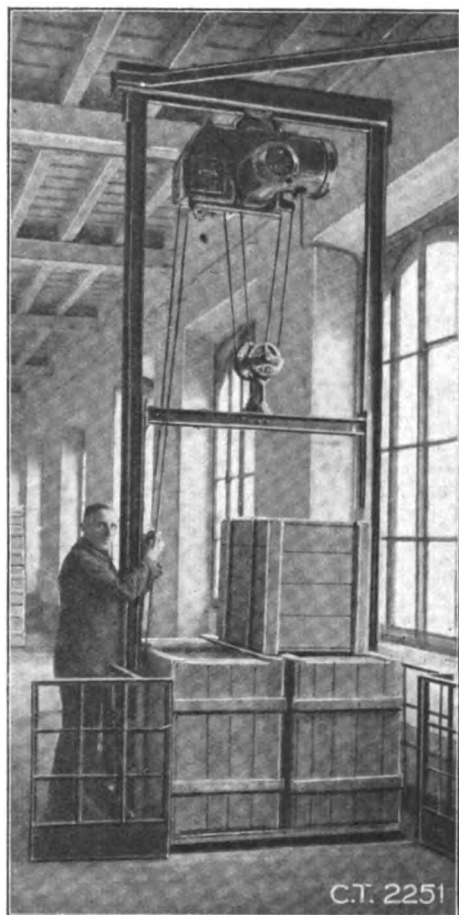


Fig. 1. — Paranco elettrico usato come montacarico per casse, botti, ecc.

Il paranco elettrico Ceretti e Tanfani corrisponde alla totalità delle esigenze; e chi si sia presa cura di esaminarne la costruzione della nuova serie negli stabilimenti di Milano (Bovisa) può rendersi conto come ogni pezzo, che costituisce questi apparecchi, sia il frutto di una lenta trasformazione suggerita dall'esperienza o dalla ponderata introduzione dei nuovi mezzi che la tecnica mette via via a disposizione dei costruttori.

Chi abbia voluto rendersi conto del risparmio di mano d'opera conseguito con l'uso di paranchi attingendo scrupolose notizie in proposito da chi li usa, può riassumere senza entrare in cifre, i vantaggi nei seguenti: relativamente al lavoro che può disimpegnare un buon paranco costa poco ed è facilmente messo in opera.

Riguardo alla convenienza di impiego risulta di comune accordo che la rarefazione ed il conseguente accresciuto valore della mano d'opera sono validamente bilanciati dall'uso di questi apparecchi specialmente se accoppiati a carrello scorrevole.

Particolarmente interessante, da diversi punti di vista, si presenta l'impianto di paranchi sostenuti da carrello scorrevole funzionanti da trasportatori tra officine e magazzini anche attraverso grandi piazzali, anche facendo compiere agli oggetti trasportati percorsi verticali.

Certamente il paranco elettrico applicato ad un carrello scorrevole rappresenta, relativamente al suo prezzo ed alla sua spesa di esercizio, una delle più economiche ed utili creazioni della meccanica moderna. Ciò perchè con tale abbinamento ed una via di corsa si realizza un apparecchio di sollevamento a campo d'azione illimitato, capace di alzare ed abbassare pesi lungo la verticale o lungo percorsi traslatori con qualsiasi andamento.

L'estensione del campo d'azione dei paranchi avviene, come negli argani scorrevoli (detti Telfer), longitudinalmente lungo una via di corsa che sostenga il paranco. Degli scambi, delle piattaforme girevoli possono permettere diramazioni nella via di corsa.

Per chi non sia molto pratico in questa specialità, imprevedibili e complessi sono i problemi che nascono anche negli impianti più semplici per speciali condizioni: di velocità, di portata, di posizione, di ostacoli, ecc. una serie di elementi insomma che solo la lunga pratica del genere può avere messi in giusta luce. Forse è anche questo uno degli importanti fattori che hanno contribuito a far emergere i paranchi della Soc. An. Ceretti e Tanfani che è da lungo tempo specializzata anche nel ramo affine dei trasportatori e delle gru.

La costruzione del suddetto paranco della nuova serie è molto interessante specialmente perchè esso rappresenta l'ultima trasformazione di un tipo fondamentale non mai abbandonato in tanti anni di fabbricazione.

La disposizione generale dei meccanismi è mantenuta la stessa per tutte le grandezze in cui viene costruito; ogni grandezza dà luogo ad un gruppo di tre paranchi, perchè rimanendo in ogni gruppo il complesso dei meccanismi di sollevamento lo stesso, varia il numero

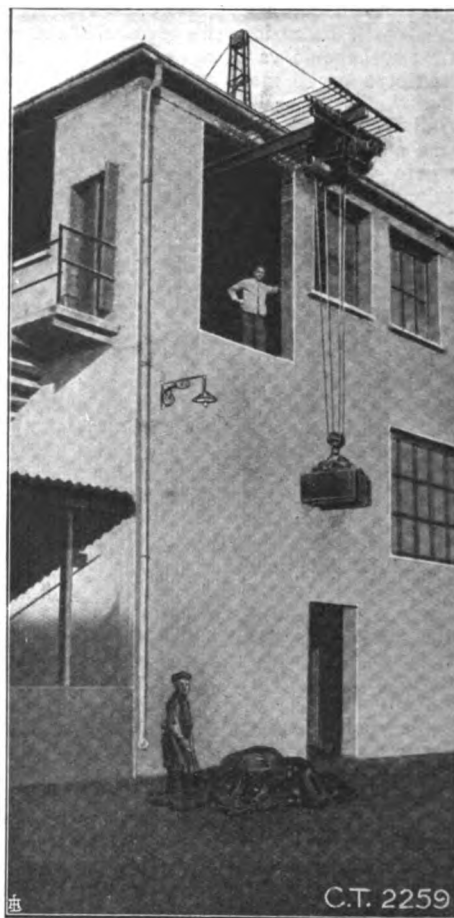


Fig. 2. — Paranco elettrico scorrevole con comando a distanza in uso in una fonderia.

dei capi di sospensione in modo che ad ogni grandezza di apparecchio corrisponde un gruppo di tre paranchi di tre diverse portate; tre diverse velocità di sollevamento; tre diverse altezze di sollevamento; d'altra parte nessun svantaggio d'impiego di potenza o di materiale perchè è logico che la potenza ed il peso dell'apparecchio varino in proporzione al lavoro meccanico sviluppato. Costruito in sette diverse grandezze, tale paranco dà luogo a ben ventun apparecchi fissi differenti capaci di soddisfare qualunque richiesta nei limiti di portata tra 250 e 10.000 kg, anche a velocità di sollevamento diverse per eguali portate. Tutti questi vari tipi di paranco possono venire accoppiati a cinque diversi modelli di carrello dando luogo così ad un complesso di 120 apparecchi tra fissi e scorrevoli, scorrevoli al disotto di una trave in ferro ad al disopra di due rotaie parallele.

Il comando di questi gruppi paranco-carrello, come per i soli paranchi, può essere fatto in maniera semplicissima, anche da un operaio non esperto, tanto a mezzo di lunghe catenelle pendenti con ritorno automatico a zero, come a distanza per mezzo di trasmissione elettrica; in certi casi poi il manovratore può stare seduto su un sedile che segue il paranco nel suo movimento ed allora l'insieme è perfettamente paragonabile ai grandi trasportatori ad argano scorrevole.

Gli accoppiamenti più interessanti di questi paranchi con carrelli, sono quelli nei quali lo scorrimento avviene elettricamente giacchè alcuni tipi di carrelli sono scorrevoli con movimento a mano; e non solo, ma sono interessanti specialmente quelli scorrevoli elettricamente sulle ali inferiori di una trave ad I perchè sono i tipi più facilmente applicabili.



Volendo esaminare, a scopo di indagine, le ragioni del buon funzionamento e della resistenza di questi paranchi si rileva che: i meccanismi ed ogni organo delicato sono chiusi e riparati da un involucro blindato contro gli agenti esterni mentre internamente sono completa-

minare i pregi ed i difetti della novità stessa e non fu dimenticato l'ottimo servizio reso da tale meccanismo in tanti anni.

Chi studiò l'insieme di questo apparecchio volle che tutte le parti fossero facilmente verificabili senza dover togliere pezzi troppo pe-

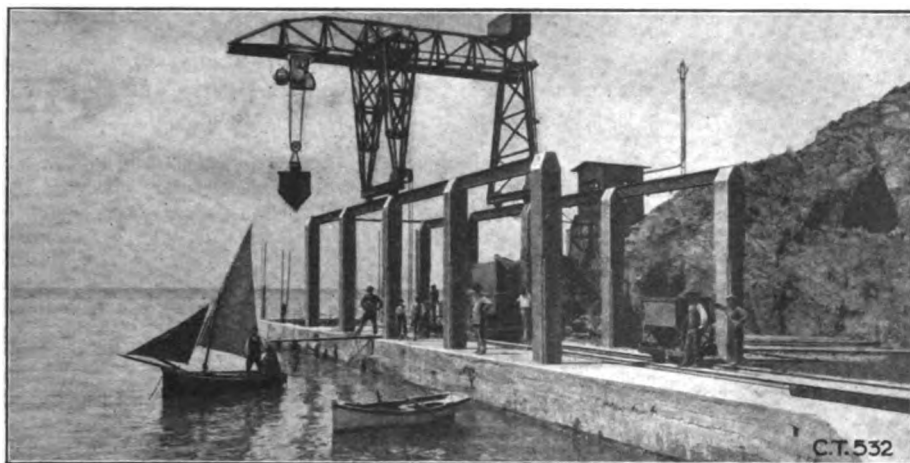


Fig. 3. — Paranco elettrico scorrevole su cavalletto mobile in un impianto di scarico galleggianti.

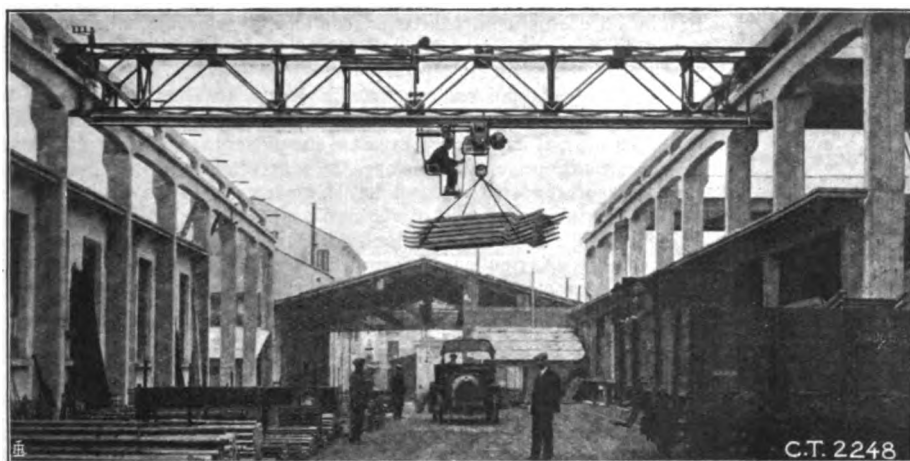


Fig. 4. — Paranco elettrico scorrevole con sedile per il guidatore in un impianto su ponte scorrevole al servizio di una grande officina.

mente suddivise le parti meccaniche da quelle elettriche; ciò per la sistemazione interna che è ottenuta in una intera custodia di acciaio fuso avente tale forma da facilitare il passaggio delle linee di forza lungo brevi percorsi a dolce curvatura.

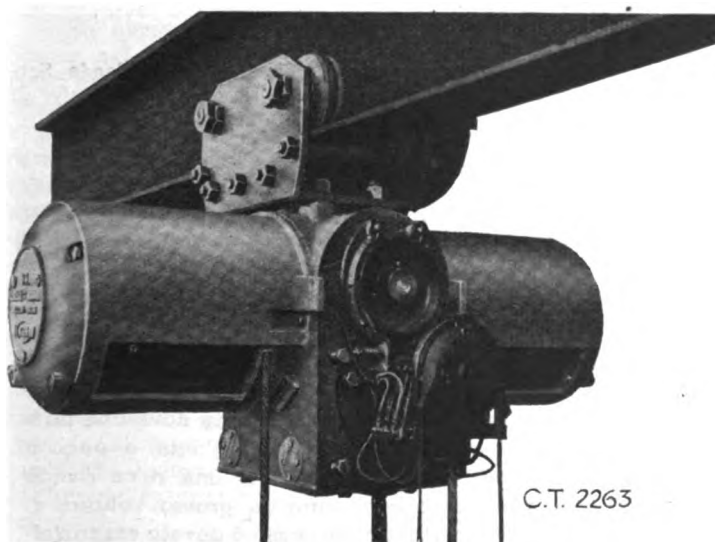


Fig. 6. — Paranco elettrico scorrevole nel quale è tolta la custodia di protezione del freno.

Ciò che riguarda l'organo di sollevamento dimostra come la scelta del tipo e l'esatta valutazione di certi coefficienti porti a risultati imprevisti nel campo teorico. L'organo in parola non è che l'antico organo applicato fin dal primo paranco costruito dallo stabilimento; quando nuove forme si presentarono non fu perseguita la novità senza esa-

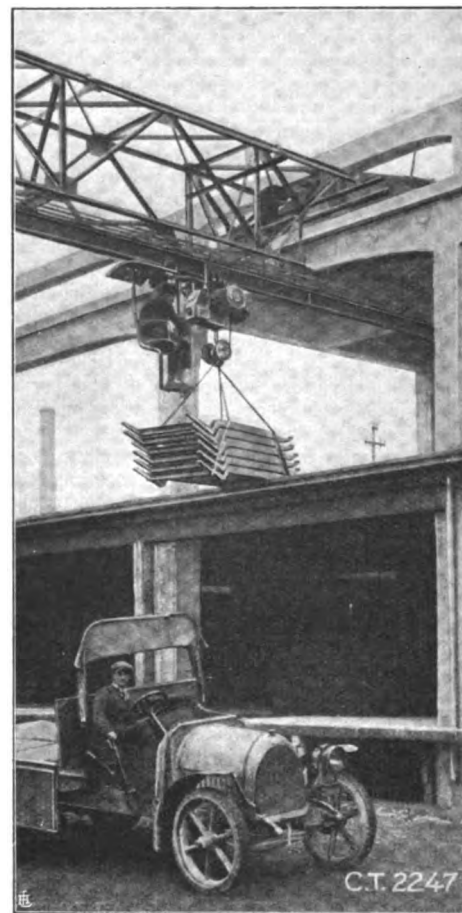


Fig. 5. — Lo stesso paranco con sedile mentre sta per abbandonare il ponte scorrevole per entrare in una via di corsa fissa.

santi; e non volle aumentare il numero degli ingranaggi oltre il necessario.

Fu conservato il riduttore a vite senza fine per quanto fosse noto il suo minor rendimento, ciò perchè nel caso di paranchi dove potenze molto piccole sono in gioco, per muovere invece masse relativamente grandi, dove speciali condizioni si possono avverare tanto nella forza resistente come in quella motrice; la perdita di rendimento è trascu-

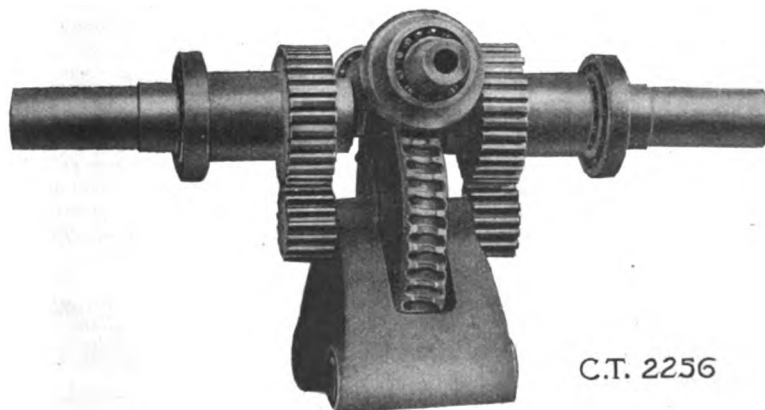


Fig. 7. — Meccanismo di riduzione di velocità tra motore e tamburi; tutti i cuscinetti sono a sfere.

rabile di fronte ai vantaggi di silenziosità, dolcezza e robustezza della coppia vite senza fine-ruota elicoidale ed in confronto alla maggior potenza che deve darsi praticamente al motore in previsione di condizioni anormali da considerare come probabili nell'uso dell'apparecchio.

Il rendimento dell'intero meccanismo è migliorato dalla ottima disposizione del bagno d'olio cui sono immersi parzialmente tutti gli ingranaggi e dai cuscinetti a sfere montati su tutti gli assi compreso quello del motore ed estesi ai supporti di spinta.

Il bagno d'olio e la posizione stessa della vite senza fine concorrono a migliorare le condizioni di scambio termico fra le superfici di lavoro e l'esterno. Infatti scaldandosi di più la vite della ruota elicoidale a causa del numero dei passaggi su ogni elemento ed a causa della minor massa, essa scalderebbe di più l'olio se in esso fosse immersa, mentre essendo disposta in alto riceve l'olio più fresco che viene innalzato dalla corona di bronzo fosforoso della ruota e che poi ricade, proiettato dalla vite, cedendo calore alle pareti esterne più fredde dell'involucro. Tali migliorie vanno intese sempre relativamente alle potenze in giuoco, alle masse degli elementi ed al carattere del servizio della macchina. E' stato anche osservato che l'olio restando più calmo di quanto resterebbe se in esso girasse la vite senza fine, può lasciare meglio depositare le impurità in esso contenute cooperando così alla buona conservazione del riduttore.

Ottima la rigidità di posizione tra gli assi degli ingranaggi ottenuta, tanto nel paranco propriamente detto che nel carrello, con l'incastellatura di acciaio fuso.

Il sollevamento ed il momento di sollevamento sono costanti grazie all'uso della fune d'acciaio lucido di speciale flessibilità ed ai due tamburi torniti e portanti scanalature elicoidali per alloggio delle funi oltre gli speciali apparecchi di guida che immettono le funi nel preciso punto dei tamburi proporzionalmente al numero di giri fatti da essi.

La robusta ed armonica sagoma del paranco non è guastata nemmeno dall'interruttore automatico di fine corsa che è racchiuso nelle custodie dei tamburi né dalle connessioni elettriche che corrono in canali ricavati di fusione nella cassa.

Nel carrello il rictismo di traslazione è composto esclusivamente di coppie cilindriche anch'esse di acciaio ed a denti fresati dal pieno come quelle dell'argano di sollevamento; anche nel carrello gli ingranaggi pescano in bagno d'olio ed i cuscinetti di essi come quelli del motore sono a sfere.

Le prese di corrente, fatte normalmente a mezzo trolley; i combinatori o gli invertitori, le ruote di avanzamento, il gancio girevole su sfere, il freno a mascelle sono infine largamente calcolati quanto i motori che sono specialmente costruiti a forte coppia d'avviamento e con forme robuste e facilmente adattabili all'involucro. Certo a queste qualità è dovuto il buon esito sortito dal paranco della nuova serie, unitamente ai concetti di semplicità e di robustezza mai abbandonati nella lenta trasformazione del complesso suggerita dagli insegnamenti dell'uso.

Ing. DINO CAPITANI.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

R. KOECHLIN. — *Mécanisme de l'eau e Principes Généraux pour l'établissement d'Usines Hydroélectriques*. — Parigi, 1926 - Librairie Polytech. Ch. Béranger, volumi 3, pag. 327, 389, 389. — Prezzo complessivo fr. 320.

Segnaliamo con vero compiacimento quest'opera che si stacca singolarmente dalle molte altre che trattano lo stesso argomento, perchè presenta delle caratteristiche peculiari di originalità e di impostazione.

Non è più la consueta ripetizione, in forma più o meno variata, dei lavori compiuti in questo o quell'impianto, nè l'elencazione delle solite formule riportate senza discriminazione e senza senso critico.

L'A., anzi gli AA. (perchè il libro è scritto in collaborazione con M. Koechlin), hanno impostato tutto il loro lavoro sul concetto critico, studiandosi di mettere in grado il lettore di poter discernere nei diversi casi e nelle varie condizioni di cose, l'indirizzo migliore da scegliere e di tracciare nelle sue linee fondamentali il piano generale delle opere necessarie per una installazione idroelettrica.

Il libro riesce così di grande valore pratico e di reale utilità per il tecnico. Non descrizione minuta delle particolarità costruttive delle varie opere, dagli sfioratori alle paratoie, dalle valvole alle condotte forzate; ma concetti fondamentali precisi, direttive generali sicure, conoscenza ragionata dei fenomeni fisici e idraulici coi quali si deve trattare.

Il primo volume riguarda in particolare il meccanismo dei corsi d'acqua naturali e dei ghiacciai. Gli AA. vi portano largo contributo di vedute personali e di teorie proprie, specialmente per quanto riguarda il movimento dei ghiacciai. Chiude il volume la teoria dei movimenti dell'acqua nei tubi, e delle turbine idrauliche.

Il secondo volume è dedicato agli sbarramenti, loro costruzione e fenomeni conseguenti di rigurgito, ecc., oltre che ai canali di presa e derivazione. Gli AA. si attardano specialmente sulle dighe del tipo a gravità.

Nel terzo volume, dopo lo studio delle gallerie in pressione e delle tubazioni forzate, sono esposti i concetti di insieme dei progetti di sfruttamento di corsi d'acqua.

La forma, sempre rigorosamente scientifica, della trattazione è sempre facilmente accessibile a chi possiede il necessario corredo di cognizioni. Più che lo sviluppo matematico (il quale peraltro non manca) gli AA. cercano di seguire specialmente l'aspetto fisico dei

fenomeni che considerano: ciò dà alle loro conclusioni e alle direttive segnate un più vasto e più elastico campo di applicabilità.

Nel complesso si tratta di un'opera veramente pregevole e largamente raccomandabile.

\*

E. PACORET. — *Aide - Mémoire - Formulaire de l'Electricité, de la Mécanique et de l'Electro-mécanique*. — Parigi, 1927 - Librairie Scient. A. Blanchard, pag. 1500 - Prezzo fr. 150.

L'A. ben noto nella letteratura tecnica ha raccolto in questo grosso volume il frutto della propria esperienza professionale, secondo quanto egli stesso dichiara. Il compito che si è preposto, quale appare dal titolo, è così vasto che difficilmente avrebbe altrimenti potuto essere adempiuto da un solo autore.

Nelle 1500 fitte pagine, il Pacoret ha procurato di raccogliere tutto quanto riguarda l'elettrotecnica e le sue applicazioni, la metallurgia e la costruzione di macchine. Un manuale così fatto, che raduna insieme le nozioni che più frequentemente possono occorrere all'ingegnere industriale, riesce naturalmente assai utile e forma una aggiunta preziosa alla biblioteca di ogni tecnico.

Opere di tanta mole non possono però, si comprende, riuscire prive di mende e di lacune inevitabili.

Nuove anzitutto al manuale del Pacoret la mancanza di un dettagliato indice analitico, alfabetico, che ne faciliti la consultazione; un tale indice valorizzerebbe assai il materiale disponibile nel volume.

Si nota poi un certo squilibrio fra le diverse parti del volume. Perchè ad esempio introdurre un capitolo di aviazione, quando non si possa dedicare agli aeroplani più di tre pagine? Così potrebbe dirsi di molti altri argomenti.

Alcune parti poi sono trattate in forma quasi esclusivamente descrittiva, senza alcun richiamo numerico nè alcuna formula di calcolo. Tale, fra altri, il capitolo, veramente insufficiente, dedicato alle caldaie e alla produzione e utilizzazione in genere del vapore. Non può a meno di sorprendere ad esempio, la mancanza, in un manuale di tal genere, di un diagramma di Mollier o di una tavola del vapore.

Parecchie altre osservazioni del genere si potrebbero muovere, le quali tuttavia, ripetiamo, trovano in gran parte la loro giustificazione nell'ampiezza stessa dei limiti dell'opera e nella vastità del compito assunto dall'A.; a queste mende sarà certo messo riparo nelle successive edizioni dell'opera.

Esse ad ogni modo non infirmano il pregio del volume che può recare utili servizi a tutti i tecnici.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Personale

L'Ing. Enrico Sorelli ha assunto la direzione dell'Azienda Servizi Municipalizzati del Comune di Brescia, lasciata, per motivi di salute dal Cav. Uff. Ing. G. Battista Facchinetti.

\*

L'Ing. Mario Battaglia della Sezione di Napoli, attualmente Direttore della Società Napoletana per Imprese Elettriche, è stato nominato Direttore Generale della Società Generale Pugliese di Eletticità.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Organizzazione scientifica delle industrie.

Dell'organizzazione scientifica del lavoro e dell'industria si è molto parlato in Italia durante la guerra, ed anche la nostra Rivista più volte ebbe ad occuparsi dell'argomento. Ma erano quelli tempi d'oro per l'industria (d'oro per modo di dire: ché anzi erano tempi di inflazione cartacea), tempi di facili guadagni, per cui mancava agli industriali lo stimolo più efficace per migliorare intrinsecamente i loro sistemi di produzione. I facili guadagni davano, sì, una grande disponibilità di mezzi e parecchie industrie si crearono dei laboratori di ricerca e di prove: ma molto spesso si trattava di opere fatte per investire capitali esuberanti, e in più di un caso i nuovi laboratori languirono rapidamente perchè l'industriale non credette poi di retribuire come sarebbe stato necessario il personale specializzato, capace di metterli in valore.

Oggi siamo invece in pieno periodo di deflazione. La progressiva rivalutazione della lira, tenacemente voluta dal Governo nazionale e che ha già ottenuto così brillanti risultati, mette, temporaneamente almeno, molte industrie in condizioni meno facili, e si può quindi sperare che, sotto lo stimolo della necessità, molti industriali vogliano affrontare seriamente il problema della organizzazione scientifica delle loro lavorazioni. Giunge perciò opportuno l'odierno, interessante articolo dell'Ing. BOLIS che ha potuto studiare il problema anche *de visu*, nei suoi viaggi in America. Solo infatti la organica coordinazione e la razionale utilizzazione di tutti i mezzi di lavoro e di tutte le forze vive, può permettere di ottenere quello che a molti dei nostri industriali pare oggi utopia: la diminuzione del costo di produzione senza dover diminuire, ma talvolta anzi aumentando i salari.

### La "marcatara", delle lampade.

Su questo argomento, discusso in seno al Congresso di Spezia nel 1924, e poi trattato su questo giornale dagli ingegneri Pellò e Marchetti, torna adesso il Prof. BORDONI mostrando come la soluzione provvisoria, della marcatura in volt e watt, caldeggiata dai suddetti ingegneri, non sia che una parte soltanto della soluzione, più completa, già studiata ed ammessa dal « Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento » nelle sue « Norme per la fornitura ed il collaudo delle lampade ad incandescenza » <sup>(1)</sup>.

Partendo, difatti, dal concetto lapalissiano che le lampade sono acquistate affinché illuminino, e che quindi il consumatore ha il diritto e la necessità di sapere quanto esse illuminano, le Norme suddette ammettono bensì anche la marcatura in volt e watt (che da sola non direbbe nulla di preciso intorno al potere illuminante della lampada), ma solo a patto che il fabbricante dichiari a parte (in un foglietto, un listino, ecc.) quali sono le altre proprietà che egli garantisce per la lampada; in guisa che l'utente, in un modo o nell'altro, possa conoscere, facilmente e senza equivoci, le proprietà attribuite all'oggetto acquistato.

Pur senza entrare nei particolari della questione, non ci pare possa disconoscersi la razionalità ed equità dei criteri che hanno guidato il Comitato Nazionale della Illuminazione.

### Indice bibliografico.

Dopo una lunga sosta dovuta ad un fortuito sovrapporsi di difficoltà, si è potuto riprendere la pubblicazione degli indici

bibliografici dell'Elettrotecnica, che, come è noto, vengono inviati gratuitamente a tutti i soci che ne facciano richiesta. Dei tre volumetti in corso di stampa, venne ultimato per primo il n. 22 relativo al 1° semestre 1926 mentre i n. 20 e 21, relativi al 1925, seguiranno fra pochi giorni. Questo avvertiamo per prevenire le richieste dei soci che, ricevendo il n. 22 prima degli altri due, potrebbero pensare a qualche disguido o a qualche omissione.

LA REDAZIONE.

### □ GLI ALTI SALARI E IL COSIDETTO "NUOVO VANGELO INDUSTRIALE," □

P. BOLIS

#### Il concetto di utilità.

E' divenuta oggi da noi parola d'ordine: « Aumentate la produzione! » e sembra che questo si dica con più fermezza e serietà di propositi che non in passato, per la fermezza con cui il monito viene dall'alto.

In un sano aumento della produzione tutti vedono concordemente la base indispensabile per il risollevarmento della vita economica. Aumentare la produzione significa aumentare il benessere generale, diminuire le importazioni, tendere all'esportazione, mettere in valore la potenza del lavoro.

Per quanto un Paese possa essere ricco di risorse naturali, l'aggregato sociale che esso rappresenta resterà sempre povero, se il lavoro dei suoi componenti non sarà abbastanza intenso e saviamente coordinato, in modo da utilizzare le ricchezze stesse, ai fini del comune benessere. Si può dire che la ricchezza reale e fondamentale è il « Lavoro ». Senza di esso nessun'altra ricchezza può essere tale.

Tutte le volte che si parla di « Efficienza industriale », di « Organizzazione scientifica », di « Metodi Taylor », ecc., si tratta in sostanza di argomenti che hanno lo scopo immediato di aumentare l'efficacia dello sforzo individuale, a parità di altre condizioni.

Di fronte allo stato di acuta crisi economica, che pressoché tutte le Nazioni della vecchia Europa attraversano, sta la rosea visione della fiorente giovane America, con le sue industrie prospere, con i suoi dollari, con il suo indiscusso benessere generale. E poichè sono proprio gli Americani che hanno introdotti, ed applicati su scala più vasta, i cosiddetti « Metodi scientifici » di lavoro, e hanno spinto la produttività a dei limiti qualche volta vicini all'inverosimile, è naturale che la loro organizzazione industriale, i loro metodi, siano studiati con interesse sempre maggiore, e che si cerchi di trarre dall'America il Vangelo della prosperità industriale e nazionale. In tutti i Paesi d'Europa aumenta quindi continuamente il numero dei tecnici e degli industriali che si recano negli Stati Uniti a indagare su argomenti particolari o generali, diffondendo poi con sintetiche relazioni i risultati di queste indagini.

Anche ultimamente due ingegneri Inglesi hanno voluto compiere con criteri del tutto generali uno studio di questo genere, ed hanno raccolte le loro conclusioni in un interessante volume: « The secret of high wages » a cui l'Editore ha posto sulla suggestiva copertina il sopra titolo: « The new industrial gospel ». Il libro che è scritto da un punto di vista inglese, e dedicato agli inglesi, ha già avuto traduzioni in altre lingue,

(1) Questo giornale, 1925, pag. 893.

ed è certo interessante per tutti, e contiene delle verità veramente evangeliche (qualcuno le ha definite lapalissiane); ma quando in esso si dice in ultima analisi, all'Inghilterra e agli altri paesi d'Europa: « Copiate l'America ed avrete il medesimo benessere » si afferma qualche cosa che esce dalla reale possibilità. Questa affermazione, che si è già sentita ripetere, comincia quasi ad entrare nel campo delle comuni illusioni, forse anche di molti Americani.

L'errore che si commette quando si pensa di trasportare da noi il benessere americano, copiando l'organizzazione americana, è di dimenticare che questo benessere, e la possibilità stessa di questa organizzazione, risiedono, in gran parte, in una serie di fattori etnografici, storici, geografici, che sono assolutamente particolari all'America, e che forse in nessun altro luogo mai potranno ripetersi. Si dimenticano soprattutto le proporzioni, e i rapporti fra le varie grandezze, e si sbaglia per effetto di prospettiva. L'America è un campo sperimentale di eccezionale vastità. Mentre la nostra esperienza deve faticosamente svilupparsi in profondità, su un fronte di necessità ristretto, l'esperienza americana si sviluppa libera e rapida su un fronte immenso, cosicché, a parità di tempo, risulta senza paragone più larga e completa. Non sempre i metodi e i risultati di un campo possono essere trasportati con profitto nell'altro. Le vie della fortuna non sono eguali per tutti, e ognuno deve trovare le sue vie.

Questo non significa che gli Americani, nel corso del loro grandioso sviluppo, non abbiano scoperte delle verità, nel campo della organizzazione industriale e sociale, che sono vere in sé, e quindi applicabili indipendentemente dalle particolari condizioni americane. Ed è appunto in questo senso che noi possiamo copiare, senza pericoli di illusioni e di far danni. E sarebbe anzi un grave errore non farlo, come è sempre un errore non valersi dell'esperienza altrui, quando è possibile.

Ed è fuori dubbio che noi Italiani, poveri di materie prime, e ricchi di braccia e di ingegni, potremo trarre benefici inestimabili, studiando e adattando, con criterio e con metodo, i sistemi di lavoro e di organizzazione, che così potentemente hanno contribuito al meraviglioso sviluppo delle industrie, in un Paese tanto ricco di materie prime e proporzionatamente così povero di braccia.

Uno dei concetti fondamentali di cui è pervasa l'industria americana, e, meglio, la vita americana, è quello della « *Utilità* ».

E' probabilmente l'applicazione sistematica di questo concetto, nelle cose piccole e nelle grandi, come idea dominante, nella vita privata, nella organizzazione sociale e industriale, in tutto, che è uno dei cardini della prosperità americana.

Il concetto di utilità, assume negli Stati Uniti d'America le forme più impensate, e qualche volta più sconcertanti, per chi prende il primo contatto con la vita americana. Lo si ritrova in tutte le manifestazioni più banali dell'esistenza, come in quelle più elevate, e si sente come esso generi l'attitudine a vedere le cose da un punto di vista estremamente realistico, a scartare le vane ideologie, e si traduca in « *Tempo* » e in « *Dollari* ». In America si dispregia il superfluo in tutte le sue forme, ognuno si sforza di eliminare « l'inutile » come dovere e interesse primordiali, e tutti cooperano a questo. La mancanza di certi correttivi idealistici, frutto di tradizione e di razza, tende, in una atmosfera simile, a rendere la vita eccezionalmente intensa, ma monotona; tuttavia lo stato di benessere ne è favorito, ed è da pensare che i correttivi idealistici verranno con la stabilità di questo.

Le utilità possono evidentemente essere diverse nei diversi tempi e luoghi, ma è il principio che bisogna cogliere, e che rimane invariato.

I metodi del Taylor non sono altro che una applicazione metodica e scientifica del concetto di utilità, della eliminazione dell'inutile, ai sistemi del lavoro. E' soltanto in America che essi potevano aver origine ed essere accolti con poca lotta, poiché sono una naturale manifestazione dello spirito americano.

Quando da noi si parla di metodi del Taylor, si pensa generalmente a qualche cosa di estremamente complicato e difficile, e questo forse perchè noi guardiamo alle forme diagrammatiche che essi assumono nei libri che li hanno teorizzati o volgarizzati, o alla vertiginosa automaticità del funzionamento delle Officine in cui sono applicati, e non siamo penetrati nel concetto fondamentale: la eliminazione dell'inutile, la ricerca del più utile. Ma in questo concetto, così semplice e primordiale, non è così facile a noi di penetrare, poichè esso non è l'elemento dominante della nostra vita sociale e quotidiana. E' un concetto scientifico, malgrado dovrebbe logicamente ritenersi appartenere al dominio dell'istintivo. Ma il più utile è general-

mente il più aspro, se pur il più semplice. E qui entra in giuoco il carattere. Negli Stati Uniti non si conosce la miseria, lo « *Standard of life* » è elevato, ma la vita è *aspra*, guardata dal nostro punto di vista. Lo spirito semplice e austero della aspra esistenza degli antichi « *Pilgrims* » fondatori della attuale grandezza, domina sempre nel cielo d'America, e plasma e fonde come crogiuolo, in una massa unica, omogenea, la disparata varietà di razze e di origini che caratterizza la massa del popolo americano.

I filosofi dicono che il lavoro è un « *dolore* ». Noi rifugiamo forse troppo spesso dal dolore.

Per aumentare la produzione, non in via accademica o effimera, noi dobbiamo cominciare a trasfondere in noi e intorno a noi questo concetto della utilità, e trasformarlo in « *abito* ». Nulla conduce facilmente, come l'idea chiara della comune utilità, gli uomini alla collaborazione; nulla li porta con minore resistenza alla accettazione delle gerarchie, determinate dalla natura stessa, a dare la propria attività completa ed efficiente nella sfera che corrisponde al maggior rendimento; gli interessi si vedono reciprocamente da un punto di vista realistico, le gerarchie esistono, ma non fanno paura, non destano invidie, poichè sono aperte a tutti. Negli Stati Uniti le differenze sociali sono praticamente abolite, ma esistono profonde differenze fra uomini; — tutti sono e debbono essere utili, sia pure in grado diverso, ed è naturalmente che si arriva o non si arriva.

Gli alti salari di cui gode il lavoratore in America sono una logica conseguenza del concetto della utilità, da un lato perchè essi corrispondono ad una prestazione individuale intensa, dall'altro perchè stimolano appunto questa prestazione.

Il parlar di alto salario non ha veramente un senso definito. Il salario, per poter essere definito come alto o basso, deve essere riferito ad un salario minimo, e non esiste certamente una misura minima del salario, che valga per tutti i tempi e per tutti i luoghi.

Poichè il salario deve in prima idea permettere al lavoratore di ottenere quanto è necessario al sostentamento suo e della sua famiglia, in cambio della sua prestazione individuale, si potrà dire che il salario minimo è quello che corrisponde alla prestazione minima ed al soddisfacimento dei bisogni essenziali nella misura minima. Il valore della prestazione varia in funzione del genere di lavoro a cui è applicata, ma la prestazione deve dare sempre diritto al minimo di salario quando occupa interamente l'attività individuale. Il minimo del salario dipende a sua volta dal minimo occorrente alla possibilità di sostentamento, in un dato luogo e tempo. Il minimo del salario viene dunque a dipendere, fra l'altro, dal concetto che ci facciamo del minimo necessario all'uomo per vivere. Questo minimo deve elevarsi con l'elevarsi del grado di civiltà, ed è infatti più alto presso i popoli più evoluti.

Per apprezzare l'elevatezza del salario, bisogna quindi riferirsi alle condizioni di vita che esso permette in date condizioni di tempo e di luogo, ed a quello che nel dato luogo e tempo è ammesso come confort minimo della vita. Il salario minimo di quattro dollari pagati dalle industrie americane non è per nulla alto in America, mentre sarebbe altissimo da noi, e questo perchè il minimo di confort ammesso in America è assai superiore che non da noi.

Se una nostra industria potesse pagare da noi oggi ai suoi impiegati e operai salari pari a quelli americani, e li pagasse, commetterebbe un errore, e farebbe un danno alle persone così beneficate, poichè darebbe ad esse una disponibilità, di cui, in genere, non sono preparate a godere per un fine di elevazione, e con il senso del facile acquisto ne conseguirebbe la cessazione di ogni stimolo a progredire.

Ma stabilita la base del salario minimo, funzione complessa delle condizioni economiche e sociali, il raggiungimento di salari globali più elevati deve essere libero e crescere proporzionalmente alla utilità della funzione che l'individuo esercita, e al grado della sua attività.

### Produttività - Produzione - Salario.

La tendenza verso salari elevati, rispetto ad una determinata base, è socialmente utile, ed è condizione essenziale per il progresso di una industria, quando essa sia concepita come corrispettivo di una prestazione migliore e più intensa.

L'elevazione del salario non può avvenire che attraverso l'aumento della produzione per capita, ma quando questa aumenta, il salario *deve* aumentare.

Se datori di lavoro e lavoratori non intendono sinceramente questo, il risultato dei loro comuni sforzi non può essere che dannoso, e deve necessariamente condurre al disordine.

Le possibilità di fortuna di una industria manifatturiera in gran parte dipendono dal grado di utilità del prodotto a cui essa si dedica. Da questo punto di vista essa rappresenta la fusione di tre grandi interessi: quello del capitale, quello del lavoro, quello del consumatore.

Il primo tende ad una remunerazione più alta possibile, sotto forma di utile, il secondo ad un salario il più alto possibile, il terzo ad un prezzo di acquisto il più basso possibile, con la miglior qualità.

Questi tre interessi antitetici non possono fondersi altro che per mezzo della tendenza ad una crescente produttività, o utilizzazione, sia del capitale che del lavoro. La filosofia dei metodi del Taylor è questa.

E' facile vedere con relazioni semplici che cosa significano praticamente l'aumento di produzione e l'aumento di produttività.

Il prezzo di vendita  $P$  di un prodotto è costituito di vari elementi:

$m$  = importo delle materie prime impiegate;

$s$  = importo pagato di mano d'opera;

$g$  = quota spese generali di produzione;

$u$  = utile

$$P = C + u \quad (1)$$

dove:

$$C = m + g + s \quad (2)$$

è il costo di produzione.

Prendiamo in considerazione un'officina che si dedichi ad una produzione di tipo unico e costante, e in cui la massa annuale di questa produzione rappresenti un costo complessivo di  $L$  lire, come somma del costo totale di materie prime  $M$ , del totale  $S$  di salari produttivi e del totale di spese generali  $G$ :

$$L = M + S + G \quad (3)$$

Vediamo come varia il costo unitario  $C$  aumentando la massa della produzione, ossia il numero di oggetti prodotti:

$$N = \frac{L}{C}$$

Se supponiamo per un momento, che, in determinate condizioni di attrezzamento, di organizzazione, di regime di salari e del mercato, il costo unitario di mano d'opera e di materie prime sia costante con il variare della produzione, il rapporto:

$$C = \frac{L}{N}$$

varierà soltanto come funzione di  $G$ .

Il valore di  $G$  è costituito in genere di due parti, una praticamente costante  $G_o$  per determinate condizioni, e che rappresenta cioè la spesa occorrente alla possibilità di tenere in funzione l'afficina, e l'altra  $G_v$  variabile con la produzione, e che si può in via di orientamento ritenere praticamente proporzionale a questa, e meglio al totale  $\Theta$  di ore produttive di lavoro compiuto nell'officina per ottenere la produzione  $N$ . E' quindi:

$$G = G_o + G_v \quad (4)$$

e il rapporto:

$$\frac{G_v}{\Theta} = h$$

dà la quota delle spese generali variabili che grava su ogni ora di lavoro.

Il rapporto:

$$\frac{\Theta}{N} = t$$

dà il tempo effettivo di lavoro relativo alla unità di produzione. Sarà dunque:

$$G = G_o + \Theta h \quad (5)$$

$$G = G_o + N h t \quad (6)$$

Il rapporto

$$a = \frac{G}{S} \quad (7)$$

è quello che si chiama « coefficiente di spese generali » e che si considera nei calcoli preventivi di costi unitari, cosicché

$$C = m + a s + s \quad (8)$$

Essendo

$$S = N s = \frac{\Theta}{t} s$$

se si sostituisce nella (7) questo valore di  $S$  e quello di  $G$  dato dalla (6) si può scrivere:

$$a = \frac{G_o}{N s} + h_1 \quad (9)$$

dove:

$$h_1 = \frac{h t}{s}$$

è la quota delle spese generali variabili che grava su ogni lira di salario produttivo.

Sostituendo il valore (9) nella (8) si ottiene:

$$C = m + s + h t + \frac{G_o}{N} \quad (10)$$

che poteva anche scriversi direttamente in base alle ipotesi fatte; ma che abbiamo dedotta passando attraverso il coefficiente  $a$ , così importante in pratica, per mostrare la sua dipendenza dagli elementi della produzione:

Ponendo:

$$R = m + s + h t$$

potremo scrivere:

$$C = R + \frac{G_o}{N} \quad (11)$$

La (9) e la (11) dicono che tutte le volte che il tempo  $t$  di produzione, il salario  $s$  pagato, e il costo  $m$  delle materie prime non variano, e quindi  $h_1$  ed  $R$  rimangono costanti, i valori di  $a$  e di  $C$  sono funzioni di  $N$  e decrescono col crescere di questo, secondo una iperbole, tendendo ai valori asintotici  $h_1$  ed  $R$  rispettivamente.

Ciò significa che la riduzione del costo che si può ottenere con l'aumento puro e semplice della massa di produzione  $N$ , a parità di altre condizioni, dipende soltanto dal rapporto

$$\frac{G_o}{N}$$

il quale oltre un certo limite cessa di avere influenza sensibile sul costo stesso, che tende al valore minimo:

$$C = R$$

Nelle piccole aziende ben organizzate il valore di  $\frac{G_o}{N}$

è generalmente piccolo e quindi favorevole ad un basso prezzo di costo, ma cessa più presto di influire su questo.

Si tratti di Azienda piccola o grande, è evidente che la produzione, come massa, può essere grandissima, e tuttavia il funzionamento generale pessimo e il costo del prodotto altissimo.

Esaminiamo gli altri termini della (10).

Il salario  $s$  è espresso da:

$$s = p t \quad (12)$$

ove  $p$  indica la « paga oraria effettiva » corrisposta per il tempo di lavoro effettivo  $t$ , e potremo scrivere:

$$C = m + p t + h t + \frac{G_o}{N} \quad (13)$$

Se supponiamo che  $m$  continui a rimanere costante, e di aver raggiunto un valore di  $N$  per cui  $\frac{G_o}{N}$  non influisca più sensibilmente sul costo di produzione, questo potrà essere ridotto soltanto agendo sul binomio:

$$p t + h t$$

il quale è essenzialmente funzione del tempo di lavorazione e quindi della « produttività » che è definita da:

$$k = \frac{N}{\Theta} = \frac{1}{t}$$

Introducendo nella (13) il valore  $k$  si avrà:

$$C = m + \frac{(p + h)}{k} + \frac{G_o}{N} \quad (14)$$



che mette bene in evidenza gli elementi fondamentali del processo industriale: materie prime, produzione, produttività.

Tutte le volte che l'industriale, o per aumentare l'utile, o per crearlo, tende a ridurre  $C$ , riducendo  $p$ , commette un errore, che da una parte è indice della incapacità della sua organizzazione a progredire, e dall'altra non fa che peggiorare la sua situazione, perchè l'operaio reagisce immediatamente diminuendo  $N$ , cessa di essere un collaboratore, aumenta  $h$  (consumi generali), la quantità del prodotto scade, e l'azienda diviene di necessità instabile. Quando ragioni particolarissime non lo giustificano (come ad esempio avvenne nell'immediato dopo-guerra, e si sa quali ne furono tutte le conseguenze) è meglio chiudere l'officina, che ridurre il costo, riducendo la paga oraria effettiva dell'operaio.

La riduzione di  $C$  deve essere ottenuta, non riducendo  $p$ , ma riducendo  $t$ , il che significa accelerare la produzione, aumentare la produttività. Ossia l'industriale deve fare quello che è il suo compito, vale a dire perfezionare l'organizzazione tecnica e amministrativa della sua azienda e persuadere i suoi operai, non a guadagnare di meno, ma a produrre di più e meglio, e a collaborare con lui in questo perfezionamento, per un fine di comune utilità. La prosperità ed il progresso della industria americana sono impiegate su questo concetto. I metodi del Taylor sono l'istrumento più perfetto per realizzarlo.

Sulle possibilità di una applicazione integrale da noi dei metodi del Taylor, sono state fatte in passato, e si fanno attualmente, molte osservazioni. Anche lo scrivente ebbe occasione di esporre alcune riflessioni in proposito <sup>(1)</sup>. Il più importante, e che dovrebbe essere fuori discussione, è questo, che i concetti informativi dei metodi del Taylor sono generali ed applicabili ovunque, e che in sostanza l'applicazione dei metodi stessi si riduce spesso « alla applicazione sistematica del buon senso ». La questione sta nell'incominciare, nel comprendere chiaramente il problema, e nell'avere il coraggio e l'energia di sottrarsi dal « è andato sempre così!... ». E' la mentalità dei capi, degli ingegneri, dei direttori, e soprattutto degli industriali che bisogna cambiare. I pregiudizi e le cattive abitudini degli operai, si vincono più facilmente, chechè si dica. Questo lo ha osservato anche il Taylor, nella sua lunga esperienza, e questo è vero in America come in Italia. E' questione di tatto, pazienza e fermezza, e spesso di competenza.

Quando una officina dà rendimento scarso, o si sente comunque il bisogno di migliorare l'andamento della produzione, è sovente abitudine da parte di chi ha la responsabilità suprema dell'azienda di dire semplicemente: « Bisogna spingere la produzione, bisogna spingere gli uomini, bisogna aumentare le ore di lavoro », e, se le difficoltà di vendita crescono: « Bisogna ridurre il salario ». Questo, attraverso la scala gerarchica, si trasforma giù giù in agitazione, in nervosismo, in disordine, e da ultimo in angherie verso l'operaio, da parte dei meno responsabili, col risultato finale di ottenere l'effetto contrario a quello che si voleva raggiungere. Il metodo è in sostanza quello di partire dal concetto di aver fatto tutto benissimo, di avere adempiuto a tutti i propri doveri, e di supporre solo che gli altri non facciano il loro.

In questo genere di aziende la realtà è invece molte volte questa, che le condizioni di lavoro sono tali che gli uomini e le macchine, o sono nell'impossibilità di sviluppare tutta la loro energia, o, se la sviluppano, essa è in gran parte perduta agli effetti utili. E' veramente la direzione che manca, quella direzione illuminata, che è capace non solo di criticare o biasimare il risultato non buono, ma che sa anche indicare con sicurezza le vie di un risultato migliore, e sa sovrapporsi all'incapace e all'inefficiente.

Si può dire in generale che il nostro ingegnere è più colto dell'ingegnere americano, più istruito; ma l'ingegnere americano è sempre un competente nel suo posto. Non è possibile trovare in una officina americana un ingegnere investito di responsabilità, il quale non sia passato per la dura trafila degli infimi gradi, e che non abbia dato successivamente pratiche prove di attitudine a guidare altri uomini e di avere capacità specifica. Il passaggio dai gradi inferiori ai massimi, può essere lento, rapido, rapidissimo, a seconda delle circostanze e delle caratteristiche dell'uomo, ma il passo è sempre sicuro, per chi lo fa e per il bene di quelli che restano indietro. L'individuo di coltura superiore e di mente aperta, acquista in questo modo facilmente la persuasione che per stimolare utilmente gli uomini bisogna metterli in condizione di rispondere utilmente allo stimolo. Nell'officina questo significa innanzi tutto mettere ognuno in condizioni di impiegare il suo tempo esattamente per uno

scopo determinato, e quindi preordinare il lavoro ed assegnare ad ognuno una funzione determinata; in secondo luogo predisporre i mezzi perchè questo preordinamento si possa realizzare; in terzo luogo affinare i mezzi e progredire verso il massimo di efficienza.

Il tempo  $t$  di lavorazione, in molte nostre officine, è una quantità estremamente incerta, per deficienze sia di carattere tecnico che di carattere organizzativo. Le deficienze di carattere tecnico derivano da imperfezione o deficienza di mezzi o dal loro irrazionale uso, e da mancanza di uniformità nei sistemi di esecuzione; quelle di carattere organizzativo derivano da mancanza di coordinazione o cooperazione fra i vari servizi, da indeterminazione di mansioni, in definitiva da confusione. E la confusione non ha mai fatto guadagnare tempo a nessuno, ed è stata sempre la fonte delle più grandi inutilità.

Quando in queste condizioni si ha la pretesa di stabilire un tempo, e quindi un costo di esecuzione di un lavoro, non si può che commettere una assurdità. Questa è la ragione delle penose discussioni a cui l'assegnazione del cottimo dà luogo così spesso tra capo reparto e operaio. L'operaio tende istintivamente a coprirsi dalla conseguenza della incapacità altrui, più che a perseguire lo scopo di produrre poco. Quando è riuscito a coprirsi, cessa in lui lo stimolo di produrre rapidamente, perchè sa che se condizioni particolari favorevoli lo aiutano ad eliminare una volta le perdite di tempo legate alla organizzazione, e quindi a raggiungere un guadagno alto, il suo capo, cosciente della incertezza nella assegnazione dei tempi, sarà sicuro di essersi sbagliato nel concedere un tempo troppo largo, e la prossima volta lo ridurrà; ma la prossima volta quelle tali condizioni non si ripeteranno e l'operaio andrà in perdita. E' possibile avere in questo modo della sincerità e della collaborazione?

Questo non è un quadro pessimista; è la realtà della esperienza vissuta in officina.

Dunque, non proporsi la via apparentemente comoda, e certo erratamente egoistica, della riduzione del salario, ma proporsi invece quella aspra, ma razionale e sicura, di migliorare i mezzi tecnici e l'organizzazione.

Quanti industriali sono convinti di questo, e, in ogni modo, quanti hanno per lo meno tentato di farlo? Bisogna riconoscere che molti sono stati fermati da ragioni di confessata o non confessata incompetenza, e da un errore di prospettiva o pregiudizio, e da mancanza di uomini. Pochi altri, i veri Capitani di industria, hanno saputo comprendere e realizzare e vincere ogni difficoltà, dando vita a industrie fiorenti e prospere, che lottano con fortuna anche nel campo dell'esportazione.

Per stabilire che in una certa officina, con certi mezzi, un dato lavoro richiede, per essere bene eseguito, un certo tempo minimo, bisogna conoscere il lavoro ed i requisiti a cui deve soddisfare, aver precisato il metodo di esecuzione, aver assicurato che, nel tempo dovuto, e con la dovuta sequenza, l'operaio abbia avuta a sua disposizione, in un dato luogo, macchina, utensili, materie prime o semi-lavorate, disegni, istruzioni, ecc. Quando questo sia fatto, l'operaio potrà discutere sulla entità del guadagno di base, che dipende da questioni economiche e che in genere è di competenza delle Organizzazioni o Corporazioni, ma la questione tempo, ossia la base tecnica, è fuori discussione, ed allora l'operaio dovrà misurare la sua capacità di lavoro con certi determinati mezzi, e saprà come fare i suoi conti, e così anche l'industriale. Se l'industriale a questo punto affina e perfeziona i mezzi, l'operaio potrà aumentare il suo guadagno, se gli è chiesta una prestazione più intensa, ma dovrà dare una produzione più alta, ed una cosa e l'altra saranno misurabili, ed ognuno troverà il suo, senza discussione e senza acredine.

Da un certo punto di vista, una officina che produce oggetti manifatturati può essere paragonata ad una rete ferroviaria con i treni in circolazione. Il macchinista ha delle istruzioni ben determinate e dettagliate sul modo di condurre la macchina e percorrere la via, e poichè tutti i macchinisti di tutti i treni che percorrono la rete hanno delle istruzioni analoghe, e a ogni treno è assegnata la macchina adatta, e l'orario di ogni treno è coordinato con quello degli altri, avviene che, quando tutti adempiono al loro compito, gli orari sono rispettati, non si verificano accidenti, e la condotta di ogni treno si realizza nel modo più economico. Nessuno penserebbe a limitarsi a far partire i singoli treni lasciando al macchinista libertà di scegliere la macchina, ecc., e fornendogli solo indicazioni generiche, a stima, circa l'orario, la velocità, il regime della locomotiva, ecc., e assegnandogli magari un premio se riesce a percorrere un certo viaggio in un certo tempo minimo. Ne seguirebbe che il macchinista prudente e accorto viaggerebbe sempre a passo

(1) L'Elettrotecnica, 25 novembre 1920.

d'uomo, per evitare i danni della velocità propria e di quella degli altri treni, che incontrerebbe certo fuori tempo lungo la linea, e il macchinista imprudente e irresponsabile andrebbe sempre il più presto che può, guadagnando qualche volta il premio e fracassando più spesso il treno. Tutti i calcoli e i conteggi relativi al traffico diverrebbero impossibili, tutti i controlli sarebbero inutili, perchè senza base, e dopo poco tempo il macchinista, la Società Ferroviaria, ed il pubblico si accorgerebbero di fare dei pessimi affari. Dunque, i treni possono camminare ed essere utili al macchinista, alla Società Ferroviaria e al pubblico, perchè qualcuno, competente, ha studiato con ogni minuzia le condizioni di marcia del treno prima di farlo partire, ed ha provveduto a fornire al macchinista, anche lui competente e addestrato in precedenza, le istruzioni necessarie per eseguire nel miglior modo il suo compito. Questo qualcuno, che ha studiato in luogo del macchinista, ciò che questi non può e non deve studiare, si scinde realmente in personale molto numeroso, che pesa sul bilancio dell'Amministrazione della Ferrovia, ma che è indispensabile ad un funzionamento appena appena possibile, e ripaga largamente la sua opera. Per il buon funzionamento della rete ferroviaria non basta aver studiato la migliore motrice.

L'operaio di molte nostre officine rassomiglia un po' al macchinista del treno, senza istruzioni, e dietro di lui non esiste chi per lui ha studiato in dettaglio e con competenza il suo lavoro.

L'errore di prospettiva, o pregiudizio, dell'industriale, sta nel ritenere inutile la spesa inerente al personale, spesso numeroso, occorrente a studiare e coordinare per conto dell'operaio. Gli sembra più utile e meno costoso abbandonarsi alla iniziativa dell'operaio e tirargli quanto più si può il salario.

Il personale è inutile soltanto quando non è interamente occupato, e quando non ha delle attribuzioni precise e coordinate nell'insieme. Il difetto è cioè sempre di direzione.

La mancanza degli uomini è reale e grave. Bisogna formarli, ma si tratta soprattutto di indirizzare opportunamente, in modo stabile, delle energie che già esistono allo stato latente, e di formare la coscienza dello scopo che si persegue. Bisogna persuadere gli uomini che ognuno è utile al suo posto, piccolo o grande, quando adempie bene e con interesse al suo compito, che si progredisce solo per capacità dimostrata, e che nessuno può essere utile senza cooperazione. Bisogna dare agli uomini la fede che la loro pena non è senza ricompensa, e che questa ricompensa risiede non solo nella coscienza del dovere compiuto, ma anche in una giusta certezza di cammino ascendente.

Queste verità semplici sono così diffuse e rispettate, così aderenti all'ambiente in America, che non si ha colà troppa difficoltà a trovare e creare uomini adatti alla organizzazione delle industrie.

Quando, con una organizzazione adatta si siano determinati dei ragionevoli tempi di lavorazione, abbastanza approssimati, e siano state create delle condizioni che permettano di realizzare questi tempi, si ha la base per apprezzare in modo razionale e sicuro il giusto costo di mano d'opera e agire su di esso, tendendo ad un aumento di guadagno da parte dell'operaio.

La paga oraria  $p$  dipende dal salario di base e da una certa funzione del tempo, o del numero di pezzi prodotti nell'unità di tempo, a seconda del sistema di retribuzione adottato. Vi sono sistemi a cottimo, a premio, differenziali, ecc., ognuno dei quali si dimostra più adatto per particolari condizioni o abitudini, e tutti hanno lo scopo di stimolare direttamente l'operaio ad accrescere la produzione. Fanno eccezione il salario fisso ad ora, utile solo in casi specialissimi, ed il salario a premio limitato (Rowan) in cui il guadagno dell'operaio è automaticamente limitato ad un massimo che non può essere oltrepassato. Questo sistema di retribuzione è stato studiato per proteggere l'industriale dalle conseguenze degli errori nell'assegnazione dei tempi. In una buona organizzazione non può sussistere, perchè nello stesso modo che limita il guadagno, limita lo stimolo a produrre e migliorare.

La forma più semplice e più comune, e probabilmente la più flessibile, fino a quando non si abbia una conoscenza sicura dei tempi ed una organizzazione scientifica di piena efficienza, è quella del *cottimo semplice*, e ce ne serviremo come base di ragionamento. In questa, se  $t$  è il tempo impiegato per l'esecuzione,  $T$  il tempo concesso all'operaio e  $w$  la paga oraria nominale, la paga oraria  $p$  risulta espressa da:

$$p = x \left( 1 + \frac{T-t}{t} \right) = w \frac{T}{t}$$

$$p = k (w T)$$

ossia, come noto, il costo di mano d'opera  $s = (w T)$  pagato dall'industriale è invariabile, per determinati valori di  $w$  e di  $T$ , mentre  $p$  cresce proporzionalmente alla produttività  $k$ , secondo il fattore di proporzionalità  $(w T)$ .

Se in un primo tempo ci accontentiamo di mantenere  $p t = w T$  costante, e, lasciando invariato il tempo concesso  $T$ , riusciamo, con un semplice miglior ordinamento dei servizi di alimentazione e distribuzione dell'officina, ad eliminare una parte delle perdite di tempo dell'operaio, si potrà pretendere senza discussione, una riduzione del tempo  $t$  di esecuzione, e mentre l'operaio sarà stimolato ed invogliato ad accelerare il passo dal conseguente aumento di  $p$ , l'industriale avrà i vantaggi dell'aumento di produzione e di produttività a parità di mezzi, che derivano dalla riduzione degli ultimi due termini della (14) e quindi di  $C$ .

Dopo un certo periodo di questo regime, l'operaio avrà apprezzato i vantaggi di un miglior ordinamento, e si sarà convinto che lo scopo dell'industriale non è quello di ridurgli il salario, o di farlo lavorare in misura eccessiva. Intanto l'industriale avrà condotto innanzi i suoi studi per una vera organizzazione scientifica, avrà avuto modo di osservare degli operai abili che lavorano con sincera attività con i metodi e mezzi in uso, avrà potuto fare degli esperimenti e raccogliere dati sui procedimenti migliori, sulla modifica di mezzi meccanici, o introduzione di nuovi.

La graduale introduzione dei metodi e mezzi nuovi sposterà in modo così evidente anche per l'operaio le condizioni del lavoro, che egli non potrà opporsi alla modifica del tempo base ammesso in precedenza. E il nuovo tempo base sarà una quantità ben definita, scientificamente determinata, fuori discussione, pacificamente accettata. Nessuno potrà pretendere, per esempio, che occorra il medesimo tempo per produrre una vite al tornio parallelo e alla macchina automatica. Del resto, la introduzione di nuovi sistemi e di una diversa organizzazione sposta spesso il lavoro da una ad altra categoria di operaio, e questo elimina molte difficoltà. Se ad esempio risulta conveniente di eseguire un giunto di lamiere con saldatura elettrica invece che con chiodatura, si cambia non solo tempo base, ma anche categoria di operaio. La paga oraria nominale del saldatore sarà generalmente diversa da quella del calderai, ma mentre il saldatore potrà effettuare il giunto guadagnando una paga oraria effettiva  $p$  eguale e magari superiore alla sua abituale, pur risultando ridotto  $t$  e il costo complessivo di produzione, il calderai avrà altri lavori per i quali sarà verificata la medesima condizione. Altre volte si tratta semplicemente di una diversa suddivisione e distribuzione del lavoro, che porta ad eliminare alcune operazioni, ed accelera le altre. In questo genere di trasformazioni non si ha mai ragione di incontrare ostacoli da parte dell'operaio, poichè il suo interesse non deve entrare in giuoco. Gli ostacoli, gravi e tenaci vengono dai capi, dal personale di direzione, che grava e resiste per semplice ragione di legge d'inerzia.

Quindi, nel caso particolare del sistema di retribuzione a cottimo semplice, essendo il tempo  $T$  espresso da:

$$T = t (1 + x)$$

in cui  $x$  è il coefficiente che stabilisce la base del cottimo, e

$$p = w (1 + x)$$

se  $w$  ed  $x$  non sono stati modificati passando dai vecchi ai nuovi sistemi, neanche  $p$  sarà variato, pur essendosi ottenuta una diminuzione di  $s$  per effetto della riduzione di  $t$ . Ossia il miglioramento dell'organizzazione e dei mezzi tecnici hanno ancora ridotto il costo di produzione, ma non hanno diminuito il guadagno orario dell'operaio, che può anzi essere aumentato, poichè non si è toccato nè la base  $x$ , nè la paga nominale  $w$ , e, come è noto, l'operaio è estremamente geloso di questi due valori.

Ma a questo punto noi siamo giunti ad una condizione di equilibrio, che, fino a quando nuovi perfezionamenti tecnici non intervengano, può essere variata soltanto da un ulteriore sforzo dell'operaio, il quale aumentando la propria attività e la propria destrezza può elevare il valore di  $x$  e quindi quello di  $p$ , riducendo ancora  $t$ . E' a questo punto che l'operaio diviene il collaboratore più prezioso, che l'organizzazione scientifica propriamente detta può acquistare il suo massimo valore e dare i risultati più brillanti, che l'industriale può giudicare se è di vantaggio economico, nelle particolari condizioni, di tendere ad un aumento di produzione o piuttosto ad un aumento di produttività con un eventuale conseguente aumento o perfezionamento di impianti, e di introdurre sistemi di salario a forte stimolo, come, ad esempio, quello differenziale di Taylor.

Quanti esempi non abbiamo di aziende prospere che hanno tracollato o declinato per non proporzionato aumento di impianti, o per aver introdotti costosi perfezionamenti che non si sono potuti o saputi sfruttare, e che non rientrano in ogni caso nel quadro della equilibrata proporzione fra i vari elementi del costo del prodotto, e delle sue possibilità di smercio?

Il salario non va considerato a sè, ma bensì nel quadro degli altri elementi che compongono il costo, collegati dalla (14), con la condizione che  $p$  sia sempre crescente col crescere di  $k$  e che  $h$ ,  $G_o$  e  $N$  siano tali che la quantità

$$Q = \frac{(p+h)}{k} + \frac{G_o}{N} \quad (16)$$

che rappresenta la quota parte di salario e spese generali che grava sull'unità di prodotto, sia sempre *decescente*, ed in ogni caso mai crescente.

Si può dire che  $G_o$  ed  $h$  definiscono l'organizzazione generale ed il carattere dell'azienda,  $N$  il suo mercato,  $k$  e  $p$  la perfezione della sua organizzazione tecnica e lo spirito di collaborazione che unisce gli uomini che la compongono.

Si ragiona molto, e anche con molto lusso di calcoli, per stabilire quale sia il sistema di salario migliore e il meno arbitrario. Da questo punto di vista tutti i sistemi di salario possono essere considerati come completamente difettosi, inquantochè debbono partire tutti da un presupposto economico completamente arbitrario, che è quel tale salario minimo, così difficile da definire e soprattutto da determinare. Ma quando, più o meno arbitrariamente, questo salario minimo sia stato determinato e accettato, è necessario che ad esso corrisponda una determinata quantità di lavoro: quella che un uomo in determinate condizioni può ragionevolmente fare. Questo è necessario per lo meno per avere un dato di base per fare dei conti; ma oltre questo limite inferiore, la forma e il grado di stimolo da dare all'operaio, mediante una speciale legge di variazione del salario, devono dedursi in ogni singolo caso dalla considerazione

del come è industrialmente ammissibile che vari il rapporto  $\frac{p}{k}$  nell'insieme del variare degli altri elementi come collegati dalla (14). Il rapporto  $\frac{p}{k}$  può con il decrescere del tempo di lavoro

essere costante (còttime semplice) o decrescente (alcuni tipi di salari a premio) e crescente (differenziali, ecc.), e si tratta di determinare ogni volta, nelle particolari condizioni, se sia di maggior peso per il risultato finale, fermo restando la condizione di  $p$  crescente, il modo di crescere di  $p$  o il modo di crescere di  $k$ . E' noto che il sistema differenziale Taylor, che è uno dei sistemi a più forte stimolo, e che è stato riconosciuto uno dei più efficaci in certi casi e in condizioni di perfetta organizzazione scientifica, e che è anche stato definito come perfino troppo brutale, conduce ad un rapporto  $\frac{p}{k}$  cre-

scente col crescere di  $k$ . Non ha quindi valore asserire genericamente, come si fa spesso, che il sistema migliore è quello a costo di mano d'opera decrescente o per lo meno costante. Nei casi pratici una tale affermazione può essere frutto di grettezza o di incapacità dell'organizzazione a dominare la questione nel suo insieme.

Si osservi ora che l'introduzione di mezzi tecnici più perfetti, e di una organizzazione basata su principi scientifici, tendono a ridurre in genere la richiesta di abilità specifica da parte dell'operaio, cosicchè diviene possibile destinare alla esecuzione di un certo lavoro, dove prima era richiesto uno specialista, e quindi uomo d'eccezione, un altro uomo non specializzato, di capacità normale, e quindi di salario base  $w$  notevolmente più basso. Un manovale appena intelligente, può in poche settimane essere reso capace di sorvegliare una macchina automatica, che esegue alla perfezione, e con grandissima rapidità, dei pezzi, che, fatti uno per uno su macchina non automatica, richiederebbero uno specialista di primo ordine e molto tempo. Il manovale, per passare dal suo lavoro abituale alla sorveglianza della macchina automatica, non potrà chiedere la paga di base dello specialista, ma solo forse un piccolo aumento della sua paga  $w$  abituale, si sentirà fortemente stimolato a guadagnarsi un premio o còttime alto, e tenderà a progredire verso lavori più complessi, se esistono in lui le qualità necessarie, cooperando in questo modo alla elevazione e al miglioramento economico di sè stesso e della industria che lo occupa.

Questa tendenza all'impiego di mano d'opera sempre meno specializzata, come conseguenza dell'ampliamento della produzione e di una più perfetta organizzazione, corrisponde ad

una necessità logica e perfettamente naturale. Gli uomini eccezionali in tutti i rami della umana attività sono pochi, e nella maggior parte dei casi di lenta formazione. Non si può concepire una grande industria fondata sul concetto di un impiego largo di uomini eccezionali. Si potrà anzi dire che una organizzazione industriale è tanto più perfetta ed efficiente quanto più largamente e rapidamente è capace di utilizzare l'uomo comune ed impreparato a quel dato lavoro. Gli uomini d'eccezione e gli specialisti sono così rari ed utili che la loro utilizzazione e adeguata retribuzione non dà mai pensiero.

Con il progredire della prosperità dell'industria e di quella generale, il salario di base  $w$  tenderà naturalmente ad aumentare, e con esso il benessere dell'operaio, ma condizione indispensabile è che questo abbia data e dia una prestazione efficiente ed intensa e che la Direzione abbia con lui collaborato coscienziosamente e con capacità.

### Le materie prime.

L'esame del rapporto

$$b = \frac{s}{C}$$

da cui si deduce la percentuale di mano d'opera che grava in certe condizioni sul costo totale del prodotto, e dell'altro.

$$d = \frac{s}{m}$$

tra costo di mano d'opera e costo delle materie prime, fornisce sempre una utile indicazione di orientamento per giudicare della importanza di una data variazione in più o in meno del salario totale, e segna in quale direzione deve essere piuttosto rivolto lo sforzo maggiore della organizzazione, per ottenere una efficace e stabile riduzione del costo  $C$ . Per un medesimo prodotto, a pari costo finale  $C$ , i valori di  $b$  e  $d$  possono essere e sono in genere molto diversi, in luoghi differenti, come da noi e in America. Troppo spesso la mente dell'industriale si polarizza sul salario. Questo è uno degli elementi del problema e non il solo. In molti casi il valore delle materie prime è preponderante, e un piccolo progresso di tecnica o di organizzazione in questo senso ha influenza decisiva.

Per ragionare dei rapporti che intercedono fra costo del prodotto e mano d'opera, noi abbiamo supposto che il costo dei materiali rimanesse costante; ma questo costo deve concepirsi come estremamente variabile, non solo come funzione di condizioni economiche generali, e di distribuzione, ma come funzione della efficienza dell'organizzazione tecnica.

In questo campo l'America, il paese più ricco di risorse naturali, ha compiuto forse passi più grandi che in quello della organizzazione del lavoro, e ci è maestra. Anche in questo caso è il concetto della utilità, della eliminazione dell'inutile, che è perseguito con illuminatazza e con tenacia mirabili.

Noi italiani, poveri di materie prime, siamo particolarmente interessati in questo campo, per poter sostenere con fortuna la concorrenza dei Paesi che ne sono ricchi.

Il problema della riduzione del costo di materie prime che entra in un determinato prodotto, ha due aspetti: 1) a parità di specie di materiale impiegare la minor possibile quantità, senza diminuzione della bontà del prodotto; 2) a pari bontà e caratteristiche di prodotto, impiegare le materie prime di minor valore e di più facile disponibilità in un determinato luogo.

Nel più largo modo sono messi da questo punto di vista a servizio dell'industria, degli umani bisogni, i campi delle più elevate ricerche scientifiche, quelli delle multiformi applicazioni pratiche di grande e piccola importanza, quelli delle minute ingegnosità individuali.

Il laboratorio sperimentale ha un valore preponderante nella organizzazione tecnica della industria americana. Due specie di laboratori vi sono: quello di ricerche, che ha il carattere di vero Istituto scientifico, per la ricerca di nuovi principii, e ritrovati, con il concetto informatore però di trarne utili applicazioni pratiche, e quello di controllo, che segue da vicino la fabbricazione del prodotto già standardizzato, la sorveglianza, assicura la bontà e costanza di qualità delle materie prime impiegate e del prodotto finito, e contemporaneamente studia, suggerisce, sperimenta perfezionamenti e nuove vie. Tutte le grandi industrie hanno laboratori propri delle due categorie, e quelle minori solo della seconda categoria; ma si valgono largamente dei grandi laboratori scientifici nazionali, che funzionano con criteri pratici, in modo da essere realmente utili all'industria.

La poca importanza data da molte delle nostre industrie

alla funzione del laboratorio, nel processo produttivo, è stata tante volte messa in evidenza e deprecata, che sembra superfluo insistervi. Si deve però aggiungere che anche i laboratori che esistono tendono spesso ad essere troppo indirizzati verso i campi astratti e sono praticamente poco utili come sussidiario della fabbrica.

La istituzione del laboratorio, anche modesto, ha la caratteristica negativa, come tutti gli elementi della organizzazione scientifica, di gravare nei primi tempi sulle spese generali, senza un sensibile rendimento immediato. Ma è indispensabile superare questo ostacolo, perchè entro breve tempo i vantaggi sono così grandi da coprire largamente ogni spesa, se le cose sono fatte con misura e con criterio, e perchè solo così si può essere sicuri di progredire.

L'empirismo deve essere bandito dall'industria moderna, e la mèta di ogni ora deve essere questa: «Progredire».

Il «The improvvement» è una delle caratteristiche più salienti della vita americana, e di fronte a questo idolo è abbandonato ogni pregiudizio. L'America è il paese dello «Standard» ma questo standard è continuamente in evoluzione. Nessun perfezionamento è ritenuto «impossibile». Laggiù non si dice mai: «Questo è quello che si può fare di meglio», ma si dice invece: «Questo è quel che di meglio siamo riusciti a fare fino ad oggi». Nessuna idea è ritenuta inutile se non dopo esame, e tutti largiscono la propria idea e studiano quella degli altri con la maggior liberalità e libertà, senza gelosia o vanità, perchè l'ambiente è tale che garantisce una perfetta reciprocità, ed ognuno mette il fine generale da raggiungere realmente un po' fuori di sé stesso.

Lo scrivente ricorda di essere stato personalmente colpito da qualche caratteristica manifestazione di questa mentalità. Sulla porta dell'Ufficio Costruzioni di uno degli stabilimenti della più importante Compagnia di costruzioni elettromeccaniche degli Stati Uniti, la General Electric Company, era un giorno esposto questo avviso: «Give us a suggestion». Davanti a quella porta passa giornalmente qualche centinaio di tecnici di tutti i rami e categorie; l'Ufficio era evidentemente impegnato in qualche problema, e non ne trovava la soluzione nel suo ambito; non aveva quindi esitato a richiedere la collaborazione più ampia possibile. La «Suggestion» sarà certamente venuta, forse dalla fonte più impensata, e ad essa avrà certo corrisposto un premio in denaro o un riconosciuto titolo di avanzamento, come è colà in uso, verso chi fa qualche cosa di utile.

Nello stesso stabilimento, al disopra della scrivania dell'ingegnere preposto alla costruzione di un tipo di apparecchio già standardizzato fino all'immaginabile, si trova un grande cartello con la dicitura: «It is possible» quasi monito a tutti i tecnici che vanno a presentargli difficoltà insormontabili ad ulteriori perfezionamenti.

E' fatto nel medesimo stabilimento largo uso delle «Suggestion boxes» opportunamente distribuite nelle officine, nei cortili, negli uffici. Sono delle specie di cassette postali, delle quali ogni persona, per umile che sia, è invitata a servirsi per inviare alla Direzione suggerimenti per tutto quello che gli sembra utile proporre per qualche miglioramento. Queste proposte vengono poi esaminate da competenti, e, quando ne sia il caso, i suggerimenti sono applicati e l'ideatore premiato. <sup>(2)</sup>

Negli Stati Uniti, si fanno delle vere crociate nazionali per instillare in ogni persona il senso della necessità di eliminare ogni sperpero di materiale. Ognuno deve sforzarsi di utilizzare qualche cosa che ieri era ritenuto inutile, e di far con nove quel che ieri si faceva con dieci. Ma tutto questo senza grettezza: innanzi tutto le cose si debbono far bene, meglio che si può. La «qualità» è un canone fondamentale, inquantochè l'industria è concepita come un «servizio». Quanti errori e quanti malanni evita questo concetto!

L'azione del laboratorio può avere, e anzi ha spesso, una influenza preponderante sui valori di  $h$  e  $G_0$ , che in buona parte dipendono dai procedimenti di fabbricazione seguiti per ottenere un determinato prodotto. Non sono infatti infrequenti i casi in cui una industria sia stata rivoluzionata dall'esito felice di una ricerca di laboratorio di officina, che, lasciando invariate le caratteristiche del prodotto o migliorandole, e lasciando invariate le materie prime di partenza, abbia permesso di giungere al risultato finale in modo estremamente più rapido e più economico.

Molte volte, la possibilità del progresso e della riduzione

del costo della produzione dipendono dalla possibilità di un aumento grandissimo del numero di oggetti prodotti, e questo dipende a sua volta dalla possibilità di ridurre le varietà prodotte, ossia dalla possibilità di standardizzare.

La parola «standardizzazione» non deve essere intesa, come a qualcuno potrebbe venire in mente, nel senso di «stasi», ma semplicemente nel senso di «uniformità». Il prodotto standardizzato va concepito in continua evoluzione e perfezionamento, ed è appunto in questo senso che è inteso negli Stati Uniti d'America, dove ognuno rinuncia a chiedere una eccessiva varietà per oggetti del medesimo tipo, perchè ognuno sa che questo ne rende a lui più facile l'acquisto, e crea per lui la possibilità di avere in un tempo prossimo quel medesimo prodotto, più perfetto, a prezzo ancora più basso. Si hanno quindi da una parte i fabbricanti di una medesima industria e le Associazioni tecnico-scientifiche, in cui essi sono riuniti, a cui è possibile di arrivare abbastanza facilmente ad adottare delle norme unificatrici, che corrispondano all'interesse sia del fabbricante che del consumatore, e dall'altra si trova il pubblico, che, con senso di ben intesa praticità, accetta nella grande massa questa unificazione, rinunciando a inconcludenti vedute particolaristiche e cooperando in tal modo assai efficacemente al generale benessere.

## Il Vangelo.

Questa pratica del normalizzare, intesa e attuata con giusto senso, conduce alla conseguenza necessaria dello sviluppo delle grandi aziende specializzate, che centralizzano la produzione e trovano spesso un limite soltanto in difficoltà tecniche o economiche inerenti ai trasporti.

La produzione in grande massa e di carattere costante, per poter essere economica, deve di necessità essere rapida, e richiede impianti grandiosi e particolarmente perfetti, quali non sarebbe possibile realizzare nel caso di produzione variata e in piccola massa.

Le proporzioni relative, che vengono ad acquistare le singole parti di simili aziende, sono tali che permettono ad esse di sopportare utilmente il gravame che corrisponde ad una perfetta organizzazione tecnica e commerciale, la quale è ad un tempo garanzia all'azienda stessa e al consumatore; e questi organismi diventano col tempo dei veri fari di progresso e dei meravigliosi utilizzatori di energie.

Tale tendenza verso l'accentramento della produzione è caratteristica della società moderna, e va estendendosi sempre più anche nei paesi d'Europa, e particolarmente in Germania. Essa, almeno per alcuni prodotti e per alcune classi di oggetti manifatturati, deve sempre di più imporsi a noi italiani, e rappresentare uno degli elementi fondamentali per ridurre il costo della vita e tendere alla conquista di mercati di esportazione, sottraendoci alla importazione dei prodotti di molte industrie straniere, che premono, ed hanno vantaggio su di noi appunto per la loro potenzialità, che in grande parte deriva dalle origini sopra esposte.

Parlare di grande azienda non implica parlare di grande officina, chè anzi la funzione della grande azienda può in molti casi esplicarsi nel modo più utile ed efficace come coordinatrice del lavoro di una somma di piccole officine, situate in luoghi diversi. Un insieme di piccole aziende similari, fra di loro indipendenti, che agiscono sul medesimo mercato, di sua natura ristretto, perchè ognuna di esse non può che abbracciare un mercato ristretto, rappresenta una fonte di dispersione di energie ed una tendenza alla stasi o al regresso, sia nella tecnica che nella economia.

La funzione utile della concorrenza ne risulta spesso falsata, specialmente su certi mercati e per certi prodotti, e l'azione della piccola azienda può essere tale da giungere ad ostacolare la politica di progresso tecnico e contemporanea riduzione di prezzo, che solo la grande può praticare.

Non si vuole con questo disconoscere la funzione utile della piccola industria, ma essa va concepita come fase iniziale per lo sviluppo graduale verso la grande, in quanto si riferisce a quel genere di prodotti che costituiscono necessità o utilità fondamentali della società moderna. A un determinato momento, affinchè la produzione possa crescere, e crescere il salario diminuendo il costo, bisogna che si riduca il numero degli industriali.

Il grado di utilità a cui una industria si dedica non è eguale su tutti i mercati e in tutti i tempi in genere. Alcune industrie corrispondono a necessità locali, limitate, altre rappresentano un lusso, nel senso che esse, se pur corrispondono allo scopo di

<sup>(2)</sup> Questo sistema delle «suggestions» è stato di recente introdotto nella Fabbrica Trasformatori della Compagnia Generale di Elettricità.



assicurare il lavoro ed il benessere ad un ristretto gruppo di persone, soddisfano a dei bisogni di carattere voluttuario e quindi non necessario, cosicchè la loro esistenza o meno non altera sensibilmente la vita economica e non agisce sul cammino ascendente di un Paese.

Quando si parla di aumentare la produzione, come mezzo di risollevarmento della vita economica, si intende riferirsi alle industrie che assicurano il soddisfacimento di bisogni fondamentali, per i quali ogni Nazione ha il dovere di rendersi, per quanto possibile, indipendente.

Allo sviluppo di queste industrie noi italiani dobbiamo con ogni tenacia rivolgere le nostre energie, e tanto più che per molte di esse le materie prime sono pressochè in totale di importazione.

Perchè esportare uomini per lavorare all'estero, e di nuovo importare il loro lavoro, sotto forma di oggetti manifatturati di prima necessità? Non basta essere costretti a importare materie prime? Curiamo le nostre industrie che rispondono a necessità fondamentali, e organizziamole per gruppi, onde rendere loro possibile una vita rigogliosa, con il programma di sviluppare e saturare dapprima il nostro mercato interno e successivamente di conquistare quelli di esportazione. Ossia rendiamo prima l'importazione non necessaria e poi l'esportazione possibile. Questa è la via logica che hanno seguito tutti i Paesi a forte sviluppo industriale.

La grande guerra ha insegnato molte cose, ed ora che alla guerra delle armi è succeduta quella economica, forse più terribile, bisogna trar profitto dalla lezione fino all'estremo.

Le condizioni generali sono oggi per questo, sotto molti riguardi, estremamente favorevoli. Oggi la maggioranza degli uomini è disposta a capire quello che prima non voleva o non poteva, e cioè che con la disciplina e con il lavoro un popolo tenace può rompere qualunque barriera.

Mettiamo dunque in valore la nostra maggior fonte di ricchezza, il lavoro, ossia organizziamolo, sistematicamente, con criteri scientifici, e secondo le nostre necessità, e delle materie prime che dobbiamo importare, usiamone con avara parsimonia e illuminata, e sforziamoci di ricercare e adoperare le nostre. In questo, abilità tecnica e disciplina devono sostenersi.

Mettere in valore il lavoro, organizzarlo scientificamente, presuppone innanzi tutto l'elemento psicologico « collaborazione ». Da questo punto di vista, l'attuale legislazione sulle Corporazioni può essere considerata come la base generale più salda, e più adatta al nostro Paese, per la organizzazione scientifica del lavoro.

Andiamo a studiare negli Stati Uniti d'America, moltiplichiamo i viaggi e le esperienze dei nostri giovani in mezzo a quel popolo di educatori, laborioso e prospero, per trarne esempi e idee salutari, ma non dimentichiamo che i nostri problemi dobbiamo risolverli per le nostre vie e secondo i nostri mezzi.

Un cosiddetto « Nuovo » Vangelo industriale, che venga dall'America, non esiste. Si tratta di un Vangelo vecchio e vero, che riposa sul buon senso, e che gli Americani hanno applicato con metodo e senza deviazioni, favoriti da particolari condizioni; ma vi sono delle verità che noi dobbiamo tenere particolarmente presenti per poter progredire rapidamente:

— Portare gli uomini a cooperare, persuadendoli che le ragioni e le finalità del lavoro di ogni uomo non finiscono in lui stesso, ma si estendono ad una utilità collettiva.

— Il salario base deve essere proporzionato al tempo e al luogo. La efficienza del lavoro deve essere spinta, e il salario effettivo deve crescere con la produttività. L'industria è vitale se può pagare salari alti rispetto alla base. In una organizzazione sana questo deve avvenire quando il prodotto assicura una necessità fondamentale, poichè allora il suo mercato è sicuro.

— Fare dipendere la economia della produzione, non dalla riduzione del salario, ma dalla economia del tempo e delle materie prime, ossia dalla organizzazione scientifica, e dal progresso della tecnica.

Milano, gennaio 1927.

## □ A PROPOSITO DI ALCUNI ARTICOLI RECENTI SULLA « MARCATURA », DELLE LAMPADE AD INCANDESCENZA □ □

U. BORDONI

1. — E' stato recentemente pubblicato in questo giornale un articolo nel quale l'Ing. M. Marchetti, riprendendo alcune considerazioni già svolte dall'Ing. L. Pellò (1926, pag. 816), torna sulla questione della « marcatura » delle lampade ad incandescenza, intorno alla quale ebbe già a pronunciarsi la nostra Associazione, approvando un apposito ordine del giorno, nel Congresso di Spezia del 1924.

In qualità di uno dei firmatari dell'accennato ordine del giorno, mi sarà permesso di interloquire sia per ringraziare gli Ingegneri Pellò e Marchetti dell'esplicito riconoscimento della razionalità dei criteri che hanno dettato l'ordine del giorno in questione, che per rettificare alcune affermazioni inesatte contenute nell'articolo dell'Ing. Marchetti e, infine, per discutere la soluzione provvisoria ch'essi propongono per la questione della marcatura.

2. — Non so immaginare a quali fonti l'Ing. Marchetti possa avere attinto due notizie ch'egli dà per probabili, se non per certe, e dalle quali prende le mosse; che, cioè, all'epoca del Congresso di Spezia, l'unico apparecchio per misure di flusso luminoso esistente in Italia fosse quello che figurava nei locali del Congresso e che il costo d'un impianto per misure di flusso luminoso fosse di « qualche diecina di migliaia di lire ». Quello che posso assicurargli (e ch'egli stesso potrà controllare, quando voglia) è che entrambe le notizie sono errate; non solo perchè nel 1924 i lumenometri già esistenti in Italia, senza essere naturalmente a centinaia, erano ben più numerosi di quell'unico esemplare esposto a Spezia, ma perchè volendo eseguire misure correnti di flusso con i tipi normali di lampade, non era e non è affatto indispensabile disporre di un lumenometro vero e proprio. Nè sussiste la difficoltà economica segnalata. Anche prescindendo dalle circostanze che misure correnti di flusso possono farsi usando semplici fotometri a banco (pur essendo preliminarmente organizzabili in modo da riuscire sufficientemente semplici per ogni dato tipo di lampada), e che possono notoriamente adoperarsi, con precisione più che sufficiente, dei Lumenometri sferici... a forma di *cubo*, di costruzione facile ed economicissima, la cifra indicata dall'Ing. Marchetti era ed è di gran lunga superiore a quella realmente occorrente; come egli stesso, del resto, viene poi ad ammettere, verso la metà del suo articolo, dicendo (si allude alle fabbriche di lampade) « che esse stanzieranno senza troppo rammarico nel loro bilancio *quelle poche migliaia di lire che occorrono, ecc.* »; togliendo dunque uno zero, in sostanza, alla cifra inizialmente indicata.

Ed un'altra cosa è da rilevare. La ipotesi che tre anni addietro esistesse un solo apparecchio capace di misurare dei flussi luminosi, apparecchio che (se non ricordo male) proveniva da Torino, conduce senza possibilità di equivoci alla conseguenza inevitabile, poco lusinghiera per i firmatari dell'ordine del giorno, che essi si sarebbero presentati a Spezia a discutere della questione senza avere mai fatto misure di flusso e, probabilmente, senza aver mai visto gli apparecchi che servono per queste misure! Non credo, per altro, di dover nemmeno smentire esplicitamente questa conseguenza che — me lo permetta l'Ing. Marchetti — desterà certo la schietta ilarità di chiunque conosca i firmatari così... incriminati.

Ma, poi, è ragionevole supporre oggi che proprio nessuno dei firmatari e dei Colleghi dell'assemblea avesse pensato anche alla questione della esecuzione effettiva delle misure che l'ordine del giorno rendeva inevitabili? Che proprio nessuno si fosse accorto che la questione « non era matura »?

3. — C'è un'altra affermazione dell'Ing. Marchetti che non può lasciarsi senza replica; quella che « il concetto di *lumen* sia perchè nuovo, sia perchè *non facilmente afferrabile per intuizione diretta*, era e rimane ostico alla quasi totalità dei consumatori e anche a molti degli stessi fabbricanti di lampade... ».

Vogliamo i lettori perdonarmi un breve richiamo elementare. Per *flusso luminoso* d'una lampada, s'intende la *quantità*

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**



di luce che essa emette in ogni unità di tempo; una grandezza, cioè, analoga alla *potenza* d'una macchina (lavoro prodotto in ogni unità di tempo), alla *intensità* d'una corrente (quantità d'elettricità che passa nel conduttore in ogni unità di tempo), alla *portata* d'una sorgente (quantità d'acqua emessa in ogni unità di tempo). Come può affermarsi che questi concetti, così affini, di flusso, di potenza, di intensità, di portata non siano facilmente afferrabili per intuizione diretta, per poco che vengano correttamente spiegati, ciò che (s'è visto) non richiede molte parole? Quanto al *lumen*, non c'è dietro proprio nessun altro concetto; si chiama « lumen » la unità adottata convenzionalmente per misurare i flussi luminosi, così come si è chiamata *watt* la unità adottata per la misura delle potenze ed *ampere* quella per la misura delle intensità; la misura delle portate si fa tutt'ora in modo meno semplice, con termini composti (« litri per secondo », « metri cubi all'ora », ecc.).

E' proprio il « concetto » di intensità luminosa, se mai, che è meno facilmente afferrabile per via intuitiva; in quanto per capire che cosa è la intensità luminosa, bisogna figurarsi la luce che la lampada emette tutta intorno a sé, e pensare alla densità, nelle varie direzioni dello spazio, della luce emessa in ogni unità di tempo: è questa *densità angolare solida del flusso*, generalmente variabile da una direzione all'altra, che viene chiamata « intensità luminosa ». Ed è bene aggiungere che non vi sono altri modi più semplici, ma corretti, di giungere al « concetto » di intensità luminosa. E la *candela*, poi, come è ben noto (troppo superficialmente noto!) è il nome dato alla unità convenzionale di intensità luminosa.

E' dunque manifestamente impossibile che una persona colta, che si sia occupata per un momento della questione, possa pensare a sostenere sul serio che il « concetto » di flusso luminoso (e di lumen) sia meno afferrabile, intuitivamente, del « concetto » di intensità luminosa (e di candela). Debbo dunque pensare che la affermazione sopra riportata non sia che un artificio polemico eccessivamente spinto, magari involontariamente; ma crede l'A. di giovare alla causa che anch'egli riconosce giusta, e di cui si dichiara « convinto fautore », accreditando delle idee così errate in chi non si sia ancora occupato a sufficienza della questione, ed aggiungendo difficoltà artificiali a quelle vere?

4. — Perchè in un punto possiamo essere tutti d'accordo, quello che la riforma progettata a Spezia incontra reali difficoltà: non maggiori, per altro, di quello che apparve fin da quella occasione. Lo scrivente ricorda perfettamente d'aver detto in un qualche momento, in sede di discussione, dopo aver citato ciò che stava avvenendo all'estero, che non era certo da attendersi che il risultato desiderato potesse essere raggiunto in pochi anni soltanto.

Ma le difficoltà non hanno assolutamente niente a che fare col « concetto di lumen ».

Bisogna dire chiaramente che la maggioranza dei consumatori (quelli che lo stesso Ing. Marchetti chiama i « consumatori ignari »), molti dei rivenditori ed anche qualcuno dei piccoli fabbricanti, non hanno affatto idee chiare intorno al concetto di intensità luminosa; e se possono credere, a torto, di sapere che cosa è una « candela », è soltanto perchè il nome evoca un oggetto materiale ben noto: tanto è vero, che è ben raro il caso che essi si rendano conto — per dirla in poche parole — che la intensità è una *grandezza vettoriata*. Le cose sono diverse per la unità di flusso perchè, essendo il termine « candela » già ipotecato, s'è dovuto scegliere un altro termine, più o meno felice, ma certo meno significativo. Le persone, dunque, di cui sopra, si limitano a sapere (e generalmente è sufficiente) che il numero delle candele è un qualche cosa che misura la potenza luminosa (qualcuno dice persino, erroneamente, « la forza ») delle lampade, ciò che purtroppo è inesatto; che una lampada da 50 candele illumina quanto 50 di quegli oggetti noti che si chiamano candele, il che è pure inesatto; e basta: il « concetto » di intensità luminosa e di candela non c'entrano affatto.

Così, pure, in un campo affine, non v'è dubbio che sarebbe ben imbarazzata la maggior parte dei consumatori di energia elettrica se dovesse dimostrare d'aver capito che cosa è un chilowattora: sanno soltanto (ed è per lo più sufficiente), perchè sono anni ed anni che lo sentono ripetere, che il numero dei chilowattora è una misura di quel qualche cosa che essi ritirano dalle Società distributrici e che serve per l'illuminazione, i motorini dei ventilatori o dell'ascensore, le stufe elettriche e così via; fors'anche, hanno finto per averne una qualche vaga idea quantitativa dal confronto con quello che ritraggono (ore

di illuminazione, corse d'ascensore, ecc.); ma in tutto questo il « concetto » d'energia elettrica si può dire che non c'entri. E se dovesse essere diversamente, come sarebbe possibile diffondere largamente certi consumi?

Non è questione, dunque, di difficoltà di concetto (che, se mai, non sussisterebbero menomamente); per ciò che riguarda consumatori e venditori, le difficoltà dipendono principalmente dal fatto che bisogna sradicare una abitudine relativamente antica e che il nome della nuova unità (il *lumen*) è certo meno suggestivo dell'altro (*candela*).

Ho inteso qualcuno, anzi, che si rendeva bene conto che le abitudini sono in noi come una seconda natura, chiedere se vale proprio la pena di tentare lo sforzo del cambiamento di unità. A queste persone bisogna chiarire che, a parte ogni motivo di razionalità, che pure ha il suo peso, la individuazione delle lampade mediante la intensità luminosa lascia intorno al valore illuminante della lampada una incertezza che può superare il 20 per cento anche con i tipi normali di lampade ad incandescenza oggi in uso, e che può essere assai maggiore con tipi diversi; nelle lampade ad arco, si oltrepassa almeno il 50 per cento. Misurate le lampade in candele, è un po' come misurare le stoffe con un metro di gomma elastica, molto elastica!

Naturalmente, nel caso delle stoffe e simili, l'opinione pubblica ha subito imposto (e se ne è immischiato da molto tempo lo Stato) una unità di misura ben invariabile e controllata, perchè le conseguenze dell'uso d'una unità di caratteristiche diverse saltano subito all'occhio e sono inaccettabili; non si può, dopo avere acquistato un taglio di stoffa per un vestito, contentarsi di pantaloni che giungano soltanto a mezza gamba!

Nel caso della luce, la cosa è diversa sia per la grande adattabilità dell'occhio a condizioni d'ambiente diverse, sia perchè le conseguenze (per l'occhio) di eventuali difetti d'illuminazione non si manifestano che dopo qualche tempo: quando, per altro, sono diventate quasi irreparabili. Ma le cure che si debbono avere per il più delicato ed il più utile dei nostri sensi, insieme alla importanza crescente della frazione delle nostre occupazioni che si svolge alla luce artificiale, giustificano da sole, e ampiamente, gli sforzi per attenuare le ambiguità che tutt'ora regnano nel campo della illuminazione.

Rimane la questione del nome della nuova (nuova per modo di dire) unità. Accettato ormai internazionalmente il termine « lumen » sarebbe ben difficile cambiarlo; e, poi, cambiarlo con quale altro termine?

Ragioni meno importanti di quelle che qui valgono hanno, del resto, indotto ad abbandonare, in molte misure di potenza, la unità « cavallo-vapore », di evidente (per quanto inesatta) e suggestiva interpretazione, per la unità « chilowatt »; e nel campo elettrotecnico la sostituzione (e sono occorsi vari anni) è avanzatissima. Perchè non attendersi lo stesso nel nostro caso, in cui sono sperare vantaggi ancora maggiori? (1).

Occorrerà, certo, del tempo; ma non è esatto, a questo riguardo, che dal settembre 1924 « nulla, o almeno nulla di efficace », sia stato fatto.

Prima di quell'epoca, si può dire che la questione in Italia non esistesse nemmeno; oggi se ne discute, e da varie parti, riconoscendo che essa venne impostata razionalmente. I principali fabbricanti che dominano il mercato italiano non solo non si sono opposti al voto di Spezia (come avrebbero potuto fare se avessero dato ascolto solo a grette e poco limpide ragioni pseudo-commerciali), ma si interessano a soluzioni transitorie, sia pure in parte discutibili, intese almeno ad abbandonare l'unità di intensità. Il numero degli impianti fotometrici specialmente adatti a misure di flusso è, da allora, notevolmente aumentato, come riconosce lo stesso Ing. Marchetti. La individuazione della potenza delle lampade per mezzo del flusso comincia ad essere adoperata qua e là, anche per iniziative singole; essa è adottata in pieno nelle « Norme per la fornitura ed il collaudo delle lampade ad incandescenza » che il Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento ha redatto di recente (2), che sono state in massima accettate dalle grandi fabbriche di cui sopra e che sono state infine sanzionate dal

(1) A chi chiedesse di farsi una idea della grandezza della nuova unità si potrebbe del resto dire, sempre nell'ordine delle approssimazioni a cui sopra s'è accennato a proposito del termine « candela », che una lampada da 10 lumen (1 decalumen) illumina, presso a poco, quanto una usuale candela (di paraffina).

(2) Opuscolo n. 3. E' stato pubblicato in questo giornale, nel 1925 (pag. 893); sarà per altro spedito gratuitamente agli Enti che lo richiedessero (al suddetto Comitato; via Poli, 14 - Roma).

Consiglio Generale della nostra A. E. I. nella seduta tenuta il 26 febbraio u. s.; presso qualche grande Amministrazione sono anche in preparazione dei capitoli di fornitura che si ispirano alle « Norme » di cui sopra.

E' giustificato, quindi, affermare che questo sia proprio niente, anche senza tener conto che appunto in principio si trovano le maggiori difficoltà e che quanto è stato fatto sin qui non è che l'opera di un piccolissimo numero di disinteressati volenterosi, appoggiati dal Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento?

Naturalmente, quello che rimane da fare è moltissimo, e ci vorrà parecchio tempo (come è accaduto e accade in alcuni Paesi stranieri); ma la prima condizione per fare relativamente presto è che tutti coloro che sono persuasi della opportunità della cosa se ne interessino nella loro cerchia o, almeno, evitino di creare involontariamente agli altri delle difficoltà, diffondendo idee erronee e conclusioni fuori posto.

5. — E vengo alla soluzione *transitoria* caldeggiata dall'Ing. Pellò e ripresa adesso dall'Ing. Marchetti, della marcatura delle lampade (in derivazione) in *volt* e *watt*, in luogo di quella in *volt*, *watt* e *lumen* proposta a Spezia.

La questione si è già presentata in seno al Comitato Nazionale della Illuminazione e del Riscaldamento allorchè si è trattato di redigere le ricordate « Norme », ed è stata pure risolta nel modo che ora accennerò, e che sembra semplice e razionale.

Il voto di Spezia era stata ispirato dalla idea, la quale non pare contestabile, che ciò che occorre essenzialmente all'utente di sapere, allorchè acquista una lampada, è:

1) le condizioni in cui la lampada è adoperabile (tensione o corrente normale di funzionamento);

2) la potenza luminosa della lampada;

3) la spesa che si incontrerà nel suo impiego.

E' sembrato perciò indispensabile che la lampada portasse:

1) la indicazione della tensione (o corrente) normale; questa necessità è fuori discussione, per unanime consenso.

2) l'elemento *semplice* che meglio si presta ad individuare la potenza luminosa d'una lampada, è il flusso ch'essa emette <sup>(1)</sup>; e questo pure non è contestato. Di qui, il suggerimento di marcare la potenza luminosa, in *lumen*;

3) la parte principale della spesa è costituita dal consumo d'energia; di qui, il suggerimento di marcare il numero dei *watt* consumati.

In seno al Comitato sopra accennato, alcuni costruttori hanno fatto presente che la marcatura di tre cifre dà luogo a qualche lieve imbarazzo e, soprattutto, a possibilità di equivoci, non essendo ancora praticamente possibile, nè costringere tutti i costruttori ad adottare simultaneamente un nuovo ed unico tipo di marcatura, nè esaurire contemporaneamente tutti gli ingenti stock di lampade già fabbricate ed in corso di fabbricazione; d'altra parte, si è messo altresì in luce che vi sono altri elementi (ai quali a Spezia s'era accennato, convenendo però nella necessità di lasciarli momentaneamente da parte), oltre alla tensione, al flusso ed al consumo, che è utilissimo conoscere per individuare completamente il reale valore tecnico e commerciale d'una lampada: per es., la sua durata, il modo di variare, col tempo, del flusso e del consumo, ecc. Escluso a priori che, sia oggi che in avvenire, possa giungersi a marcare sulle lampade (s'intende sempre far riferimento al tipo attuale, ad incandescenza) tutti questi elementi, sia è adottata la soluzione che segue:

a) *sancere l'obbligo (Norme, Parte II, n. 1) per il costruttore, di esibire, su richiesta del compratore, delle tabelle le quali riassumano le proprietà dichiarate ed il comportamento dichiarato di ogni categoria di lampade fabbricate e di rilasciare al compratore, dietro richiesta, copia di quella parte della tabella che riguarda le lampade acquistate. Queste tabelle dovranno contenere per ogni categoria di lampada (oltre le loro dimensioni principali, l'altezza del centro luminoso e la durata della accensione di stabilizzazione) almeno le indicazioni seguenti (per le lampade in derivazione):*

- Tensione di funzionamento (*volt*);
- Potenza assorbita iniziale (*watt*);
- Efficienza iniziale (*lumen per watt*);
- Flusso luminoso iniziale (*lumen*);
- Vita della lampada (*ore*);
- Coefficiente di costanza del flusso luminoso;

— Efficienza media della lampada (riferita alla vita della lampada);

— Coppia torcente alla quale resiste la connessione fra palloncino e attacco.

b) *Pur mantenendo il principio che le lampade debbano generalmente portare (in mancanza di accordi diversi fra le parti) la indicazione della tensione, della potenza assorbita e del flusso emesso (Parte II, n. 7), in conformità del voto di Spezia, si ammette esplicitamente (ultima parte del n. 12 della Parte III) che possa mancare una delle due ultime indicazioni tutte le volte che le indicazioni restanti (voltage e lumen, oppure watt e watt) marcate sulla lampada (insieme alla sigla del fabbricante) siano sufficienti ad individuare di quale lampada si tratti, fra quelle considerate nelle tabelle del fabbricante e, quindi, a permettere all'utente di desumere dalle tabelle stesse la terza indicazione omessa, come pure le altre caratteristiche di comportamento (vita, efficienza, ecc.).*

Nessun fabbricante ha fatto fin qui alcuna obiezione all'obbligo di cui in a), di dichiarare le proprietà ch'egli garantisce per il prodotto che vende. Fra i modi semplici di adempiervi si può, ad es., indicare quello di riprodurre la parte delle tabelle che interessa sulla carta adoperata per l'imballaggio individuale delle singole lampade. *Accettato questo obbligo (ma soltanto a questo patto) il fabbricante può adottare la soluzione transitoria Pellò, di marcare solo i volt ed i watt, pur essendo in pieno accordo con le « Norme » di cui sopra; nè io, personalmente, ho nulla da obiettare, pur non trovando gravi le ragioni che si opporrebbero a iniziare subito l'accoglimento del voto di Spezia.*

L'importante è che chi acquista lampade abbia modo di sapere, con sicurezza e precisione, che cosa compera. Da sola, e cioè senza la esibizione delle accennate tabelle (o dichiarazioni ufficiali scritte equivalenti), la marcatura in *volt* e *watt* sarebbe un assurdo: perchè chi compera lampade, non le compera già allo scopo di consumare una determinata quantità d'energia, bensì perchè illumina, ed ha bisogno che il fabbricante dichiari esplicitamente quanto la lampada illumina. Nè potrebbe addursi a pretesto il legame che c'è fra potenza consumata e flusso prodotto: prima di tutto perchè questo legame è necessariamente variabile col tipo della lampada e con la sua potenza e non può certo pretendersi che gli utenti della illuminazione elettrica siano tutti dei competenti in materia e si mantengano al corrente dei progressi della fabbricazione; e poi perchè il legame in questione, dipendendo dal costruttore, che deve conciliare una efficienza sufficientemente elevata con una vita non troppo breve, non può certamente dirsi noto a priori: anzi!

6. — L'articolo dell'Ing. Marchetti tocca ancora alcuni punti d'una qualche delicatezza.

Egli ha pienamente ragione di rinnovare la deplorazione dell'abuso di marche di fabbrica fittizie (abuso comune, purtroppo, a tanti altri rami del commercio) e l'uso di denominazioni le quali costituiscono (nel fatto, se non nelle intenzioni) dei veri e propri inganni per il consumatore: lampade *Mono-watt*, *Mezzowatt*, *Zerowatt*!!

Ed ha altresì ragione nello spezzare un'altra lancia a favore di una migliore attrezzatura degli impianti di controllo e di misura nelle fabbriche di lampade. E' noto che nel nostro Paese, accanto a poche fabbriche grandi e grandissime, v'è un notevole numero di fabbriche la cui produzione è piccola o addirittura piccolissima. Ora, indipendentemente da ogni altra considerazione, non può negarsi che col diminuire della potenza di produzione diventi sempre più pesante l'onere degli accennati impianti; al disotto, anzi, di una certa potenza, può addirittura riuscire troppo gravoso non diciamo la esecuzione di studi e ricerche per il perfezionamento della lavorazione e delle lampade, ma perfino l'obbligo di determinare con serietà (e controllare con una certa regolarità) quel comportamento e quelle proprietà delle lampade fabbricate che il consumatore, come sopra è stato accennato, ha diritto e necessità di conoscere. Ma, d'altra parte, nessuno che abbia una idea della fabbricazione delle lampade e delle innumerevoli circostanze dalle quali dipende il loro comportamento pratico, può ritenere che possa farsi a meno di questi controlli per una produzione regolare e seria; e potrebbe anche sostenersi che non è moralmente ammissibile la vendita di oggetti dei quali nemmeno il fabbricante possa dire con sicurezza quali proprietà abbiano: i negozi di vendita non debbono aver nulla di comune con i bottegghini del lotto!

C'è, infine, la questione dell'intervento coercitivo dello Stato (Ministero delle Finanze) che l'Ing. Marchetti oggi pro-

(1) Non è evidentemente pensabile, per ora, la riproduzione sulla lampada della superficie fotometrica caratteristica.



pone, mostrandosi con questo anche più... avanzato dei firmatari del troppo citato ordine del giorno, quasi a compensare la affermazione iniziale, esagerata in senso contrario, che « la questione non è ancora matura ».

Nessun dubbio può esservi sulla efficacia del provvedimento proposto e sulla possibilità di provocarlo, per quanto la cosa non sia semplicissima, legata com'è ad un qualche riconoscimento legale anche delle unità fotometriche. Ma difficoltà pratiche per l'attuazione dell'ordine del giorno di Spezia esistono in realtà, come è stato accennato, e non possono essere vinte che gradualmente; d'altra parte, il provvedimento avrebbe certo l'aspetto d'un rimprovero ai fabbricanti, sembrerebbe colpirli in misura inversa alla potenzialità di produzione e potrebbe prestarsi, in ultima analisi, anche a qualche cosa che danneggiasse il miglioramento progressivo della illuminazione degli ambienti abitati.

Tutto sommato, dunque, e pur tenendo in riserva una possibilità del genere, non direi ancora che sia opportuno ricorrere all'intervento dello Stato, almeno nella forma proposta.

## □ □ PROVA DI LINEE ELETTRICHE MEDIANTE RESISTENZE □ □ □ □

Ing. MARIO BRUNETTI

Nelle centrali o sottostazioni che alimentano una rete per mezzo di un certo numero di feeders, in cavo od aerei, le varie linee uscenti sono protette ordinariamente da interruttori automatici di massima i cui relais vengono tarati in relazione alla natura ed all'intensità del carico.

Quando in centrale avviene lo scatto di uno di questi automatici, mancando un criterio per stabilire se l'apertura dell'interruttore fu provocata da una causa temporanea oppure da un guasto permanente, l'elettricista di servizio richiude semplicemente l'interruttore dopo un tempo più o meno lungo a seconda della misura del carico.

Se la linea non è difettosa, il servizio riprende regolarmente: se invece c'è un guasto, per esempio un corto circuito fra conduttori, la richiusura dell'interruttore può dar luogo a tutta una serie di inconvenienti, più o meno gravi a seconda delle circostanze, ben noti a chi pratica l'esercizio.

Si possono limitare tali inconvenienti tarando al minimo il relais di scatto dell'interruttore prima di eseguire la richiusura: ciò è praticamente possibile solamente se il carico è in prevalenza a forza motrice e se il relais è inserito su riduttore o, comunque, tarabile sotto tensione; in tal caso, se la linea è buona, all'aumento graduale dell'ampereaggio assorbito che si nota dopo la richiusura dell'interruttore, occorre far precedere l'innalzamento della taratura del relais.

Se invece il carico prevalente è luce, tale precauzione non è possibile, a meno di provocare un nuovo fastidioso scatto dell'automatico anche se guasti non vi sono, perchè la corrente assorbita risale quasi istantaneamente appena richiuso l'interruttore.

Se la linea od il cavo sono guasti gli inconvenienti della prima richiusura si ripetono fatalmente sinchè occorre eseguire la prova per la successiva ricerca e localizzazione del tronco difettoso.

Si vogliono evitare od almeno ridurre entro limiti tollerabili le oscillazioni prodotte dalla richiusura dell'interruttore quando la linea è guasta e si vuol evitare di interrompere il servizio, una volta ripreso, se invece la linea è buona.

In ogni caso si vuole avere un criterio per stabilire, alla richiusura dell'interruttore, se il primo scatto avvenne per guasto, sovraccarico o causa temporanea.

Un impianto che risponde a tali condizioni e che, nella maggior parte dei casi, può risultare utilmente applicabile, è quello descritto in seguito ed illustrato dalle figure 1, 2, 3, che si riferiscono al caso particolare di una centrale distributrice nella quale gli interruttori hanno comando elettrico a distanza ed i relais sono inseriti su riduttori di corrente.

I feeders uscenti dalla centrale sono riferiti, mediante un sistema di sbarre, ad un pannello di prova costituito essenzialmente di un interruttore principale in olio automatico di massima e comandato a distanza, tre resistenze metalliche in olio (fig. 1 e 2) commutabili e shuntabili da un interruttore tripolare

in olio pure comandato a distanza, due terne di riduttori di corrente con diverso rapporto, di cui la prima (A) subito a monte dell'interruttore principale e la seconda (B) fra la derivazione per l'interruttore shunt e le resistenze di prova.

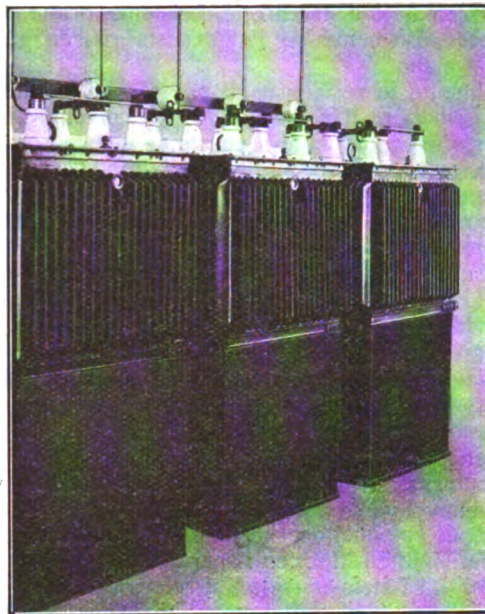


Fig. 1.

Sul quadro generale di manovra, in corrispondenza del pannello di prova (fig. 3), esistono i comandi a distanza e le lampade di segnalazione dei due interruttori, principale e shunt, tre amperometri, un relais tripolare azionante a distanza lo scatto dell'interruttore principale ed un commutatore che permette di inserire con rapida manovra gli amperometri ed il relais sull'una o sull'altra terna di riduttori, corto-circuitando la terna esclusa.

Le resistenze di prova, disposte in serie sulla linea, sono del tipo metallico in olio; ciascuna fase è costituita di due sezioni che si possono disporre fra loro in parallelo oppure in serie manovrando un commutatore situato sopra la cassa.

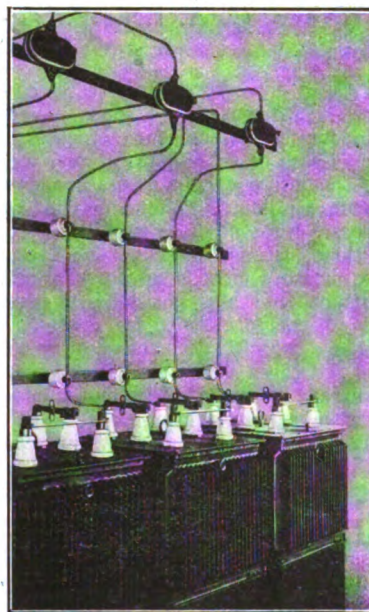


Fig. 2.

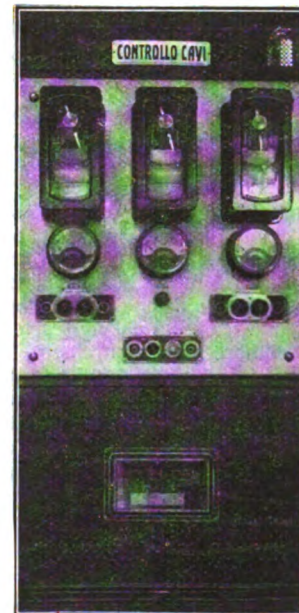


Fig. 3.

Quando in centrale scatto un cavo, il personale di servizio immediatamente ne esegue il passaggio sul pannello di prova, e, tenendo l'interruttore shunt aperto e gli amperometri e relais inseriti sui riduttori (B), chiude l'interruttore principale.

Il rapporto dei riduttori (B) essendo opportunamente scelto in relazione al valore delle resistenze di prova, l'indicazione degli amperometri offre un criterio sufficiente a stabilire se il cavo è buono oppure guasto.

Nel primo caso si porta il relais, cogli amperometri sui riduttori (A) che hanno rapporto proporzionato all'intensità del



pieno carico assorbito dagli utenti, poi si chiude l'interruttore shunt ed il cavo è immediatamente in servizio regolare; con successiva manovra esso viene poi riportato, senza interruzioni, sul proprio interruttore.

Nel secondo caso interviene il relais per far scattare l'interruttore principale e distaccare le resistenze prima che esse si riscaldino eccessivamente se l'elettricista ritarda ad eseguire la manovra a mano.

Normalmente le resistenze di prova sono connesse in parallelo per permettere il passaggio ad una corrente più intensa, capace di stabilire nettamente il guasto se questo non è ben definito, e ottenere una corsa più estesa dell'indice degli amperometri. Dovendo, in caso di ricerca di guasti, eseguire diverse prove consecutive, la connessione si fa in serie per limitare il riscaldamento delle resistenze.

L'impianto, come descritto, venne studiato per una grande Centrale distributrice a 6.500 volt e funziona da oltre due anni con esito soddisfacente, eliminando gli inconvenienti che si lamentavano prima della sua applicazione.

Le resistenze metalliche in olio 100 amp., 6500 volt e le apparecchiature vennero costruite dalla Ditta Ing. Olivetti e Morera di Torino.

Ove non sia il caso di adottare comandi a distanza nè riduttori di corrente, l'impianto, pur rispondendo ai medesimi scopi, può notevolmente semplificarsi impiegando due interruttori a mano, di cui quello principale automatico mediante due relais ad inserzione diretta; con l'apertura dell'interruttore shunt deve escludersi il funzionamento del relais a taratura più bassa.

Le resistenze poi, quando possibile, possono essere del tipo in aria anzichè in olio.

Con criterio ulteriormente semplificativo e, naturalmente, con interruttori in aria, abbiamo eseguito un impianto per la prova dei feeders a corrente continua uscenti dalla centrale di alimentazione di una rete tranviaria.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### ELETTROFISICA.

J. CARROLL - H. J. RYAN — **La carica nello spazio circostante un conduttore durante la formazione del fenomeno corona.** (J. A. I. E. E., novembre 1926, pag. 1130).

Gli AA. hanno sperimentato su un conduttore percorso da corrente a 60 periodi, per determinare la distribuzione in senso radiale della carica nello spazio circostante durante il fenomeno corona.

Il conduttore era montato lungo l'asse di un cilindro di rete metallica di 40 cm di diametro, e fra conduttore e cilindro era applicata una differenza di potenziale sufficiente a produrre l'effetto corona. La distribuzione del potenziale nello spazio fra conduttore e cilindro, era determinata con un filo di esplorazione, facendo in modo che il circuito sorgente di alta tensione fosse messo a terra in un punto avente la stessa tensione di quella corrispondente alla posizione in ogni istante occupata dal filo esploratore nel campo elettrico fra conduttore e cilindro: un elettrometro di piccola capacità permetteva di misurare il potenziale acquistato dal filo per causa delle sole cariche nello spazio. Questo dispositivo era realizzato mediante un potenziometro; il secondario, isolato, del trasformatore ad alta tensione era caricato con una resistenza costituita da una colonna d'acqua portante un elettrodo scospeso, connesso alla terra, il quale poteva agevolmente essere fatto passare per tutte le posizioni intermedie fra i due punti estremi della colonna d'acqua.

Come è noto, quando si forma l'effetto corona intorno a un conduttore percorso da corrente alternata, in causa della diversa mobilità relativa degli ioni positivi e negativi nell'aria, si verifica un leggero ma ben distinto effetto di rettificazione, negativo all'inizio del fenomeno corona, e positivo quando questo si è completamente stabilito.

Questo effetto di rettificazione veniva eliminato durante le esperienze connettendo il filo esploratore all'elettrometro a foglie d'oro mediante due contatti sincroni, di cui uno (a fase comunque spostabile) collegava il filo al deviatore delle foglie, e l'altro era messo in fase in modo che stabiliva il contatto nel momento in cui la differenza di potenziale fra conduttore e cilindro era zero e la tensione nel filo esploratore dovuta alle cariche nello spazio non cambiava o stava cambiando molto lentamente.

Parecchie altre difficoltà dovute alla sorgente di corrente a 60 periodi, alle variazioni di densità dell'aria, a effetti di capacità parassite inerenti alla colonna d'acqua, ecc., dovettero essere superate durante le prove.

Le figure 1 e 2 riproducono sei ciclogrammi rilevati mantenendo

la differenza di potenziale fra conduttore e cilindro alla tensione corrispondente alla formazione di una corona ben definita intorno al conduttore (circa 34.000 V) e in modo da produrre una carica nello spazio costante. I sei ciclogrammi corrispondono a diverse distanze del filo esploratore dalla superficie del conduttore.

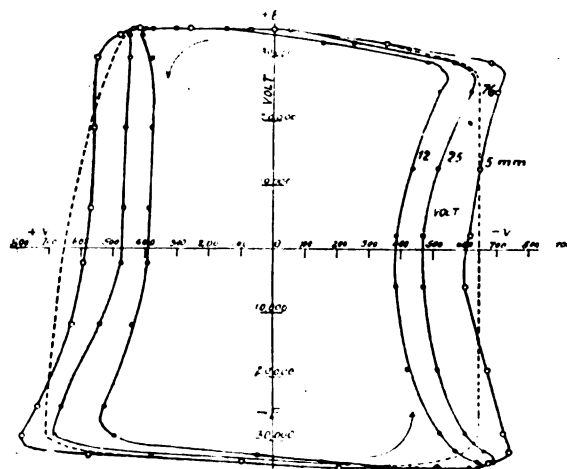


Fig. 1. — Ciclogrammi rilevati a 60 periodi e 34.000 V.

I ciclogrammi cambiano bruscamente di tipo quando tale distanza è inferiore a 71 millimetri. Si riconosce che ciò è dovuto all'inevitabile spinta verso l'esterno che la carica nello spazio risente durante il quarto di periodo che segue l'ultima cresta di tensione, e all'effetto

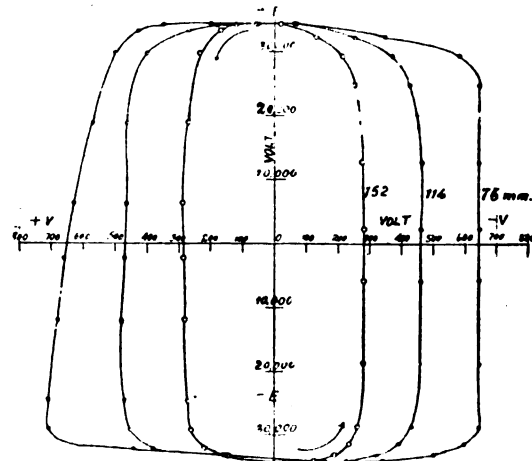


Fig. 2. — Ciclogrammi rilevati a 60 periodi e 34.000 V.

in senso inverso che risente durante il secondo quarto di periodo nel quale si va sviluppando l'altra cresta di tensione di segno apposto al potenziale della carica nello spazio generata dalla precedente cresta di tensione.

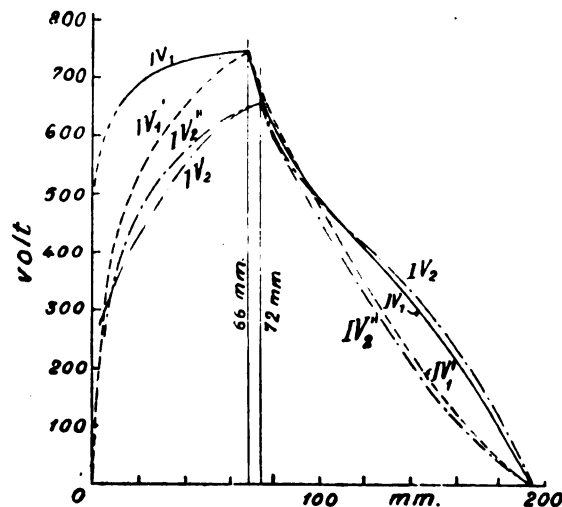


Fig. 3. — Confronto fra risultati sperimentali e valori calcolati.

La curva  $IV_1$  di fig. 3 fu tracciata portando come ascisse le posizioni radiali del filo esploratore e come ordinate il potenziale  $V_1$  osservato nell'istante della massima cresta negativa di tensione e dovuto alla presenza della carica nello spazio. Come si vede vi è un

massimo nel potenziale in corrispondenza ad una distanza del filo esploratore dal conduttore, di 68 millimetri. La curva  $I/V_2$  fu tracciata basandosi sulla teoria comunemente accettata che l'intera carica nello spazio fosse distribuita uniformemente intorno al conduttore alla distanza di 68 millimetri.

Per posizioni del filo interno a tale superficie ideale della carica nello spazio i potenziali rilevati sono molto superiori a quelli desunti in base a detta teoria, il che indica che non tutta la carica nello spazio è situata alla distanza di 68 millimetri e che una piccola parte di essa è distribuita nella porzione di spazio interno.

Per posizioni esterne alla carica nello spazio, le due curve coincidono abbastanza bene. Una differenza sensibile si nota, a vantaggio della curva sperimentale nella zona più lontana dal conduttore, con un massimo per la distanza di circa 165 millimetri il che indica che una piccola parte della carica nello spazio è localizzata anche in una larga zona presso a questa distanza radiale.

La curva  $I/V'$ , fu determinata in un quarto di periodo successivo. Si noti l'abbassamento del potenziale massimo e il suo spostamento verso l'esterno alla distanza di 74 mm. La curva  $I/V''$ , è la corrispondente curva teorica nella supposizione della carica tutta distribuita alla distanza di 74 mm. Il potenziale sperimentalmente rilevato internamente a tale superficie ideale della carica è dovunque inferiore a quello teorico indicando che solo una piccola carica vagante resta distribuita entro tale spazio e che il suo segno è positivo, mentre il segno di tale carica vagante era negativo quando la tensione stava scendendo dalla massima cresta negativa.

Fuori dalla carica, le due curve coincidono molto bene indicando che i valori del potenziale sono stati poco alterati dalla migrazione delle cariche.

Queste considerazioni si accordano bene colle caratteristiche di forma dei ciclogrammi precedentemente riportati, e che, sotto altra forma sono ancora riprodotti in figura 4.

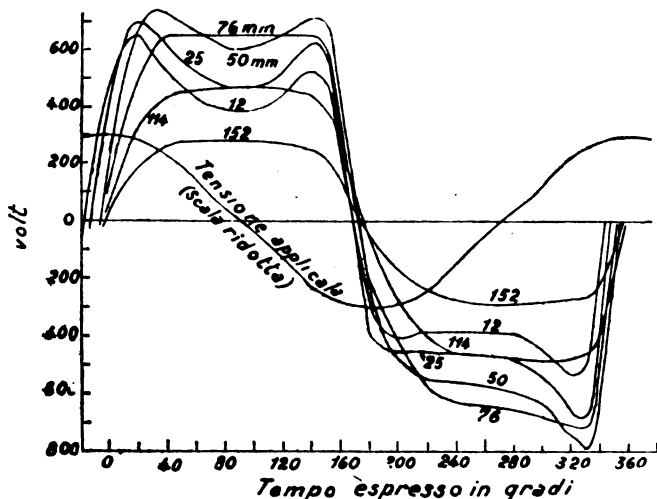


Fig. 4. — Ciclogrammi rilevati durante un periodo, col filo esploratore a diverse distanze dal conduttore.

Lo studio di analoghe curve per il secondo quarto di periodo dopo che la tensione ha passato la massima cresta negativa ha messo in evidenza che alla fine del primo semiperiodo, subito prima che riprenda attivamente la ionizzazione e prima che cominci il processo di inversione della carica negativa nello spazio, i potenziali nelle posizioni interne alla carica nello spazio erano nuovamente aumentati tornando all'incirca al loro valore dell'origine del periodo. La differenza fra valori sperimentali e teorici era però minore dimostrando che le cariche vaganti di opposto segno erano all'incirca eguali di numero ed egualmente distribuite entro lo spazio.

Nei limiti delle esperienze degli AA. fra il potenziale  $V$  rilevato col filo mantenuto alla distanza di 71 mm, e la differenza fra la tensione massima  $E$  ed il valore critico  $E_0$  di formazione della corona, si è riconosciuta la seguente relazione lineare:

$$E - E_0 = 2,80 V.$$

Come risultato degli studi sull'effetto corona, gli AA. riassumono le nozioni seguenti:

L'effetto corona è sempre dovuto essenzialmente alla formazione di ioni nell'aria in vicinanza al conduttore dove la densità elettrica supera un certo limite (gradiente di 30 kV per centimetro ossia densità di  $26,4 \times 10^{-10}$  coulomb per centimetro quadrato nell'aria a 25° e 760 millimetri di mercurio). Gli ioni sono dovuti ad atomi che hanno perduto qualche elettrone o ne hanno acquistato in più del normale; gli ioni così formati sono per sé relativamente lenti; i positivi hanno una velocità di 1,36 centimetri per secondo per ogni volt per centimetro di gradiente, mentre quelli negativi sono di poco più rapidi (1,83 cm/s). Sono inoltre presenti anche degli elettroni liberi che funzionano da ioni negativi moventesi con velocità centinaia di volte maggiori; quando la densità elettrica cade a un trentesimo del valore che genera la ionizzazione, gli elettroni liberi si uniscono ad atomi neutri generando ioni negativi di lento movimento.

Durante il periodo attivo del fenomeno in vicinanza del conduttore, gli ioni di segno contrario alla carica di questo vengono attratti su di esso e si scaricano, mentre quelli di segno eguale vengono respinti fino ad una distanza dove il gradiente è caduto al valore pel quale gli elettroni liberi non possono più esistere e quindi generano, come sopra si è detto, ioni negativi lenti.

Poco si conosce, dell'intimo meccanismo del fenomeno. Tuttavia è noto che la presenza di elettroni liberi in mezzo alla nube di ioni, accresce notevolmente la mobilità di tutti gli ioni, mentre oltre la distanza di ricombinazione degli elettroni, gli ioni positivi e negativi possiedono soltanto le basse velocità sopra indicate; esse sono così piccole che operando a 60 periodi si ottengono all'incirca gli stessi effetti come se gli ioni non si movessero affatto durante un semiperiodo.

Ne viene che la sollecitazione elettrica nell'aria circostante il conduttore può essere aumentata di poco o nulla spingendo la tensione applicata al conduttore oltre al valore critico di formazione della corona. Questo aumento di tensione viene esaurito in due modi: per la conduzione degli ioni che portano la carica fino alla distanza sopra precisata e per la formazione della carica nello spazio.

Gli AA. chiudono il loro studio richiamando l'attenzione sul fatto che è ancora imprudente scrivere delle formule per determinare a priori le perdite per effetto corona, essendovi tuttora alcuni lati del problema che non sono sufficientemente noti.

R. N. S.

## MATERIALI.

L. P. SYDNEY — **Metalli puri nel macchinario elettrico. Distinzione fra purezza chimica e commerciale. Alcune proprietà essenziali del ferro "Armco".** (The El., 26 novembre 1926, Vol. CXVII, pag. 608).

Metalli commercialmente puri sono quelli che si possono produrre a prezzi ragionevoli in quantità sufficienti per usi industriali. Metalli puri al 100 % non se ne conoscono. La presenza di impurità anche in quantità minime influisce sulle proprietà fondamentali, struttura interna, densità e tensione superficiale. Anche le proprietà derivate, elasticità, resistenza, durezza e tutta la serie delle proprietà magnetiche, elettriche, termoelettriche ne sono modificate. Metalli commercialmente puri hanno proprietà che si approssimano più strettamente e più uniformemente alle proprietà dei metalli puri, che non quelli dei quali la composizione varia infinitamente secondo la quantità, la qualità e proporzione delle impurità.

L'avvenire del macchinario, specialmente elettrico, dipende molto dalle conoscenze delle differenze derivanti da presenza di impurità naturali o artificialmente aggiunte.

I metodi di produzione di metalli puri sono prevalentemente elettrici. Più usati sono i procedimenti elettrolitici, seguiti da rifusione e raffinamenti in forni a induzione a vuoto. Così si pratica nel National Physical Laboratory e nel Bureau of Standards in Washington per i così detti metalli rari e anche per l'alluminio, il rame, lo zinco che si producono in grande purezza come quindici o venti anni fa non si sarebbe sognato. Si riesce oggi a produrre del nichel al 99,999 %; del ferro al 99,996 %; dell'alluminio al 99,990 %; del rame al 99,953 %; dello zinco al 99,96 %, ecc. ecc. Commercialmente, però, non possono raggiungersi ancora tali limiti di purezza. Grard ha mostrato che l'alluminio è facile ad esser contaminato da insospettabili quantità di allumina. Jordan e altri hanno mostrato che nichel, platino e ferro sono facilmente contaminati dalle materie refrattarie dei recipienti; zirconio e ferro dal fosforo. In metalli depositati elettroliticamente non manca quasi mai l'idrogeno, come pure l'ossigeno e l'azoto. Può ammettersi che il buon ferro svedese giunga al 99,85 %; il ferro elettrolitico al 99,72, l'acciaio dolce al 99,6 e il ferro Armco al 99,87 %.

Il ferro elettrolitico si ottiene in quantità relativamente piccole ed è costoso. Palmaer trovò che il ferro elettrolitico si corrode facilmente a causa della presenza di ossigeno che egli vi trovò nella misura del 0,02 %; vi trovò anche 0,02 % di idrogeno anche a 500°. Hadfield trovò che anche a 1400° si sviluppavano dal ferro elettrolitico quantità apprezzabili di gas, fra i quali ossido di carbonio.

**Ferro Armco.** — Il ferro Armco è verosimilmente il più puro fra i campioni di ferro commercialmente puri. Questo materiale è prodotto in quantità notevoli in forni da 60 tonn. e più.

I metalli puri sono sempre i migliori conduttori, le loro leghe con altri metalli presentano sempre maggior resistenza, che non i diversi metalli presi separatamente. L'ossigeno, p. es., è sempre presente nel più puro rame o ferro elettrolitico. La rifusione e il «flapping» (lavorazione al maglio) servono ad eliminarlo, ma col rischio di altre contaminazioni. La spiegazione ammessa circa la più alta conducibilità dei metalli puri è che la mancanza di impurità permette una completa regolarità della struttura cristallina, struttura che secondo il Dott. Rosenhain favorisce il passaggio degli elettroni, al cui moto è attribuita la corrente elettrica. Il progresso delle industrie elettriche è strettamente collegato colla produzione di conduttori di alta conduttività e basso prezzo; nel quale campo c'è ancora molto da fare. (La resistenza alla trazione ha un'importanza secondaria). Per es., se si richiedessero oggi rotelle conduttrici di una resistenza



elettrica non maggiore di 6 1/2 volte quella del rame, ben pochi fabbricanti accetterebbero l'ordinazione.

Nei lingotti di ferro « Armco » si ha ora il materiale che con prezzo relativamente basso e con alte conducibilità soddisfa meglio ai vari bisogni. Questo metallo ha una resistenza specifica di 10,7 micro-ohm-cm; una resistenza alla tensione di kg 27 ÷ 30 per mm<sup>2</sup>; cioè una conduttività di volume pari al 17 %, e una conduttività di massa pari al 18 % di quella delle barre di rame.

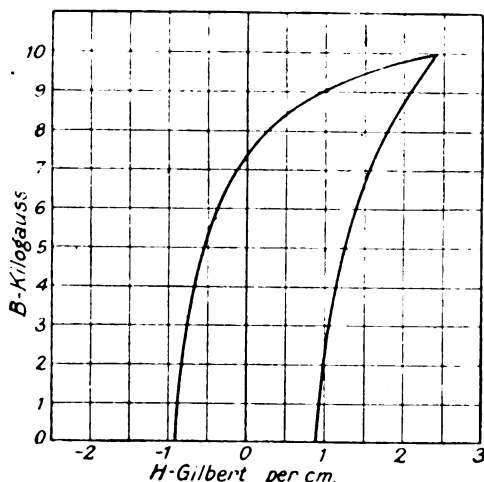


Fig. 1.

L'acciaio dolce ordinario ha invece conduttività metà circa della precedente.

L'Armco è fornito in filo nudo o galvanizzato e in tal forma soddisfa alle più rigorose prescrizioni e può essere largamente impiegato anche in condizioni nelle quali sia facile la corrosione. Agli agenti corrosivi, rovina di tutti i metalli e specialmente del ferro e dell'acciaio, esso resiste assai meglio; è immune, ad es., dalla così detta corrosione punteggiata.

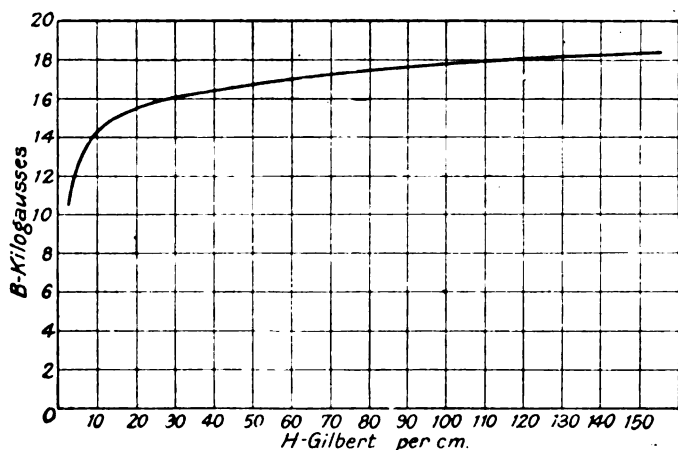


Fig. 2

Le fig. 1 e 2 riassumono le note ottime proprietà magnetiche del materiale Armco, che lo rendono assai adatto per ogni genere di impieghi.

Questo materiale è altresì molto impiegato come uno degli elementi di coppie termoelettriche metalliche, del tipo ferro constantana. Una coppia molto usata è quella di « ferry » (lega simile alla constantana) e « Armco »; quest'ultimo fu trovato libero dalle correnti parassite, comuni nei ferri meno puri e dovute a inclusioni di scaglie di martellature, e sino al punto critico (cioè intorno a 750°), di notevole regolarità di comportamento.

E. G.

#### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

#### P. L. ALGER — Confronto del rendimento di macchine sincrone determinato con vari metodi. (Gen. El. Rev., novembre 1926, pag. 765).

Le misure dirette del rendimento sotto carico non sono sempre possibili e, quand'anche si facciano, sono suscettibili di notevoli errori; perciò è ormai consuetudine accettata di ricorrere a prove d'officina senza carico.

Il calcolo delle perdite a carico ricavato da queste prove a vuoto richiede l'accettazione di certe ipotesi e postulati basati più sul buon senso che su fatti certi.

Perciò l'Associazione Elettrotecnica Americana (A. I. E. E.) ha stabilito delle norme fisse per fare le prove e calcolare i rendimenti. Tutti i risultati ottenuti applicando queste norme sono perfettamente paragonabili, e l'acquirente di macchine elettriche non ha bisogno di conoscere i dettagli tecnici del come sono state ottenute le cifre di rendimento.

Ma sia alcuni acquirenti che alcuni costruttori preferiscono calcolare i rendimenti con procedimenti diversi, che tecnicamente sono altrettanto ragionevoli.

Quando si danno valori di rendimenti calcolati con metodi diversi, occorre specificare con precisione i metodi stessi, con cui furono calcolati, per evitare di cadere in errori.

L'A. analizza ad una ad una le perdite varie nelle macchine sincrone, prima quelle costanti e poi quelle variabili col carico, ed i vari metodi per ricavarle da prove a vuoto.

Sebbene l'A. I. E. E. consigli di misurare le perdite nel ferro e quelle per attrito e ventilazione azionando le macchine sincrone con un motore, queste perdite possono misurarsi pure ottimamente facendo funzionare la macchina da provare come motore sincrone.

Per le perdite addizionali i pareri sono molto discordi. Alcuni propongono di misurarle dopo tolto il rotore, altri di prendere la media tra le perdite misurate a macchina sovra e sottocitata; l'A. I. E. E. infine consiglia d'azionare la macchina da provare con avvolgimento indotto chiuso in corto circuito eccitandola in modi che passi la corrente normale.

Per tutte le perdite nel rame, i più consigliano che la resistenza ohmica sia riferita a 75°. Questa temperatura corrisponderà però raramente alla temperatura della macchina, per cui non pochi consigliano di riferire la resistenza a 25°.

Ma le più grandi differenze tra i vari punti di vista si hanno a proposito delle perdite nel campo induttore.

Per esempio per motori sincroni, che funzionano anche da rifasatori, alcuni vorrebbero che nel computo del rendimento fossero poste le perdite di eccitazione, che si hanno a fattore di potenza eguale all'unità, non essendo il basso fattore di potenza imputabile al motore, ma alle altre macchine che lo provocano.

Generalmente si tiene conto delle perdite nel reostato di campo; però vi sono casi importanti come quello in cui si ha un'eccitatrice per ogni macchina, e in cui si usano regolatori automatici, in cui non occorre reostato di campo.

L'A. ritorna poi ad esaminare le perdite addizionali, per concludere che, sebbene queste perdite misurate, come suggerisce l'A. I. E. E., siano superiori a quelle che si hanno a carico, sia consigliabile adottare tale metodo che rappresenta un equo compromesso tra le varie tendenze.

Quando le garanzie di rendimento si danno senza tolleranza, si devono dare, anche per macchine normali, valori inferiori a quelli della media di macchine simili, per tenere conto delle differenze che si riscontrano tra le macchine uguali.

Le tolleranze permettono al calcolatore di indicare le perdite effettivamente calcolate, e di poter dare dei valori di rendimento ancor prima di ultimare un calcolo dettagliato.

In cinque tabelle l'A. espone i rendimenti o perdite per vari tipi di macchine sincrone, calcolati con metodi ed ipotesi varie, che sono chiaramente specificate.

La differenza tra i valori così ottenuti è molto notevole e ciò dimostra la necessità di seguire delle norme costanti.

Alla fine dell'articolo sono riportate le norme A. I. E. E. per la misura del rendimento di macchine sincrone.

C. G. E. (\*)

#### MOTORI ELETTRICI.

#### H. H. VERNON — Apparecchiatura di comando per ponti mobili. (Gen. El. Rev., novembre 1926, pag. 805).

Il tipo più comune di ponte mobile è il ponte levatoio.

E' essenziale che il comando di questi ponti sia semplice, sicuro e di facile manovra.

Per i motori di sollevamento del ponte, per potenze sino a 40 kW circa per impianti ad un motore e sino a 150 kW complessivamente per impianti a due motori, si usa il comando diretto con controller a tamburo. Per motori oltre 75 kW è preferibile usare il comando magnetico a mezzo di contattori. Nella scelta del sistema di comando si deve tener conto anche della distanza della cabina dell'operatore dal macchinario.

Nei comandi con controller a tamburo è opportuno usare anche un contattore per la protezione di massima e di minima. Quando questo contattore si apre, è necessario riportare il controller alla posizione di fermo per poter nuovamente avviare il motore.

Questo impedisce che il motore venga azionato senza l'inserzione di resistenza. E' opportuno anche che l'inversione di marcia del motore, e l'interruzione della linea principale di alimentazione sia fatta a mezzo di contattori. Il controller comanda il freno elettromagnetico in modo da chiuderlo prima che un interruttore limitatore (che può considerarsi anche come interruttore di fine corsa) abbia aperto il cir-

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

cuito. Quando il ponte è prossimo alla posizione di chiusura, questo interruttore limitatore è messo in corto circuito, e la coppia massima del motore viene limitata per la chiusura completa del ponte.

Tutti gli schemi di comando con reostati possono essere ottenuti col sistema a contattori (comando magnetico), questo comando essendo di più facile manovra e di manutenzione meno costosa.

Anche per i motori a corrente continua si ha il comando a controller, al quale si aggiungono due contattori ed un relais per le protezioni di massima e di minima.

Anche per motori a corrente continua oltre 40 kW circa 230 volt e 75 kW, 550 volt si usa il sistema di comando magnetico. Il motore può funzionare anche qui a bassa velocità, quando il ponte è prossimo alle posizioni estreme; si ha anche la frenatura elettrica con motore in corto circuito, evitando così un consumo eccessivo del freno elettromagnetico.

Per i motori di chiusura del ponte, sia per corrente alternata (del tipo in corto circuito) che continua (con eccitazione composta) si hanno sistemi di comando a contattori o a controller, per la marcia nei due sensi, e con protezioni di massima e con interruttore limitatore.

Per la chiusura dei cancelletti di protezione del ponte si hanno piccoli motori di circa un terzo di kW; l'apparecchiatura è composta di controller, interruttore limitatore, interruttore di linea, contattore e relais di massima.

Gli interruttori limitatori sono necessari per i motori di sollevamento, di chiusura e dei cancelletti; quello del motore di sollevamento interrompe il circuito e blocca questo motore con quello di chiusura in modo che il lavoro di uno non si inizi finché non è terminato quello dell'altro.

Si hanno anche indicatori, dai quali l'operatore può rilevare la posizione del ponte ad ogni istante. Molti ponti sono provvisti di un freno di riserva, che permette in caso di necessità di fermare il ponte molto più rapidamente che non col freno ordinario. Un'altra apparecchiatura di comando si ha per i fili delle linee di trazione elettrica che eventualmente attraversassero il ponte.

L'articolo è illustrato con interessanti schemi di collegamenti per le apparecchiature di comando.

C. G. E.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

N. LINDENBLAD - W. W. BROWN — **Considerazioni per il progetto di antenne r. t. trasmettenti.** (Proc. Inst. Radio Eng., giugno 1926, Vol. 14, N. 3, pag. 291).

Mentre è vero che le radiotrasmissioni con onde corte assumono giorno per giorno, importanza sempre maggiore, è altrettanto vero che il maggior compito per l'espletamento dei servizi radio commerciali, resta tuttora affidato alle onde lunghe. La conoscenza delle norme che debbono guidare lo svolgimento del progetto di una radiostazione di grande potenza operante su onda lunga, è oltremodo interessante: e, in tal senso, gli AA. danno un notevole contributo di volgarizzazione.

Stabilito in base a risultati forniti da precedenti esperienze, quali debbano essere la lunghezza d'onda di servizio ed il coefficiente di efficacia della stazione, si studia anzitutto la convenienza di adottare per l'antenna, piloni alti o piloni relativamente bassi. Il criterio che domina la scelta è esclusivamente economico: in generale, per impianti destinati ad un traffico continuo, si preferiscono altezze elevate<sup>(1)</sup>; peraltro non si possono dettare regole sicure e la scelta definitiva è sempre una soluzione di compromesso.

Comunque, stabilita l'altezza dei piloni, si presenta la questione se debbano o no essere isolati da terra. E' noto che tale questione è tuttora oggetto di numerose discussioni, ma è da ritenersi che, ove non s'incontrino eccessive difficoltà tecniche per effettuare un isolamento veramente buono, esso è più conveniente che non la messa a terra diretta. Si deve peraltro osservare che questa è sempre preferibile ad un isolamento imperfetto o variabile.

Riguardo al calcolo della capacità del padiglione aereo, è intuitivo, che i problemi da risolvere presentandosi generalmente sotto forma complessa, non è possibile ottenere che soluzioni approssimate. Secondo gli AA. la via da seguire è quella di schematizzare il problema riconducendolo a casi più semplici. Così, entro certi limiti e per certi casi, invero assai limitati, si sostituisce al complesso di conduttori che costituiscono l'antenna, una ipotetica (ma ammissibile) disposizione che consenta l'uso di formule note, quali quelle che danno la capacità fra cilindri concentrici, cilindri e piani, ecc. In qualche caso è utile anche ricorrere all'uso di modelli costruiti in scala opportuna e sui quali la capacità è misurata direttamente.

La parte del progetto di un'antenna trasmittente che richiede maggior studio è quella che riguarda la valutazione delle varie perdite. Gli AA. vi si soffermano dettagliatamente e, per dare un'idea dell'ordine di grandezza delle varie resistenze che entrano a far parte della

resistenza globale di un'antenna, citano i seguenti dati relativi alla stazione di Long Island:

Resistenza di radiazione per $\lambda = 16.500$ m . . . . .	0,05 ohm
Resistenza di terra . . . . .	0,10 "
Resistenza dell'induttanza di antenna . . . . .	0,15 "
Resistenza dei conduttori . . . . .	0,05 "
Resistenze varie . . . . .	0,05 "

**Resistenza di radiazione.** — Questo elemento può essere calcolato con una ben nota formula a condizione di conoscere l'altezza di radiazione dell'antenna. Tale altezza, tuttavia, non può desumersi a priori; per avere dati attendibili necessita procedere a misure di campo elettrico secondo metodi conosciuti<sup>(2)</sup>, dopo che la stazione è stata costruita.

**Resistenza di terra.** — Ha d'ordinario importanza preponderante ed essa deriva dalle cattive qualità di conducibilità elettrica del terreno: qualità, per effetto delle quali si verificano ad un tempo perdite per conduzione e per polarizzazione elettrica. L'idea più semplice (e più antica) che si presenta alla mente per migliorare la conduttività del suolo, è quella di metallizzarlo. Ma si intuisce come un tal procedimento non sia assolutamente applicabile per una grande stazione, in cui l'antenna e le azioni elettriche nel terreno si estendono ad una vasta zona.

Si è allora ricorso al sistema delle prese di terra multiple. Questo, corrisponde al concetto di evitare alle correnti di conduzione un lungo percorso attraverso il terreno, portando dalla stazione alle singole prese di terra mediante conduttori isolati, che formano una sorta di fascio di linee. Naturalmente, queste debbono essere egualmente caricate e, a tal fine, si usa introdurre in serie con le linee più corte, una reattanza di valore opportuno.

Il procedimento delle prese di terra multiple può anche realizzarsi secondo il metodo di Alexanderson<sup>(3)</sup> largamente impiegato in America. Esso consiste nell'aumentare il numero delle discese di antenna connettendole ciascuna ad una presa di terra separata. Se si osservano opportuni e noti accorgimenti, questo sistema può ridurre la resistenza di terra a valori molto bassi.

Un'altra soluzione per migliorare la terra è quella del *contrappeso* o *schermo di terra*. Trattasi di un complesso di conduttori metallici a forma di maglia, perfettamente isolati da terra, posti ad una certa altezza dal suolo per una estensione maggiore di quella coperta dal padiglione di antenna. In questo caso, l'antenna propriamente detta ed il contrappeso hanno distribuzioni opposte di potenziale. Infatti, quando le linee del campo elettrico vanno dall'antenna alla terra, esse vanno anche dalla terra al contrappeso. E poichè il potenziale della terra si assume come nullo, così quelle due distribuzioni hanno segno contrario. Qualche volta si approfitta di questo fatto per mettere la terra, metallizzata con qualche filo, in parallelo col contrappeso.

**Resistenza dell'induttanza di antenna.** — E' quella che generalmente ha il maggior peso nella costituzione della resistenza globale del circuito metallico di antenna. Secondo gli AA. una particolare attenzione deve essere rivolta alla scelta degli isolatori di sostegno della gabbia d'induttanza: scelta nella quale si deve necessariamente considerare se l'induttanza medesima è posta all'esterno ovvero all'interno della stazione. Circa la struttura del conduttore che la costituisce, è raccomandabile adottare treccie a fili multipli ed accuratamente isolati fra loro. Solo in tal modo gli AA. ritengono che le perdite si riducano ad un minimo.

**Resistenza dei conduttori.** — E' generalmente piccola in virtù del gran numero di conduttori di cui risulta costituito il padiglione dell'antenna.

**Perdite varie.** — I tipi di isolatori adottati per le grandi antenne danno, singolarmente presi, perdite trascurabili. Tuttavia, quando per costituire il padiglione d'antenna, se ne richiedano molti (100 o più, come quasi sempre è il caso), occorre che la cernita di essi sia fatta con il massimo scrupolo.

Esaminati e discussi gli argomenti sopra riassunti, gli AA. svolgono altre considerazioni circa le emissioni contemporanee con due o più antenne. In questo caso si presentano altri due problemi da risolvere e, cioè:

- Eliminazione di accoppiamenti fra due antenne;
- Alimentazione di un'antenna lontana dalla stazione con linea aerea.

E' evidente che, per il fatto che un'antenna si trova nel campo elettromagnetico di un'altra, essa costituisce una causa di assorbimento di energia: assorbimento che deve essere o eliminato, ovvero grandemente ridotto. Le soluzioni da adottare sono diverse, ma tutte rispondono al concetto di controbilanciare l'accoppiamento capacitativo che esiste fra le antenne. Una fra le più semplici e più usate consiste nell'interporre fra le antenne una reattanza induttiva che, agendo in parallelo con la capacità di accoppiamento, determini un circuito di elevata impedenza per la frequenza media fra quelle con cui lavorano le antenne.

Nella soluzione del secondo problema si deve evitare che agli estremi della linea si originino riflessioni nocive, studiando le varie costanti di essa in modo che l'afflusso di energia sia continuo ed il rendimento della trasmissione di essa sia il più elevato possibile.

V. Go.

<sup>(1)</sup> G. VALLAURI: *Il Centro radiotelegrafico di Coltano*. - *L'Elettrotecnica*, vol. XI, n. 1 e 2, 5-15 gennaio 1924, e Pubblicazione n. 28 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(2)</sup> G. VALLAURI: *Misure di radiazione sugli aerei r. t.* - *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1921, vol. VIII, n. 10-11 e Pubblicazione n. 11 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(3)</sup> *L'Elettrotecnica*, 25 agosto e 5 settembre 1920, vol. VII, n. 24-25, pag. 458 e Boll. R. T., n. 10, vol. I, pag. 229.

**TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.**

**L. H. BURNHAM — Trasformatori con raffreddamento a ventilazione forzata dell'aria.** (Gen. El. Rev., ottobre 1926, pag. 716).

I trasformatori con raffreddamento a ventilazione forzata dell'aria sono particolarmente adatti quando sia richiesta la massima economia di spazio, come di solito avviene per gli impianti situati nel centro di grandi città, dove il terreno ha un costo elevatissimo e dove non è consentito l'impiego di trasformatori in olio per il pericolo d'incendio che presentano.

Questi trasformatori si fabbricano normalmente per tensioni moderate con ottimi risultati raggiunti dopo lunghi anni di esperienza.

Vengono costruiti normalmente dalla G. E. Co. per tensioni fino a 27.500 volt per qualsiasi frequenza e per correnti trifasi e monofasi. Hanno nucleo a mantello con bobine verticali rettangolari divise in gruppi intercalati di alta e bassa tensione, isolati fra loro da diaframmi opportunamente conformati per rendere massimo il raffreddamento degli avvolgimenti.

La rigidità dielettrica fra spire adiacenti è ottenuta per mezzo di uno strato di mica; il quale da solo può opporre una resistenza efficace alla formazione di scariche, anche se, per effetto di sovratemperature, il rivestimento fibroso delle spire si fosse carbonizzato.

La rigidità dielettrica fra bobine è invece ottenuta da speciali barriere isolanti munite di alette ondulate per aumentare l'effetto ventilante della corrente di aria di raffreddamento. Tali barriere sono calcolate in modo da poter resistere alla tensione totale di linea, sebbene quella normale fra bobine sia assai inferiore.

L'insieme delle bobine di alta e bassa tensione è poi racchiuso in altro materiale isolante, che le separa fra loro e entrambe dal nucleo. Le bobine sono montate nelle barriere isolanti in modo che ogni strato dell'avvolgimento è esposto dalle due parti alla corrente d'aria soffiata.

Nella parte superiore del trasformatore speciali deviatori provocano vortici nell'aria, aumentando in tal guisa l'effetto raffreddante proprio nella parte ove naturalmente si ha la tendenza alla massima temperatura.

Poiché l'insieme degli avvolgimenti è separato dal nucleo da ampi condotti di aria, le temperature negli avvolgimenti e nel nucleo sono praticamente indipendenti l'una dall'altra.

Il nucleo è raffreddato a sua volta dall'aria passante entro cavità lasciate nel pacco delle lamiere e per irradiazione naturale della superficie esterna. In grosse unità, anche questa viene raffreddata a mezzo di aria soffiata.

Questi trasformatori sono calcolati per una sovratemperatura di 60° a pieno carico potendo resistere a un sovraccarico del 150 % per due ore senza superare i 65°. Tale temperatura è normalmente determinata per mezzo di termometri collocati fra gli avvolgimenti nella parte più alta del trasformatore.

Poiché molti di questi trasformatori sono costruiti per alimentare convertitrici sincrone, essi devono essere costruiti per sopportare una forte corrente secondaria a tensione ridotta. Per questo le bobine secondarie sono formate di larghe sbarre piatte di rame saldate assieme agli angoli e formanti una bobina elicoidale di parecchie spire.

L'aria raffreddante deve essere pura e secca e deve essere quindi opportunamente filtrata allo scopo di evitare il deposito di polvere sugli avvolgimenti. Non è consigliabile adottare apparecchi lavatori dell'aria, poiché in tal caso la umidità da questa trascinata negli avvolgimenti potrebbe avere pericolose conseguenze per l'isolamento.

L'A. descrive poi nell'articolo alcuni tipi di trasformatori con ventilazione forzata dell'aria installati in condizioni speciali di funzionamento.

C. G. E.

di una corda portante di alluminio con anima di acciaio del peso di kg. 1,1 al ml. con un carico al limite di elasticità di 11,7 kg-mm<sup>2</sup> ed un carico di rottura di 15,5 kg-mm<sup>2</sup>.

Con essa si è raggiunta la campata di 100 m. in rettilineo con frecce di m 1,80 in corrispondenza ad una tensione nella corda portante di 1630 kg.

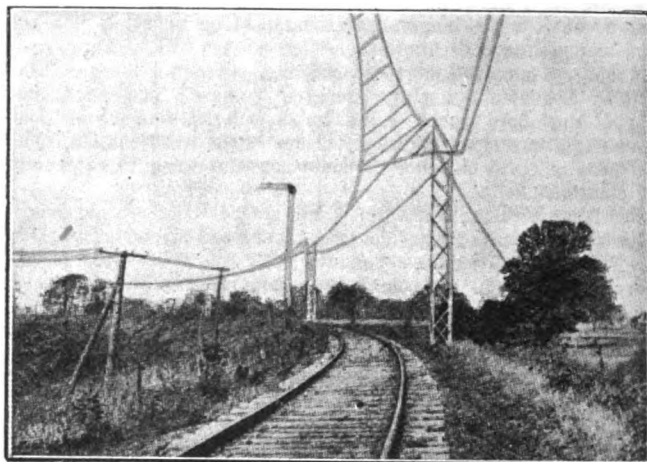


Fig. 1.

Grazie alla leggerezza della linea di contatto, la sollecitazione sui sostegni, pur con campate di 100 metri, risulta inferiore a quella di molte altre linee con campate più brevi.

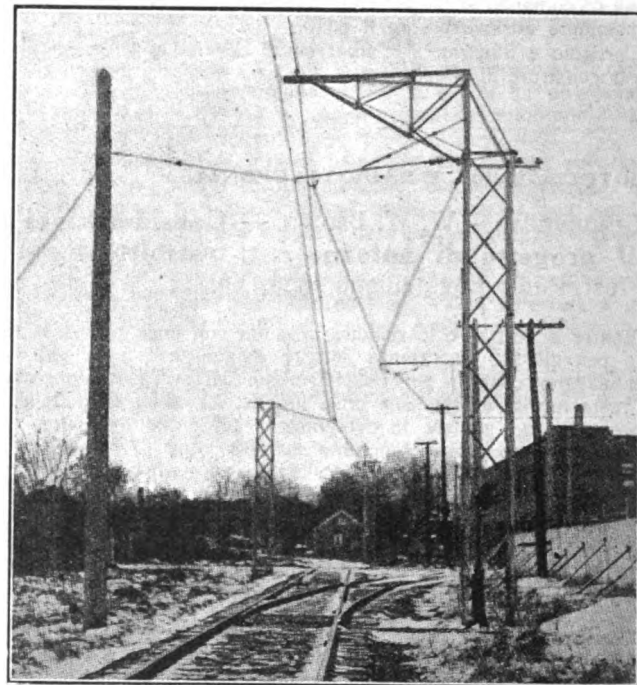


Fig. 2.

I primi esperimenti sono stati così soddisfacenti che la Compagnia ha estesa l'applicazione di questo tipo ad altri 20 km di linee elettrificate.

g. a. r.

**TRAZIONE E PROPULSIONE.**

**W. H. C. VILLIERS — Una linea di contatto di tipo "standard".** (El. Rail. Journal, 1 maggio 1926, pag. 759).

Gli ingegneri della Canadian National Railway, la quale ha in esercizio linee elettrificate a corrente continua a tensioni variabili da 600 a 2400 volt e linee a corrente monofase a 3300 volt, si sono studiati di creare un tipo di linea di contatto che potesse adattarsi ai diversi sistemi di trazione, tanto con presa a trolley quanto con pantografo.

Il tipo ideato sembra risolve felicemente il problema. Il sostegno "standard" è formato da una colonna di ferro a traliccio a sezione quadrata, costante dalla base alla cima, dell'altezza di circa m 7,60. In testa a questo sostegno si possono applicare diversi tipi di strutture per adattarlo alle varie esigenze della linea.

La fig. 1 rappresenta un sostegno in curva e la fig. 2 i sostegni in rettilineo ed in corrispondenza ad uno scambio.

Altri tipi di appendice possono essere applicati per portare linee di alimentazione o telefoniche.

Per compensare il maggior costo delle strutture in ferro rispetto ai pali di legno, si è cercato di ridurre il numero allungando la campata e di alleggerire il peso della linea di contatto. Questa è costituita

---

**:: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::**

---

**NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.**

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli <i>Impianti elettrici</i> L.	4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle <i>Macchine elettriche</i> »	4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli <i>Isolatori di porcellana</i> »	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli olii »	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli <i>Impianti di bordo</i> »	2,—
più per postali »	0,80

**Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (102) - Via Annunziata, 4.**

# CRONACA

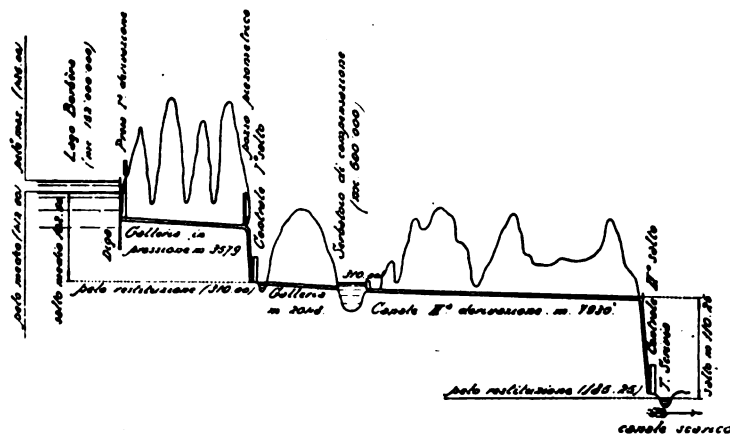
## Gli impianti della Cisalpina per l'utilizzazione del Borbera.

Siamo lieti di poter dare ai nostri lettori qualche notizia sul progetto di sfruttamento del torrente Borbera, studiato dalla Soc. Interregionale Cisalpina. Le notizie ci sono state fornite, dietro nostra richiesta, dalla Società stessa e, in particolare, a cura dell'Ing. Artini. Ne porgiamo qui vivi ringraziamenti mentre esprimiamo l'augurio che anche le altre Società Elettriche, alle quali ci siamo rivolti con analoghe domande, vogliano rispondere con la stessa cortesia della Interregionale, mettendoci così in grado di tenere i nostri lettori al corrente delle molteplici iniziative e della mirabile attività delle nostre imprese elettriche.

N. d. R.)

Il torrente Borbera, affluente di destra dello Scrivia, nasce dall'Appennino Ligure. Il suo bacino presenta caratteristiche eminentemente appenniniche, con forti divari nelle portate, le quali da un minimo di 0,5 m<sup>3</sup> al secondo nel periodo di magra estiva, salgono a più di 500 m<sup>3</sup> nei periodi di piena. Si comprende perciò come un razionale e completo sfruttamento delle energie idroelettriche di tale bacino richieda la formazione di un serbatoio di accumulazione stagionale assai vasto, per la compensazione delle magre estive.

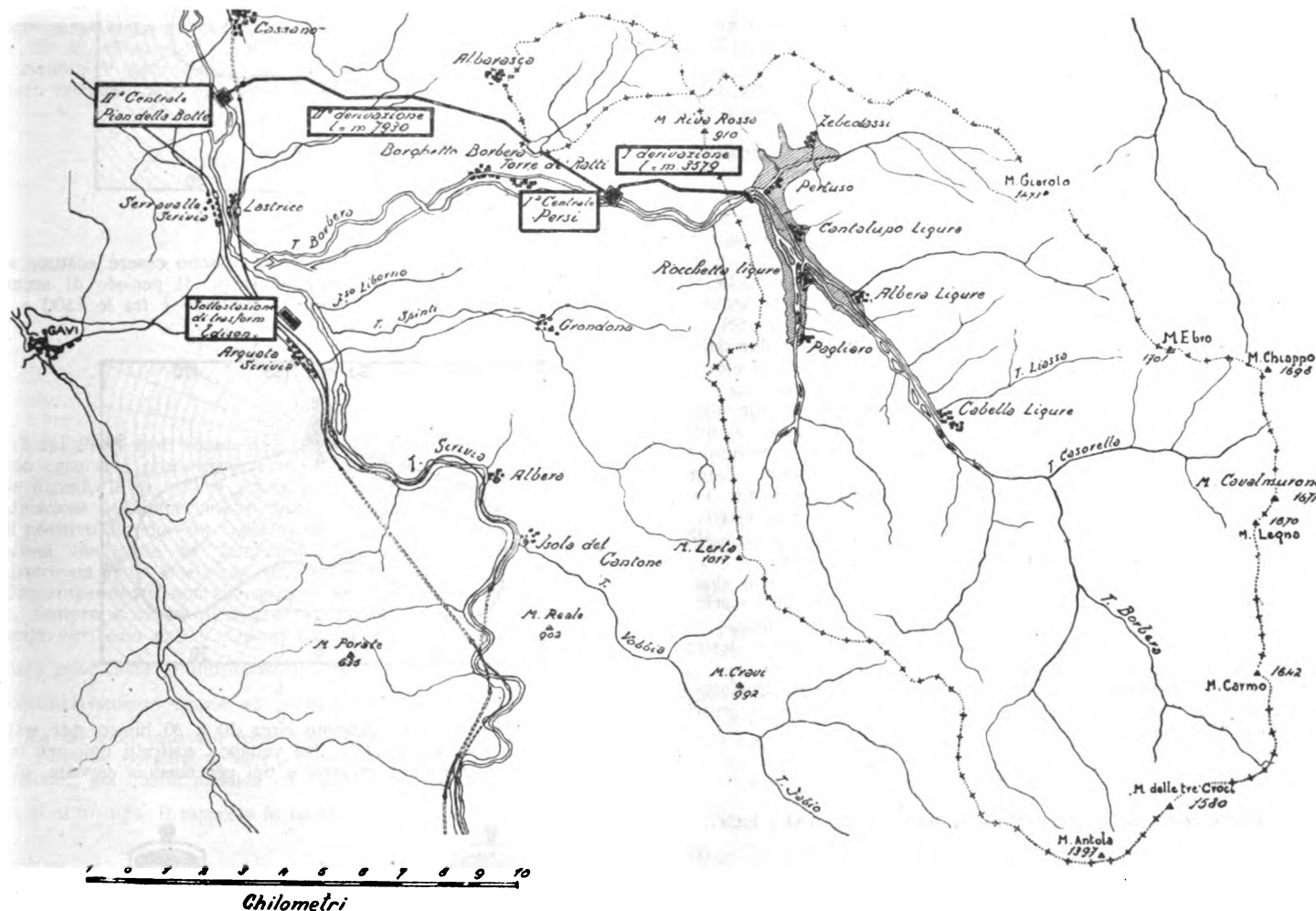
6,25 m<sup>3</sup> al l'', e appunto in base a tale portata *media* sono state studiate entrambe le derivazioni che realizzano lo sfruttamento. Gli impianti in questione saranno però costruiti per portate d'esercizio no-



Profilo schematico degli impianti del Borbera.

tevolmente superiori alla media, in relazione al compito ad essi assegnato d'integrare le magre di altri impianti, rispetto ai quali fanno ufficio di riserva.

Il salto disponibile è ripartito pressochè ugualmente sulle



Corografia generale degli impianti del Borbera.

Il progetto per l'utilizzazione delle forze idrauliche del Borbera, appartenente alla Società Elettrica Interregionale Cisalpina, si impernia appunto sulla creazione di un lago artificiale della capacità di 152 milioni di m<sup>3</sup>, che sarà il più importante dell'Italia continentale e viene terzo dopo quelli del Tirso e del Coghinas.

L'invaso è ottenuto mediante una diga di sbarramento alla Stretta del Pertuso, dell'altezza utile di m 75; il massimo livello del lago sarà a quota 425 e l'utilizzazione è prevista fra la quota 425 e la 385,40, con una capacità utile di circa 135 milioni di m<sup>3</sup>. La notevole differenza fra la capacità utile e quella d'invaso è dovuta al fatto che le opere di presa si trovano a quasi 40 m sopra il fondo del lago, con la quale disposizione si lascia anche un opportuno margine per il fenomeno di delatazione.

La parte del bacino imbrifero che verrà sfruttata si aggira sui 200 km<sup>2</sup>; la portata media modulata di erogazione si prevede di circa

due centrali in serie, essendo il pelo di restituzione della prima derivazione a quota 310 e quindi con un salto medio di 102,50 m, mentre il salto utilizzato nella seconda centrale è di m 110,25.

Indicate così le caratteristiche salienti dell'impianto, diamo una breve descrizione delle opere, quali risultano dal progetto di massima, e che all'atto pratico potranno naturalmente subire varianti anche notevoli.

Il lago serbatoio del Borbera, formato da un bacino arenaceo-argilloso che presenta sicure garanzie d'impermeabilità, avrà una superficie di 5,6 km<sup>2</sup> con una lunghezza di quasi 7 km. La sua formazione richiederà purtroppo la sommersione di una zona abitata, comprendente tre Comuni della popolazione complessiva di 1500 anime.

La diga, del tipo a gravità, in calcestruzzo, è prevista in località assai favorevole ad un lavoro di questo genere. La stretta del Pertuso dove verrà impostata la diga, è infatti un'angusta gola che il tor-



rente stesso si è scavato nella massa rocciosa sbarrante la valle del Borbera, e la massa in parola, un conglomerato fortemente cementato (tongriano), presenta buoni requisiti di impermeabilità e resistenza. Il serbatoio è provvisto di scaricatore a superficie per lo scarico delle piene eccezionali.

Dalle opere di presa, poste a circa 60 m a monte della diga, partirà una galleria-canale in pressione, scavata nella roccia, capace di una portata di 30 m<sup>3</sup> al l'. La lunghezza di tale condotto è di m 3579 fino alle condotte forzate della prima officina generatrice, detta di Persi. Fra la galleria in pressione e le tubazioni forzate è prevista l'inserzione di un pozzo piezometrico che tiene luogo della vasca di carico. Le tubazioni forzate non presentano caratteristiche speciali; constano di tre tubi d'acciaio del diametro di m 2, ognuno dei quali è provvisto nella parte superiore di valvole a farfalla e saracinesca; questi tubi fanno capo alle turbine dei gruppi generatori.

Questi, in numero di tre, poichè non è prevista l'installazione di una riserva propriamente detta, sono formati ognuno da una turbina con accoppiato un alternatore trifase della potenza di 9000 kW.

Le acque di scarico dell'officina di Persi vengono raccolte in un piccolo bacino, donde potranno essere restituite direttamente al Borbera oppure convogliate, mediante una galleria a pelo libero, lunga 2048 m, in un serbatoio per l'equilibratura delle portate studiato sul rio Cravaglia, ed avente una capacità di circa 600.000 m<sup>3</sup>. Da questo serbatoio parte il canale propriamente detto della seconda derivazione, costruito per portate medie di 12,5 m<sup>3</sup>; è lungo m 7930 fino alla camera di carico dell'officina; ed è in galleria, salvo un breve tratto all'aperto all'uscita dal serbatoio. La vasca di carico non presenta nulla di speciale; consta di due parti di cui la prima è munita degli scarichi di superficie e di fondo, e la seconda contiene la griglia, la paratoia di chiusura e l'imbocco della tubazione.

La condotta forzata della seconda officina, detta di Pian della Botte, è costituita da un solo tubo in lamiera di acciaio del diametro di 2,10 metri.

Nella centrale sono installati tre gruppi capaci di produrre 4500 kW ciascuno; l'acqua di scarico delle turbine, mediante apposito canale, viene convogliata nella Scrivia.

In questa centrale sono previsti anche i trasformatori, mediante i quali l'energia prodotta nelle due centrali verrà trasformata a 60.000 volt, tensione con la quale verrà consegnata alle FF. SS.

La produzione degli impianti del Borbera è infatti riservata nella sua totalità all'Amministrazione Ferroviaria, la quale se ne servirà per l'elettrificazione di varie linee appartenenti al gruppo piemontese, ligure e lombardo. A questo scopo è di grande importanza anche la vicinanza della sottostazione di trasformazione e conversione di Arquata Scrivia, dove la Società Edison già fornisce energia alle FF. SS., e che è collegata alla centrale di Pian della Botte a mezzo di due delle sei terne ivi diramantesi; collegamento grazie al quale verrà ad essere maggiormente assicurata la continuità del servizio ferroviario.

Gli impianti di Val Borbera hanno, come è noto, anche un altro importantissimo scopo; l'irrigazione cioè di circa 25.000 ettari di terreno nelle pianure di Novi, Tortona ed Alessandria, che si realizzerà con le acque di deflusso degli impianti stessi. Per armonizzare i due scopi, industriale ed agricolo, non poche difficoltà si son dovute superare, in quanto che, mentre i fabbisogni dell'agricoltura esigono una maggior disponibilità nei mesi estivi, nei riguardi della produzione d'energia si richiederebbe un regime perfettamente opposto.

L'acqua per i lavori agricoli verrà ripresa a mezzo di uno sbarramento nel letto del fiume Scrivia, circa 2 km a valle dello scarico della centrale Pian della Botte, e l'irrigazione avverrà a mezzo di due canali principali percorrenti uno la pianura Tortonese a destra dello Scrivia, l'altro la pianura Novese ed Alessandrina.

Concluderemo dicendo che la costruzione delle opere idroelettriche non è ancora incominciata, ma sono già a buon punto i lavori preparatori, d'esproprio, ecc.

\* \*

#### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un nuovo strumento portatile per la misura del valore di cresta delle onde di tensione nei fenomeni elettrici transeunti, era esposto nell'ultima Esposizione di ottica e fisica di Londra. L'apparecchio è specialmente adatto per i fenomeni rapidissimi nei quali l'energia messa in gioco è piccola. Un tipo d'apparecchio può servire per tensioni non oltre 300 V e l'altro per tensioni fino a 15.000 V: entrambi sono basati sull'uso di un raddrizzatore a vuoto a due elettrodi e di un piccolo condensatore. Questo viene caricato, attraverso al tubo a vuoto fino alla tensione massima occorsa nel circuito. La tensione di carica viene poi misurata mediante un dispositivo a spinterometro, costituito da due sferette di ottone da 20 mm di diametro, una delle quali è spostabile per mezzo di un eccentrico portato da un alberetto che comanda contemporaneamente l'indice di un quadrante graduato su cui si legge direttamente la tensione; profilando opportunamente l'eccentrico si è potuto ottenere sul quadrante una graduazione uniforme. L'apparecchio è montato in una piccola cassetta portatile.

#### APPLICAZIONI VARIE.

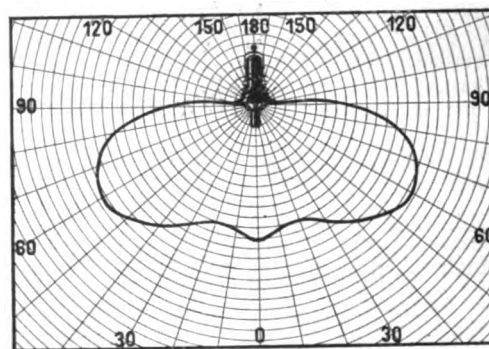
Un nuovo apparecchio per la verifica della regolarità delle superficie metalliche lavorate, è stato adottato in America, dalla Packard Mo-

tor Car Co. di New York. Il dispositivo è particolarmente usato per verificare il grado di finitura della superficie dei pistoni e di altre parti dei motori che richiedono una perfetta lisciatura, e dà la certezza che sia evitato ogni errore. L'uso del microscopio fotografico non diede risultati soddisfacenti neanche con ingrandimenti dell'ordine di 100 diametri.

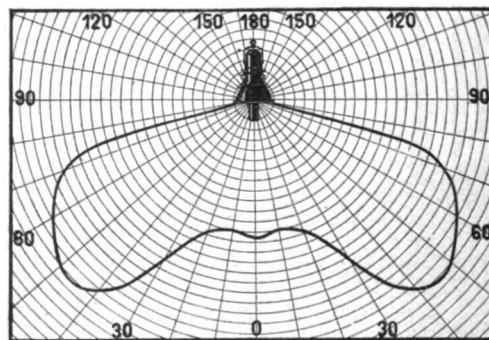
Le molteplici esperienze ripetute permisero però di riconoscere che un elevato grado di pulitura della superficie, produceva sulla fotografia una stretta banda fortemente illuminata, mentre con un grado di pulitura minore si aveva una banda di riflessione assai più diffusa ed oscura. Si pensò allora di far ricorso ad un rivelatore di tipo foto-elettrico, simile a quelli usati per la trasmissione a distanza delle immagini. Questi rivelatori, che rispondono prontamente ad ogni variazione dell'intensità luminosa, servono a misurare la luce riflessa dalla superficie in esame e permettono di misurare, meccanicamente, senza possibilità di errore, il grado di pulitura raggiunto.

#### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

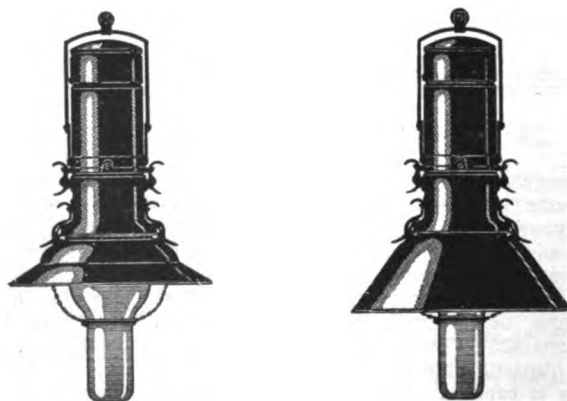
Le lampade ad arco richiamano nuovamente l'attenzione dei tecnici. Sono stati messi sul mercato tipi moderni perfezionati. Fra questi vanno citate le lampade «Dia» in pallone di vetro ermeticamente



chiuso e nel quale è fatto il vuoto. Esse possono essere adattate sia alla corrente continua che a quella alternata. Il periodo di accensione è garantito di 120 ore; l'intensità luminosa è fra le 1500 e le



3300 candele (Hefner); si ottengono circa 20 a 30 lumen per watt; pari a 0,2 ÷ 0,3 watt per candela. Ne vengono costruiti tipi per tensioni basse e per inserzione in serie e tipi per tensioni elevate, oltre



i 125 V. Quelle inserite sulla corrente alternata hanno un fattore di potenza di circa 0,7. I carboni, disposti verticalmente nella lampada, sono impregnati secondo un metodo particolare.

## MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Uno studio accurato della possibilità del ricupero di vapore nei piccoli impianti termoelettrici destinati al servizio di edifici importanti, come alberghi, ospedali, ecc., è stato fatto da una Società elettrica americana ed è riportato nell'«*Electrical World*», vol. 88, N. 1, pag. 5. Coll'uso di grafici rappresentanti i diagrammi di consumo di energia elettrica per diversi servizi e del fabbisogno di vapore nei diversi mesi dell'anno si è potuto calcolare la percentuale del vapore di scarico della motrice a vapore, che si può in pratica ricuperare. Si riconosce che tale porzione è molto bassa e si aggira sul 30 %, mentre poi oltre a questa quantità di vapore, i servizi di riscaldamento ne domandano altro che deve essere direttamente prodotto dalle caldaie: si può ritenere che circa il 35 % del vapore di riscaldamento occorrente debba appunto essere tolto direttamente dalle caldaie. Le condizioni di ricupero sono quindi praticamente assai poco favorevoli.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

*Dispositivo sperimentale per mantenere costante la corrente di accensione di un circuito a triodi.* — Se in un ordinario triodo, i circuiti di griglia e di placca sono mantenuti elettricamente isolati, mentre quello di accensione è chiuso sulla propria batteria è ovvio che, due amperometri inseriti in quest'ultimo, l'uno sul positivo l'altro sul negativo della batteria medesima, forniscono identiche indicazioni. Ma è pur noto che, quando il triodo è in azione, l'emissione elettronica del filamento determina un'alterazione nelle due letture: alterazione il cui senso dipende dal modo di connessione fra il circuito anodico e la batteria di accensione. In generale la variazione è talmente piccola che gli ordinari amperometri non sono capaci di accusarla; essa esiste però di fatto e, quando si tratti di misure di precisione, occorre saperne tener conto in modo opportuno.

H. W. Bauner in una serie di esperienze da lui fatte, ha pensato di mantenere rigorosamente costante la corrente di accensione di un triodo valendosi della disposizione schematizzata in fig. 1 e descritta nel

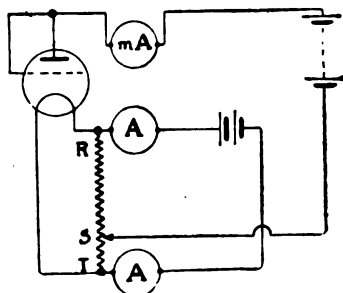


Fig. 1.

n. 3 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (vol. 14, giugno 1926, pag. 325). Era stato osservato precedentemente, a mezzo di dispositivi differenziali, che quando il circuito di placca si chiudeva direttamente in T, sia le indicazioni dell'amperometro posto dalla parte del negativo sia quelle sul positivo diminuivano, laddove se la placca si chiudeva in R le indicazioni tendevano ad aumentare. Era quindi evidente, che deve esistere un punto S tale che, chiudendo il circuito di placca su di esso, i due amperometri non subiscono la benchè minima alterazione. Orbene, sempre a mezzo di dispositivi differenziali, ciò è stato effettivamente verificato dall'A. Questi ha anche trovato che, per una particolare condizione di funzionamento del triodo, il rapporto  $\frac{ST}{RT}$  è approssimativamente eguale ad  $\frac{1}{6}$ . Si poteva pensare che il valore numerico di quel rapporto fosse solo relativo ad un particolare caso; l'A. avrebbe peraltro verificato che, sia variando la tensione di accensione, sia quella anodica od addirittura sostituendo il triodo con uno di altro tipo, il rapporto in parola si mantiene sempre di  $\frac{1}{6}$  circa.

V. Go.

\*

*Recenti sviluppi nelle comunicazioni radio della Marina Nord-Americana.* — Nel n. 2 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (vol. 14, aprile 1926, pag. 197), T. M. Stevens, passa in rapida rassegna i progressi compiuti dalla Marina Nord-Americana nella installazione delle sue stazioni radio. I lusinghieri successi ottenuti a Marion <sup>(1)</sup> fino dal 1921 con l'uso di trasmettitori a valvola, consigliarono di ricorrere decisamente a questi, sia per i nuovi impianti, sia per la trasformazione delle vecchie stazioni costiere e di bordo operanti con onda smorzata. Diversi tipi di trasmettitori furono allora studiati dalla *Radio Corporation* e l'A. afferma, che attualmente quasi tutte le stazioni costiere e gran parte di quelle di bordo sono a valvola. La potenza immessa nell'aereo va da 200 watt a 6 kW e le lunghezze d'onda di lavoro sono comprese nella gamma 600-2400 m.

Fra i benefici vantaggi ottenuti con l'uso delle onde continue notevole è quello della diminuita interferenza fra stazioni costiere e fra queste e le stazioni di radiodiffusione.

V. Go.

## DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

## Disposizioni concernenti l'importazione e l'esportazione di energia elettrica.

*Regio Decreto-Legge 21 ottobre 1926, n. 2479, pubblicato nella «Gazzetta Ufficiale del Regno», n. 59 del 12 marzo 1927 - Anno V.*

Vista la legge 31 gennaio 1926, n. 100;

Ritenuta la necessità urgente e assoluta di addivenire alla disciplina della importazione e della esportazione di energia elettrica;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto con quelli per gli affari esteri, per la giustizia e gli affari di culto, per le finanze e per l'economia nazionale;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Senza formale autorizzazione, da darsi nei modi previsti dal presente decreto, l'importazione e la esportazione di energia elettrica sono vietate.

Art. 2. — L'autorizzazione di importare o esportare energia elettrica è dato caso per caso con decreto Reale, a seguito di deliberazione del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministro per i lavori pubblici, di concerto col Ministro per gli affari esteri, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Con le stesse formalità il Governo determina la quantità massima di energia, di cui in complesso può essere autorizzata l'importazione o l'esportazione.

Art. 3. — L'autorizzazione di importare o esportare energia elettrica può essere assoggettata a condizioni o garanzie anche relative all'uso da farsi di essa ed al prezzo di vendita o rivendita.

La durata di tale autorizzazione non può essere superiore ai dieci anni, salvo proroga. Ma, per gravi motivi di interesse pubblico, l'autorizzazione può essere revocata in qualunque momento, dietro pagamento di un indennizzo, ove altrimenti non sia stato stabilito.

L'indennizzo sarà determinato dal Ministro per i lavori pubblici, di concerto con quello per le finanze.

Il decreto di revoca può essere impugnato solo per quanto riflette la misura delle indennità, mediante ricorso al Tribunale superiore delle acque pubbliche entro trenta giorni dalla comunicazione.

La revoca dell'autorizzazione può aver luogo anche per non uso da parte dell'autorizzato o per inosservanza delle condizioni, cui l'autorizzazione era stata subordinata, ed in tal caso senza indennizzo di sorta.

Art. 4. — La introduzione di energia elettrica dall'estero nel Regno è soggetta al pagamento di un diritto nella misura di L. 0,025 per kilowattora.

Il Ministro per le finanze stabilirà le norme per l'applicazione di tale diritto.

Art. 5. — Nello spazio di tre mesi dall'entrata in vigore del presente decreto, quelli che attualmente importano od esportano energia elettrica devono comunicare al Ministro per i lavori pubblici i contratti stipulati con le ditte fornitrici o acquirenti, unitamente ai documenti integrativi dei medesimi.

E' in potestà del Governo di limitare la misura, entro la quale gli importatori potranno introdurre l'energia che, in virtù di contratti stipulati prima della data del presente decreto, hanno facoltà ma non obbligo di ritirare dalle ditte fornitrici; e di assoggettare a condizioni l'uso della energia importata.

Art. 6. — Il presente decreto entrerà in vigore il giorno stesso della sua pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* del Regno e sarà presentato al Parlamento per essere convertito in legge.

Il Ministro proponente è autorizzato alla presentazione del relativo disegno di legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a San Rossore, addì 21 ottobre 1926.

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI — GIURIATI — ROCCO —  
VOLPI — BELLUZZO.

Visto, il Guardasigilli: ROCCO.

Registrato alla Corte dei conti, addì 10 marzo 1927 - Anno V.  
Atti del Governo, registro 258, foglio 60. — FERRETTI.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

<sup>(1)</sup> L'Elettrotecnica, n. 16, volume XII, 1925 e Boll. R. T., n. 31, pag. 209.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani (\*)

- N. 230896 — MALAGUTI G.: Lampada ausiliare per illuminazione di sicurezza al mancare della corrente di linea. - 26-5-1924.  
 N. 192367 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Cy: Perfezionamenti nei sistemi aerei di segnalazione. - 16-11-1920.  
 N. 204894 — La stessa: Perfezionamenti riguardanti stazioni di trasmissione senza fili. - 16-11-1921.  
 N. 197606 — MATTEUCCI L.: Mastice isolante Matteucci. - 7-4-1921.  
 N. 230813 — MOLIARD L. M.: Dispositivo di protezione delle installazioni elettriche contro le sovratensioni. - 27-5-1924.  
 N. 239702 — MORGARAGGIA G.: Cassetta con pile elettriche e a secco per funzionamento degli apparati telegrafici. - 15-4-1924.  
 N. 201312 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP ELECTRICITEITS MAATSCHAPPIJ ELECTROSTOOM: Processo e dispositivo per riunire, rifinire, ed infine isolare conduttori elettrici. - 29-7-1921.  
 N. 229657 — NEUFELDT & KUHNKE: Dispositivo per la trasmissione elettrica di fenomeni di movimento. - 16-4-1924.  
 N. 210682 — OFFICINE VENEZIANE ELETTROMECCANICHE A. BORTOLATO & D. BRUNELLI-BONETTI: Metodo per la fusione delle gabbie dei rotori in corto circuito nei motori ad induzione. - 3-5-1922.  
 N. 168882 — OSRAM-ROBERTSON LAMP WORKS Ltd.: Dispositif de support des électrodes dans les tubes joniques, plus particulièrement pour télégraphie sans fil. - 19-9-1918.  
 N. 231168 — PICECCO G. B.: Convertitore di corrente a campo rotante. - 7-6-1924.  
 N. 231105 — RICHARD GINORI Soc.: Isolatore di ormeggio perfezionato per aerei radiotelefonici e per impianti elettrici in genere. - 4-6-1924.  
 N. 230967 — ROBINSON E. Y.: Perfezionamenti ai tubi elettrici a vuoto. - 28-5-1924.  
 N. 156092 — ROUZET L.: Manipulateur télégraphique. - 19-9-1916.  
 N. 205149 — S.A.A.E. Soc. An.: Dispositif de protections électrique à courant alternatif contre les irrégularités qui peuvent se produire dans leur circuit d'alimentation. - 19-11-1921.  
 N. 205150 — La stessa: Système de multiplication des phases d'un réseau de courant alternatif en vue de l'alimentation des redresseurs. - 19-11-21.  
 N. 230979 — S. A. SUDDEUTSCHE TELEPHON APPARATE KAHEN und DRAHWERKE: Procedimento per la fabbricazione dei recipienti a vuoto. - 30-5-1924.  
 N. 204145 — SCOVENNA O.: Apparecchio elettrico a movimento d'orologeria con suoneria per sveglia o richiamo, ad ore volute in località diverse. - 6-10-1921.  
 N. 184283 — SIEMENS HALSKE A. G.: Appareil transmetteur, télégraphique. - 29-4-1920.  
 N. 228656 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRANKTER HAFTUNG: Interruttore rotativo con meccanismo a scatto. - 11-3-1924.  
 N. 206874 — SIGNAL GESELLSCHAFT m. b. H.: Dispositif d'émission de sons. - 19-1-1922.  
 N. 206878 — La stessa: Procédé pour l'établissement de systèmes vibratiles composés d'une armature d'aimant feuilletée et d'une membrane portant cette armature. - 20-1-1922.  
 N. 206883 — La stessa: Vibreur notamment pour signaux acoustiques. - 21-1-1922.  
 N. 230914 — SIMONETTA G., TAMIOZZO G. & DOGLIO G.: Innovazioni negli impianti telefonici con più apparecchi ad una o più linee principali. - 27-5-1924.  
 N. 206515 — SOC. AN. METALLURGICA BRESCIANA già TEMPINI: Disposizione per riparare il bagno dall'azione ossidante dell'aria nei forni elettrici ad induzione. - 31-1-1922.  
 N. 204425 — SOC. NAZ. DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO: Connessione tra apparecchi elettrici ad alto potenziale. - 13-10-1921.  
 N. 231051 — SOC. AN. FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE JEUMONT: Cassette di raccordo e di teste per cavi ad alta tensione. - 7-6-1924.  
 N. 197950 — SOC. DE METALLISATION: Procédé pour l'amélioration de potentiel sur des chaînes d'isolateur. - 12-4-1921.  
 N. 210105 — SPERTI G.: Perfezionamenti nei contatori di elettricità. - 26-5-1922.  
 N. 219115 — STUBBS W. & FROST L.: Perfezionamenti nei o relativi ai riscaldatori elettrici. - 27-5-1922.  
 N. 197042 — TOSI F.: Perfezionamenti nei sistemi di controllo elettrico. - 22-3-1921.  
 N. 190628 — VICKERS Ltd.: Perfectionnements aux machines dynamo-électriques. - 21-9-1920.  
 N. 230972 — La stessa: Perfezionamenti nei motori elettrici gradualmente. - 28-5-1924.  
 N. 196323 — VOULGRE A. D. J. A.: Exhausteur de courant électrique. - 25-3-1921.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 196324 — Lo stesso: Dispositif permettant de transformer des ondes lumineuses et infra-rouges ou ultra-violettes en ondes électriques. - 25-3-21.  
 N. 204045 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Installation téléphonique pour bureau privé annexe. - 25-10-1921.  
 N. 210343 — La stessa: Perfectionnements apportés aux appareils commutateurs sélecteurs automatiques. - 22-5-1922.  
 N. 147235 — ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Dispositivo per la regolazione dello spostamento di fase fra il campo della corrente principale e il campo della tensione di un contatore Ferraris. - 27-1-1925 (Cpl).  
 N. 198328 — BADERNA A.: Valvola di sicurezza a spia per apparecchi elettrici. - 28-4-1921 (Cpl).  
 N. 168390 — BROWN BOVERI & C. A. G.: Disposizione dell'avvolgimento del rotore di macchine elettriche. - 31-7-1918 (Cpl).  
 N. 199579 — CALDERARA M.: Attrezzamento per la rinnovazione e trasformazione delle lampade elettriche ad incandescenza. - 25-6-1921 (Cpl).  
 N. 202713 — COMPAGNIA GENERALE D'ELETTRICITÀ: Sistema di trasmissione e di recupero di energia elettrica. - 9-9-1921 (Cpl).  
 N. 200165 — LODIGIANI B.: Innovazione nelle valvole di sicurezza per condutture elettriche. - 2-6-1921 (Cpl).  
 N. 207887 — MARTIGNONI L.: Nuovo accumulatore leggero economico. - 23-2-1922 (Cpl).  
 N. 207363 — PEREGO A.: Station radiotéléphonique et radiotélégraphiques réceptrice et transmettante. - 25-2-1922 (Cpl).  
 N. 204685 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRANKTER HAFTUNG: Disposizione per regolare il funzionamento di centrali comprendenti parecchie unità (trasformatori, gruppi di macchine o simili). - 12-11-1921 (Cpl).  
 N. 191820 — TOSI F. (Soc. An.): Interruttore di circuito. - 12-10-1920 (Cpl).  
 N. 202216 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfectionnements apportés aux filtres d'ondes électriques. - 9-9-1921 (Cpl).  
 N. 205988 — La stessa: Perfezionamenti nei nuclei per rocchetti d'induzione magneti e simili. - 20-12-1921 (Cpl).  
 N. 210326 — La stessa: Perfezionamenti nei nuclei per rocchetti d'induzione magneti e simili. - 20-5-1921 (Cpl).  
 N. 226013 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Dispositivo per la misura di energia sonora o delle grandezze elettriche che la determinano. - 10-11-23.  
 N. 204435 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRANKTER HAFTUNG: Disposizione per la misura o la regolazione della velocità di una macchina. - 15-10-1921 (Cpl).  
 N. 231235 — BAUMANN C.: Paralume montabile e smontabile. - 6-6-1924.  
 N. 206930 — BOSCH R.: Bâti pour le groupement d'un appareil d'allumage et d'une machine d'éclairage. - 26-1-1922.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI NAPOLI.

La Sezione di Napoli dell'A. E. I. ha stabilito in bilancio per l'anno 1927 la somma di L. 2000 per N. 2 premi di L. 1000 cadauno da assegnarsi a quei giovani soci della Sezione, i quali nell'anno 1927 presentino le migliori memorie su argomenti di Elettrotecnica o all'Elettrotecnica attinenti.

Per l'assegnazione dei detti premi verranno seguite le condizioni stabilite dal Regolamento speciale per i premi ai giovani ingegneri, approvato dall'assemblea generale dei soci, e del quale ciascuno può prendere visione presso la Segreteria della Sezione di Napoli dell'A. E. I., in via Chiaia, 216, che è aperta ai signori Soci tutte le sere dalle ore 18 alle ore 21.

\* \*

### Necrologio

Il mese di marzo ha segnato la dolorosa dipartita di due antichi e valorosi soci della Sezione di Napoli a tutti assai cari: Colleghi

**Ing. RICCARDO FAGO ed Ing. CARLO FERRARI.**

Nel darne alla Famiglia elettrotecnica italiana il triste annunzio, dirò che del primo erano note la costante operosità e la bontà che rimetteva sempre in ogni sua azione, esempio ammirevole ai suoi subordinati nel suo lungo servizio presso la Società Generale di Illuminazione; del secondo, del quale ancora ricordiamo la recente brillante conferenza sui «dispositivi per migliorare la stabilità delle linee ad altissima tensione» sintesi ammirevole del suo lavoro fecondo nella lontana America per la Società Meridionale di Eletticità, la sua fine così impreveduta ci ha lasciati tutti sgomenti.

Accompagna i due illustri scomparsi il rimpianto ed il cordoglio unanime di tutti i Colleghi della Sezione di Napoli.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *L'Annuario A. E. I. 1927 e le Norme.*

Si è iniziata in questi giorni la distribuzione dell'Annuario 1927. La pubblicazione fu ritardata, com'è noto, per potervi inserire le varie Norme nelle loro nuove edizioni, secondo la deliberazione presa a Brescia lo scorso settembre: il che obbligò ad attendere la riunione primaverile del Consiglio Generale, anticipata per l'occasione alla fine di febbraio.

L'Annuario, pure modellandosi sui precedenti, presenta parecchie migliorie di forma e di sostanza ed è destinato a diventare sempre più un volume di ordinaria consultazione da parte dei soci, man mano che questi impareranno a conoscerlo e ad apprezzarlo. Sono parecchi infatti i consoci che, negli scorsi anni, non si sono neppure curati di ritirare l'Annuario! Si ricorda in proposito che la divulgazione del volume è affidata alle singole Sezioni, dato che l'invio, per posta, ai singoli soci da parte dell'Ufficio Centrale, graverebbe troppo sul bilancio sociale. Pure riconoscendo che sarebbe augurabile di poter in avvenire superare questa piccola difficoltà, si vorrà ammettere che non si pretende dai singoli soci uno sforzo eccessivo, lasciando ad essi la cura di ritirare o di farsi spedire l'Annuario dalle rispettive Sezioni: il valore del volume vale bene questo piccolo disturbo!

Per quanto riguarda il contenuto tecnico dell'Annuario, esso è costituito prevalentemente dalle Norme, per le macchine, per gli impianti ordinari e di bordo, per gli isolatori, per gli olii, alle quali si sono aggiunte quest'anno quelle del Comitato d'Illuminazione.

Non per tutte le Norme la revisione potè essere condotta a termine in tempo utile, ed in particolare per gli impianti si è finito col riprodurre provvisoriamente il vecchio testo; ma, per contro, le Norme macchine sono state modificate quasi radicalmente nella forma ed hanno subito importanti ritocchi anche nella sostanza. L'argomento merita di essere trattato con maggior ampiezza di quanto non sia consentito in queste note, e lo riprenderemo in un prossimo numero; ma intanto vogliamo ricordare ai consoci, che secondo le recenti deliberazioni del Consiglio Generale, da questo momento comincia di fatto il periodo di una nuova revisione generale di tutte le Norme; le quali devono formare, nella futura edizione, un blocco veramente organico e per quanto possibile perfetto e completo, tale da raccogliere i suffragi di tutti e di imporsi veramente nella tecnica, per il suo valore intrinseco, oltre che per l'autorità del sodalizio che lo emana. Per quest'opera di perfezionamento occorre evidentemente la cordiale collaborazione di tutti gli interessati, e noi rivolgiamo esplicito invito a tutti i consoci, perchè ci inviino osservazioni, critiche, consigli, che potranno formare oggetto di interessanti discussioni nella Rivista e forniranno materia preziosa pel Comitato Elettrotecnico che dovrà definitivamente vagliarli.

Pensiamo che anche presso le varie Sezioni dell'A. E. I. si dovrebbero dedicare alcune riunioni per illustrare e discutere le Norme, in modo da richiamare sempre più su di esse l'attenzione di tutti i consoci.

Solo così le Norme dell'A. E. I. potranno vittoriosamente affermarsi, e non solamente nei confini d'Italia, come quelle di altri Paesi che su tale via hanno potuto precedere il nostro.

### *La Riunione Annuale a Como.*

Per quanto in queste note si sia ripetutamente ed esplicitamente ricordato che la XXXII<sup>a</sup> Riunione sociale si terrà a Como nella prima decade di ottobre, crediamo opportuno rilevare un errore incorso nel verbale del Consiglio Generale, pubblicato nel numero del 5 aprile u. s., dove, nel programma del Congresso si parla ripetutamente ed erroneamente di settembre. Cadrà in settembre la riunione della Commissione Internazionale, della quale speriamo di poter dare presto positive notizie; ma il Congresso sociale sarà in ottobre.

Approfittiamo dell'occasione per raccomandare ancora una volta ai colleghi che intendono presentare memorie o relazioni, di affrettare i loro lavori, per poterli pubblicare con quel margine di tempo necessario allo sviluppo di una interessante e conclusiva discussione.

### *L'attrito nei sopporti secondo le moderne vedute.*

Pensiamo che molti colleghi, leggendo l'interessante memoria presentata dall'Ing. RATTI alla Sezione di Milano, avranno la sensazione precisa di come cammini la tecnica. Se v'era un campo in cui, a giudicare un po' superficialmente le cose, si poteva pensare che ormai, e da tempo, fosse stato detto tutto, quello era proprio il campo degli ordinari sopporti, portanti o di spinta, usati in qualsiasi macchina ruotante.

E una siffatta convinzione avrebbe anche potuto essere giustificata dal fatto che qualche autorevole manuale di ingegneria continua da anni a riprodurre, sui sopporti, gli stessi dati e le stesse formule, ed anche da quello che tuttora si insegna in talune delle nostre Scuole di Ingegneria.

Invece — come lucidamente ci insegna l'Ing. Ratti — quella che si potrebbe chiamare la teoria idrodinamica della lubrificazione, ha, sotto alcuni aspetti, completamente capovolti i criteri « classici » in materia; mostrando l'erroneità di molti sistemi e di molti procedimenti che sono sempre andati per la maggiore. I costruttori hanno naturalmente subito fatto tesoro delle nuove vedute — nuove anche se di fatto risalgono a studi e ricerche vecchie di parecchi lustri — e noi dobbiamo essere grati all'Ing. RATTI, un costruttore nel più nobile senso della parola, di aver voluto illustrare ai nostri lettori un argomento di così grande interesse per qualsiasi ingegnere.

### *Progressi nelle Centrali termoelettriche.*

Dei progressi veramente prodigiosi compiuti in quest'ultimo decennio nelle centrali termoelettriche ci siamo più volte occupati e dovremo certamente occuparci ancora. Segnaliamo intanto due scritti in argomento, contenuti in questo fascicolo: uno dell'Ing. PAVONE il quale tratta di alcuni sistemi recenti di governo automatico delle caldaie, l'altro dell'Ing. R. POHL; sui moderni alternatori da accoppiarsi alle turbine a vapore, che abbiamo creduto interessante riassumere dalla consorella E. T. Z.

LA REDAZIONE.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.**



# SUPPORTI E LUBRIFICAZIONE ALLO STATO ATTUALE DELLA TEORIA E DELLA PRATICA

N. RATTI



Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano  
il 12 aprile 1927

1. — Le brevi note che seguono, pur riflettendo un argomento di carattere speciale e di interesse limitato per tutti coloro che non si occupano in modo particolare di costruzioni meccaniche, trovano qualche giustificazione della loro pubblicazione in questa Rivista nel fatto che, indubbiamente, i supporti sono da annoverare fra gli organi meccanici più importanti e più delicati del macchinario rotante in genere, del grosso macchinario rotante moderno in specie.

Le idee tuttora prevalenti presso la grande maggioranza dei tecnici, in fatto di supporti, sono conformi alla trattazione che di essi, da molti anni ed ancora oggi, viene fatta nei manuali di ingegneria e nei trattati di costruzione meccanica.

In vano si cercherebbe in questi libri una vera teoria dei supporti: essi si limitano a fornire alcuni dati ed alcune norme che dovrebbero servire a stabilirne le dimensioni in modo che essi possano portare il carico di funzionamento senza eccessivo consumo dei cuscinetti e senza eccessivo riscaldamento. Per soddisfare alla prima condizione si consiglia di scegliere un valore conveniente della pressione specifica  $p$  (kg per  $\text{cm}^2$  di superficie portante); per soddisfare alla seconda, si consiglia la regola proposta da Zeuner, la famosa regola del  $p \cdot v$  ( $v$  velocità periferica in m), generalmente considerata come la pietra di paragone per giudicare il grado di sicurezza di un supporto.

Chi voglia applicare queste regole, senza il sussidio di dati sperimentali propri, si trova subito molto perplesso per il fatto che, sempre secondo i manuali,  $p$  può essere scelto fra 5 e 150  $\text{kg/cm}^2$  e  $p \cdot v$  può variare da 10 a 100  $\text{kg/m} \cdot \text{sec}$ . ed oltre. Non occorre di più per dimostrare come, effettivamente, tali regole lascino il calcolo di un supporto completamente all'arbitrio del costruttore.

Un'altra osservazione, che si può fare in proposito, è che le regole accennate non tengono alcun conto del lubrificante la cui funzione è pure da tutti riconosciuta importantissima.

Il permanere di questo stato di incertezza e di empirismo, in un argomento così importante, può sembrare strano, tanto più se si riflette che gli studi profondi fatti da fisici, matematici e sperimentatori valentissimi, durante l'ultimo quarantennio, sul fenomeno della lubrificazione, hanno fornito gli elementi necessari per impostare il problema dei supporti su basi strettamente scientifiche e per formulare una teoria, corroborata da numerose accuratissime esperienze, che porta quasi sempre a conclusioni diametralmente opposte a quelle che si possono dedurre seguendo le vecchie concezioni.

Lo scopo di queste note è appunto di far conoscere le linee fondamentali di queste teorie e di accennare sommariamente alla loro applicazione al calcolo dei supporti.

2. *Cenni storici.* — Gli studi, su base scientifica, della lubrificazione ebbero inizio nel 1883 colla pubblicazione della teoria del Petroff, venuta però a conoscenza generale solo nel 1887, quando cioè essa fu tradotta dal russo in tedesco, e colle celebri esperienze di Beauchamp Tower i cui risultati sensazionali attirarono l'attenzione degli studiosi dell'epoca. Il Tower, che si era proposto di determinare l'attrito nei supporti del tipo in uso nei carri ferroviari, per circostanze del tutto fortuite, si trovò in grado di rilevare dati e di osservare fenomeni in piena contraddizione colle cognizioni che allora si avevano in fatto di lubrificazione.

Le risultanze delle esperienze del Tower, analizzate da Osborne Reynolds, portarono quest'ultimo a formulare la sua « Teoria idrodinamica della lubrificazione », presentata nel 1885 alla Royal Society di Londra: lavoro di capitale importanza, che costituì la base di tutti i successivi sviluppi. Seguirono le esperienze di Stribek e di Lasche e gli studi teorici del Sommerfeld. Nel 1905 il Michell, dopo avere estesa la teoria di Osborne Reynolds, ne applicava i principi al perno di spinta che porta il suo nome.

Negli anni successivi gli studiosi divennero legione: basta ricordare fra coloro che più si occuparono della parte teorica, i nomi di Lord Rayleigh, Harrison, Martin, Gumbel, e fra gli sperimentatori quelli di Kingsbury, Goodman, Hardy, Stanton, Hele Shaw; nè vanno dimenticate le esperienze, eseguite nel 1917, nei laboratori della Brown Boveri, per cura di Freudenreich.

Fervono tuttora studi e discussioni su questioni di dettaglio e sulle risultanze di sempre più precise esperienze, ma la teoria della lubrificazione, quale venne esposta da O. Reynolds, è ormai diventata classica e da tutti considerata come pienamente corrispondente alla realtà dei fatti.

3. *Le nuove concezioni sull'attrito fra superfici solide in movimento.* — L'attrito è stato per molto tempo considerato come un fenomeno unico nella sua essenza e soggetto ad un'unica legge. A parte la distinzione fra *attrito radente* ed *attrito volvente*, l'idea di attrito, legata a quella di stato fisico delle superfici a contatto, colle proprietà inerenti di ruvidezza, durezza, struttura micrografica, non poteva disgiungersi da quella di sfregamento ed abrasione delle superfici stesse. Sola legge dell'attrito conosciuta era quella di Coulomb, secondo la quale la resistenza  $R$ , che si oppone al movimento relativo di due superfici premute fra di loro da una forza  $P$ , è data dalla relazione:

$$R = \mu P$$

nella quale  $\mu$  è il coefficiente sperimentale di attrito, ritenuto indipendente dal valore della pressione, dalla estensione della superficie, dalla velocità del movimento.

Secondo le moderne vedute, il fenomeno dell'attrito ha leggi differenti a seconda delle circostanze nelle quali si effettua la lubrificazione. Leggi precise ci sono note però in due soli casi e cioè in quello dell'attrito fra superfici secche e in quello dell'attrito fra superfici perfettamente lubrificate, che si ritengono cioè completamente separate da uno straterello di lubrificante. Nel primo caso, al quale possiamo conservare la denominazione di *attrito radente*, vale con sufficiente approssimazione la legge di Coulomb, nel secondo caso, che denomineremo di *attrito fluente*, vale la legge della resistenza idrodinamica.

Fra questi due casi estremi, si possono immaginare infiniti stati intermedi di attrito che seguono leggi ancora non precisate e che si possono grossolanamente caratterizzare colle denominazioni di *attrito semiradente* e *attrito semifluente*, a seconda che prevalgono i caratteri propri dell'uno o dell'altro caso estremo.

Nello stato di attrito fluente, essendo escluso qualunque contatto metallico fra le superfici, non si verifica alcuna abrasione di materiale, mentre un consumo più o meno importante delle superfici stesse è inevitabile in tutte le altre condizioni di attrito.

Volendo caratterizzare i diversi stati di attrito con un valore medio approssimativo del coefficiente  $\mu$ , inteso non più come funzione dipendente dallo stato fisico delle superfici, ma come semplice rapporto numerico fra  $R$  e  $P$ ,  $\mu = \frac{R}{P}$ , avremo:

Stato di attrito	radente	semiradente	semifluente	fluente
$\mu = \sim$	0,30	0,1	0,03	0,002

Come si vede, l'attrito fluente presenta l'importantissimo vantaggio della minima resistenza, oltre quello dell'assenza di ogni logorio delle superfici.

4. *L'attrito idrodinamico e la teoria idrodinamica della lubrificazione.* — Si abbiano due superfici piane e parallele  $AB$ ,

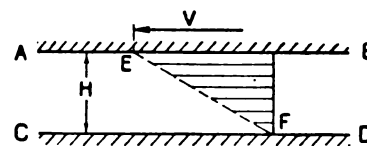


Fig. 1.

$CD$  (fig. 1), situate ad una distanza  $H$  una dall'altra e si supponga che fra esse sia contenuto un liquido dotato di potere adesivo. Se il piano  $AB$  si sposta con velocità  $V$ , rispetto a quello  $CD$ , il liquido si metterà in movimento, essendo che le particelle aderenti ad  $AB$ , trascinate con velocità  $V$ , comunicheranno il movimento alle particelle degli strati sottostanti, le quali si moveranno con velocità decrescente fino a zero in corrispondenza del piano fisso  $CD$ , come indicato dalla linea  $EF$ .

La resistenza che si oppone al movimento sarà evidente-

mente la somma degli sforzi occorrenti per produrre lo scorrimento relativo degli strati liquidi, ossia la resistenza per attrito idrodinamico che, in regime di movimento laminare, è data dalla equazione di Newton:

$$R = \eta \cdot S \cdot \frac{dV}{dH} \quad (1)$$

nella quale  $\eta$  è il valore della viscosità assoluta del liquido ed  $S$  l'area della superficie in movimento. Il quoziente differenziale  $\frac{dV}{dH}$  dicesi gradiente di velocità. In regime di attrito fluente la resistenza dipende adunque dalla viscosità del lubrificante, dall'area della superficie lubrificata e dal gradiente di velocità.

Immaginiamo ora che i due piani siano soggetti ad una pressione  $P$ , che tende ad avvicinarli e che uno di essi abbia lunghezza finita (fig. 2); l'esperienza dimostra che, se le superfici

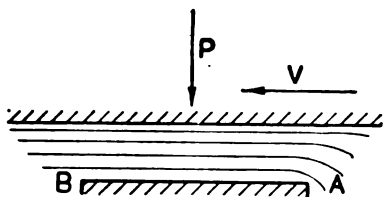


Fig. 2

sono parallele, non è possibile che il lubrificante mantenga uno spessore tale da assicurare uno stato di attrito fluente: la quantità di olio che entra in A, essendo uguale alla quantità che esce in B, non basta a sopperire alle fughe laterali, così che i due piani tendono ad avvicinarsi e ben presto vengono a trovarsi a contatto.

Avremo quindi, nella migliore ipotesi, uno stato di attrito semifluente.

La condizione indispensabile per realizzare lo stato di attrito fluente è che le due superfici siano fra loro inclinate e convergenti rispetto alla direzione del movimento, come indicato

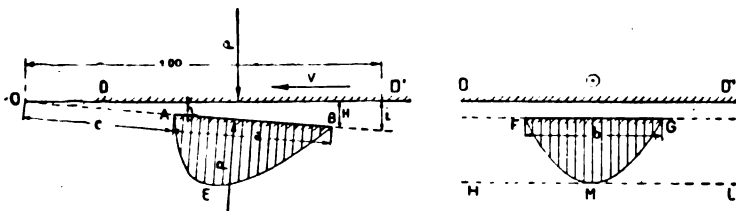


Fig. 3.

nella fig. 3. In questo caso l'olio, che entra in B dove la distanza fra i due piani  $H$  è massima, trova sezioni sempre decrescenti, vi si accumula e, nonostante le fughe laterali, vi assume pressioni crescenti da zero ad un massimo e decrescenti a zero in A, dove la distanza  $h$  è minima, con un andamento quale è indicato nella curva  $AEB$ . Quando la risultante di queste pressioni sia uguale al carico  $P$  che tende ad avvicinare le due superfici, queste non potranno più avvicinarsi ulteriormente e resteranno separate da uno strato cuneiforme di lubrificante che avrà come minimo spessore  $h$ . E' evidente che, se noi consideriamo anche il lato  $b$  della superficie portante, supposta rettangolare, vediamo che, anche lungo i lati  $F$  e  $G$ , situati nella direzione del movimento, la pressione deve ridursi a zero, secondo una curva  $FMC$  che sarà diversa per ogni elemento del lato  $AB$ . Il diagramma delle pressioni sulla superficie portante è quindi una superficie a tre dimensioni di forma alquanto complessa. La fig. 4 è la rappresentazione grafica, mediante curve di livello, del diagramma delle pressioni su una superficie quadrata, supposto  $H = 2h$ ; non sono indicati valori delle pressioni perchè questi variano a seconda delle circostanze; l'equidistanza rappresenta un aumento percentuale costante della pressione, partendo da 0 alla periferia.

Il punto segnato con asterisco è il centro di pressione, situato a  $\frac{6}{10}$  del lato, partendo dallo spigolo di entrata.

La fig. 5 riproduce fotograficamente il fenomeno ed è stata ottenuta da Hele Shaw, attraverso superfici trasparenti, usando l'artificio di introdurre sostanze colorate per rendere visibile l'andamento dei filetti. Essa mostra in modo evidente il flusso dell'olio per una superficie rettangolare, colle perdite laterali e l'appiattimento a ventaglio dei filetti verso l'uscita.

Le pressioni che si generano nello strato d'olio possono essere elevatissime e salire a parecchie centinaia di atmosfere. Che tali pressioni possano sussistere in uno spazio aperto su quattro lati non deve far meraviglia perchè si tratta sempre di spessori piccolissimi in confronto alla estensione delle superfici e ci troviamo quindi nel campo dei fenomeni capillari.

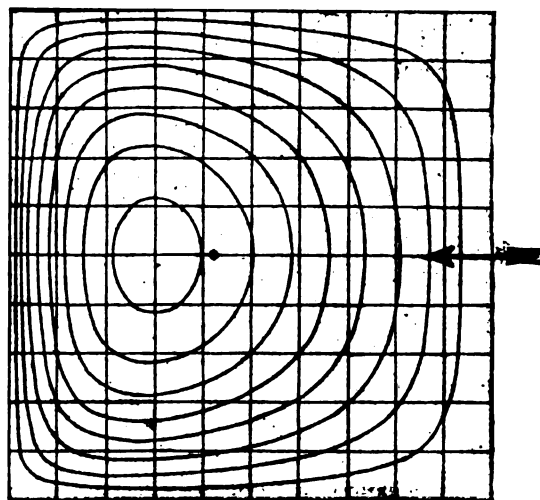


Fig. 4.

Osborne Reynolds (1) ha, per primo, calcolata la condizione di equilibrio del sistema rappresentato dalla fig. 3, supponendo però che il lato  $b$  della superficie portante fosse di lunghezza infinita, così da poter ritenere nulle le perdite laterali. In questo caso la curva delle pressioni  $FMC$  diventa la retta  $HML$ . Indicando con  $P_1$  la pressione su una striscia di piano portante larga 1 cm, l'equazione di equilibrio è

$$P_1 = \frac{\eta \cdot V \cdot a^3 \cdot \Phi}{h^3} \quad (2)$$

nella quale  $\Phi$  è un coefficiente dipendente dall'angolo d'inclinazione delle due superfici ed  $a$ , come risulta dalla figura, la lunghezza del piano portante nel senso del movimento. Reynolds ha poi dimostrato che  $P_1$  è massimo quando  $H = 2h$  e che, se tutte le grandezze si esprimono nel sistema C. G. S.,  $\Phi = 0,159$ .

Se l'equazione si divide per  $a$ , si ottiene la pressione media  $p$  per  $\text{cm}^2$  di superficie che, sempre nel caso  $b = \infty$ , si estende a tutta la superficie portante

$$p = \frac{\eta \cdot V \cdot a \cdot \Phi}{h^3} \quad (3)$$

Ritroviamo quindi  $p$ , pressione specifica delle vecchie formule, ma non più come valore arbitrario a scelta del costruttore, bensì come valore definito dalle condizioni di funzionamento.

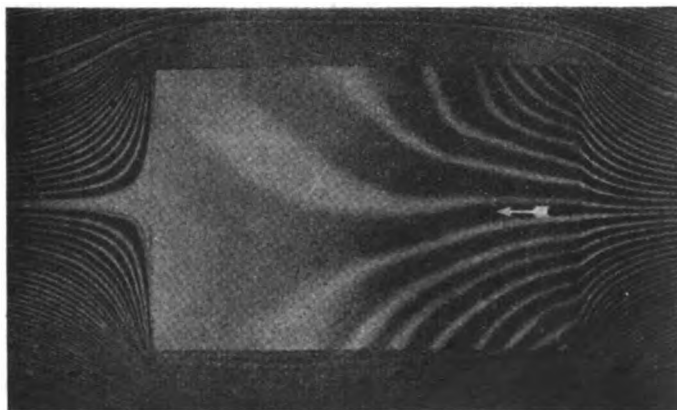


Fig. 5.

L'equazione di Reynolds risolve il problema nel modo più generale e completo: gli studiosi che seguirono ebbero specialmente di mira di estenderne l'applicazione ai casi pratici nei quali la larghezza  $b$  ha un valore finito. Primo fra tutti il

(1) O. REYNOLDS. — *Scientific Papers*, vol. III, pag. 265.



Michell che, in una memoria del 1905, nella Zeitschrift für Mathematik und Physik, indicava le formule per superfici limitate, esprimendone però i lati con multipli di  $\pi$  (ad esempio il quadrato  $\pi \times \pi$ ).

Solo nel 1923 riusciva al Boswall di dedurre le equazioni per un quadrato in funzione del lato.

Più che la risoluzione matematicamente esatta di ogni caso particolare, interessano praticamente formule, anche solo approssimate, ma di facile applicazione. Queste si possono facilmente ricavare dalla equazione fondamentale di Osborne Reynolds, introducendo un coefficiente di correzione per tener conto della lunghezza finita del lato  $b$ . Fra le molte che sono state proposte una delle più convenienti è la seguente: <sup>(2)</sup>

$$p = \frac{\eta \cdot V}{a \cdot i^2} \cdot \frac{b}{a+b} \quad (4)$$

nella quale  $i$  è la pendenza riferita all'unità di lunghezza,  $\eta$  un coefficiente da scegliere nella tabellina qui sotto, a seconda del valore del rapporto  $\frac{c}{a}$  (v. fig. 3) e  $\frac{b}{a+b}$  il fattore di correzione per  $b$  di misura finita.

$\frac{c}{a}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$\eta$	4,46	2,22	1,35	0,85	0,6	0,42	0,32	0,26

La lunghezza  $c$  del vertice del cuneo e la pendenza  $i$  fissano geometricamente tutte le possibili posizioni del piano  $AB$ , mentre gli spessori dello strato lubrificante si hanno dalle semplici relazioni:

$$h = ic \quad c = \frac{h}{i} \quad H = i(c + a) \quad \text{ecc.}$$

I valori di  $\eta$ , indicati nella tabella, sono calcolati nel sistema kg. m. sec. quindi, nell'usare la formula (4), tutte le misure dovranno essere espresse in metri ed il valore di  $p$  sarà in kg. per m<sup>2</sup>.

Per calcoli di orientamento, può essere utile avere sotto-mano una formula ancora più semplice, riferita a valori particolari di  $h$  ed  $i$  ad esempio  $i = 0.005$  ( $5 \text{ }^\circ/\text{cm}$ ) e  $h = 0.00001$  ( $\frac{1}{100} \text{ mm}$ ), dalla quale si ricava un valore di  $p$  da considerarsi come un massimo fra quelli praticamente raggiungibili:

$$p_{\max} = 12 \cdot \eta \cdot V \cdot a \cdot \text{kg/cm}^2 \quad (5)$$

che dà la pressione specifica in kg/cm<sup>2</sup> quando  $a$  sia espresso in mm,  $V$  in m e  $\eta$  in kg/m<sup>2</sup>sec.

La teoria dà il modo di calcolare anche il valore del coefficiente di attrito  $\mu$  e, per conseguenza, il valore della resistenza, del lavoro di attrito ed infine il numero di calorie sviluppate in un dato tempo.

Una formula che serve a calcolare il valore medio di  $\mu$  con sufficiente approssimazione nella maggioranza dei casi pratici è:

$$\mu = 3.5 \sqrt{\frac{\eta \cdot V}{p \cdot a}} \quad (6)$$

5. La viscosità, i viscosimetri; proprietà particolari degli oli lubrificanti. — Prima di procedere oltre conviene precisare il significato della grandezza  $\eta$ , cioè della viscosità assoluta, elemento essenziale nella teoria ora accennata.

Se nell'equazione (1) poniamo  $S = 1$   $\frac{dV}{dH} = 1$  abbiamo

$$R = \eta$$

$\eta$  è dunque misurata da una forza: la forza che bisogna esercitare per spostare, colla unità di velocità, una unità di superficie mobile situata alla unità di distanza da una superficie fissa; essa rappresenta in certo qual modo, la resistenza al taglio dei liquidi. Se, in conformità alla decisione presa nel 1923 dalla British Engineering Standard Association, si adotta il sistema C. G. S., l'unità di viscosità assoluta è lo sforzo in dine occorrente per spostare, colla velocità di 1 cm. al sec., 1 cm<sup>2</sup> di superficie liquida situata ad 1 cm. di distanza da una superficie fissa. A questa unità di viscosità si è dato il nome di Poise (dal nome di Poiseuille). Sottomultiplo il Centipoise = 0,01 Poise.

Se invece, come altri preferiscono, si adotta il sistema kg/m<sup>2</sup>sec. l'unità di viscosità assoluta è lo sforzo in kg occorrente per spostare, colla velocità di 1 m., 1 m<sup>2</sup> di superficie situata ad 1 m. di distanza da una superficie fissa. Il rapporto numerico (non di grandezza) fra la viscosità in Poise e quella espressa nel sistema kg. m<sup>2</sup> sec. è 98.1

$$\eta \text{ kg/m}^2\text{sec.} = \frac{\eta \text{ Poise}}{98.1}$$

L'unità di viscosità in kg/m<sup>2</sup>sec. corrisponde a 981.000 Poise.

I viscosimetri sono notoriamente gli strumenti che servono a misurare la viscosità dei liquidi: quelli usati nei laboratori sono generalmente ad efflusso: la viscosità si deduce dal tempo impiegato da un determinato volume del liquido da sperimentare, per effluire, in determinate condizioni, da un tubo capillare di dimensioni pure determinate. In Inghilterra si usa il viscosimetro di Redwood, in America quello di Saybolt, da noi si preferisce quello di Engler. Il tubetto misuratore di quest'ultimo è lungo 20 mm. ed ha diametro di 2.4 mm. in alto e 2.8 mm. in basso: all'inizio dell'esperienza la distanza fra l'estremità inferiore del tubetto ed il pelo liquido nel recipiente deve essere di 52 mm. Misurato il tempo occorrente per far effluire 200 cm<sup>3</sup> di liquido, lo si divide per il tempo occorrente per far effluire, dallo stesso apparecchio, 200 cm<sup>3</sup> di acqua distillata a 20° C. (circa 50 sec.): il quoziente è la viscosità in gradi Engler. Il procedimento per dedurre dalla viscosità espressa in gradi Engler il valore della viscosità assoluta, è abbastanza complicato, dovendosi tener conto del peso specifico del liquido e di diversi fattori di correzione. Per i casi della pratica, supposto 0.9 il peso specifico medio degli oli lubrificanti, si possono usare le formule approssimate

$$\eta = \frac{\sqrt[1.2]{E^0 - 1}}{970} \quad (7) \quad \text{per viscosità fino a } 6^\circ \text{ Engler}$$

$$\eta = \frac{E^0}{1490} \quad (8) \quad \text{» » superiori a } 6^\circ \text{ Engler}$$

Per misure di carattere industriale vi sono altri tipi di viscosimetri: notevole per la sua praticità e semplicità quello ideato dal Michell (fig. 6) che consiste in una coppa emisfe-

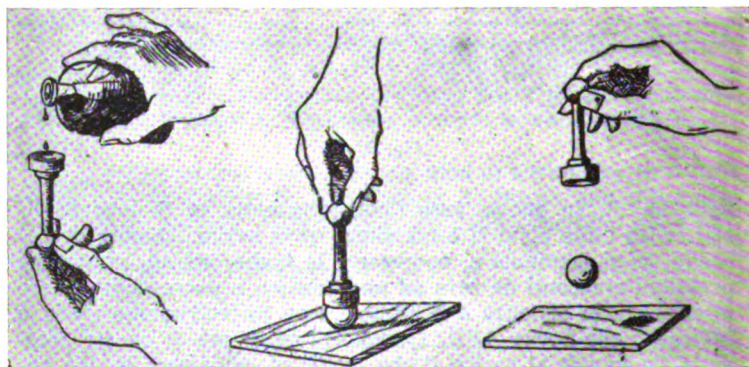


Fig. 6.

rica nella quale può trovare posto, con piccolissimo gioco, una sfera metallica. Riempito tale gioco con una certa quantità di olio e capovolto l'apparecchio, si misura il tempo occorrente al distacco della sfera: questo tempo, moltiplicato per la costante dell'istrumento, dà il valore assoluto della viscosità. <sup>(3)</sup>

La viscosità degli oli diminuisce rapidamente coll'aumentare della temperatura: la fig. 7 dà la curva della viscosità di un olio pesante per macchine in funzione della temperatura. Ogni olio ha la sua curva caratteristica che interessa di cono-

<sup>(3)</sup> Il modo di funzionare è il seguente. Affinchè la sfera possa staccarsi, sotto l'azione della gravità, occorre che l'olio compreso fra la sfera stessa e la periferia della coppa si porti in alto, verso la sommità della cupola, ove lo spazio libero tende ad aumentare più rapidamente. La velocità, colla quale avviene lo spostamento dell'olio, dipende dalla viscosità quindi anche il tempo occorrente perchè una quantità sufficiente di olio si raccolga alla sommità e l'aderenza della sfera diminuisca fino al punto da permetterne la caduta, può essere assunto come misura della viscosità.

Adoperato colle volute cautele, il viscosimetro di Michell dà risultati di esattezza non minore di quelli che si ottengono cogli strumenti più perfetti.

<sup>(2)</sup> V. E. PFALZ. — Grundzüge der Schmierotechnik — Ed. Julius Springer - Berlin, 1926.



scere per sapere quale sarà la viscosità nelle condizioni effettive di funzionamento del supporto. L'equazione della curva ha la forma  $\eta = \frac{m}{T^n}$  (9) dove  $m$  ed  $n$  sono numeri caratteristici per ogni qualità di olio. Per molti oli minerali usati nelle macchine si può ritenere  $n = 2.6$ .

E' tuttora molto dibattuta la questione se la viscosità sia la sola proprietà interessante agli effetti della lubrificazione: qualche autore sostiene che abbia maggiore importanza l'untuosità (ingl. oiliness), qualità poco definita che si vorrebbe mettere in relazione col potere adesivo e diffusivo dei lubrificanti rispetto alle superfici metalliche. E' certo che un liquido viscoso, ma non untuoso (come la glicerina) non serve come lubrificante, ma è pur vero che i calcoli fatti col sussidio delle formule nelle quali si tien conto della sola viscosità, trovano conferma più che soddisfacente nei risultati sperimentali.

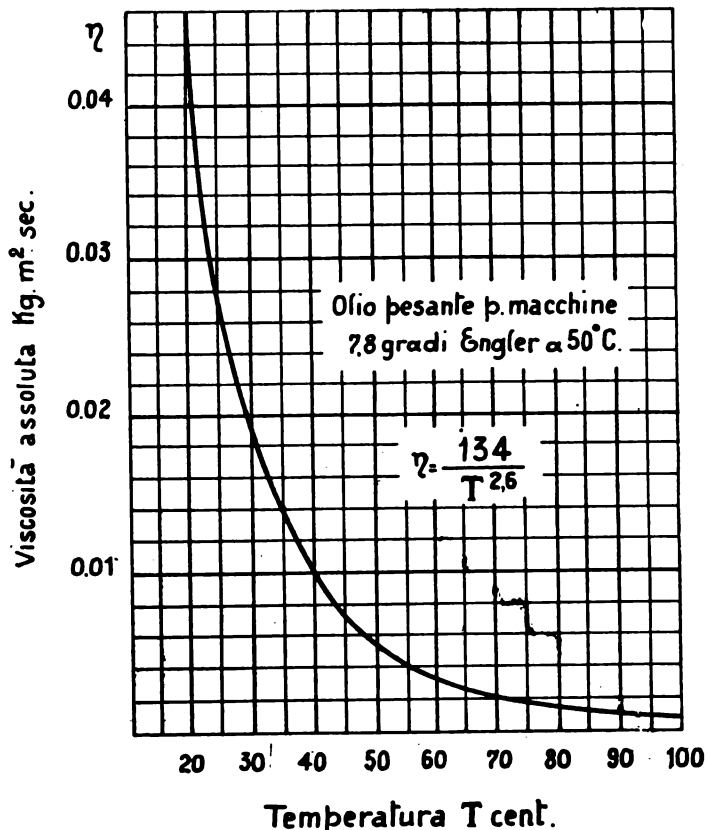


Fig. 7.

Accennerò infine ad una proprietà degli oli recentemente osservata da esperimentatori americani quella cioè che la viscosità aumenta colla pressione: sembra che, per alcune qualità di olio, l'aumento della viscosità, a temperatura costante, possa essere del 50 %, alla pressione di 200 atmosfere.

6. *Applicazione della teoria ai supporti di spinta. - Il supporto Michell e derivati.* — La teoria già esposta della lubrificazione fra superfici piane si applica direttamente ai perni di spinta.

Assumendo per  $V$  il valore della velocità periferica media delle ralle, si calcolerà l'area  $S$  delle superfici portanti in modo che siano soddisfatte tanto l'equazione

$$p = \frac{P}{S}$$

come l'equazione di equilibrio idrodinamico (4) o quanto meno la (5), il che si ottiene facilmente per approssimazioni successive.

Per avere la lubrificazione perfetta basterà che una delle ralle (non importa se quella fissa o quella mobile) invece di avere superficie piana, sia costituita da una successione di superfici inclinate (fig. 8) aventi complessivamente l'area  $S$  calcolata. Si è però già visto che l'inclinazione dei piani è piccolissima e che lo spessore minimo dello strato d'olio si misura a centesimi di millimetro ed è quindi facile immaginare che la lavorazione di una ralla, colla forma voluta e colla precisione necessaria, è tutt'altro che agevole a farsi, sia pure coi mezzi più perfetti dei quali dispone oggi la lavorazione meccanica.

Aggiungasi che, se i piani portanti sono rigidi, qualunque errore di apprezzamento, quale ad esempio può facilmente verificarsi nello stabilire il valore della viscosità, si ripercuote in modo dannoso sul funzionamento.

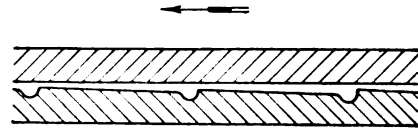


Fig. 8.

L'australiano Michell, tipo veramente geniale di studioso e di inventore che, come già detto, fu uno dei pionieri in materia, risolse queste difficoltà in modo tanto semplice quanto radicale: egli pensò cioè di dividere la ralla fissa in tanti segmenti distinti, appoggiati ognuno su uno spigolo, in corrispondenza al centro di pressione, liberi quindi di assumere automaticamente l'inclinazione richiesta dalle condizioni di funzionamento (fig. 9). Con questo ingegnoso artificio la maggior parte delle difficoltà esecutive sono eliminate ed eventuali errori di calcolo automaticamente compensati.

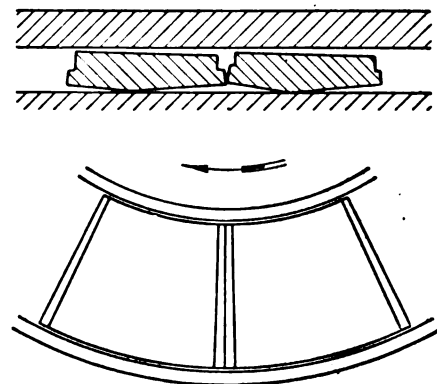


Fig. 9.

Il supporto di spinta Michell, già concretato nel 1905 colla mira precipua di applicarlo agli alberi di propulsione delle navi, in sostituzione dei supporti a pettine, tanto ingombranti e fastidiosi, non ebbe dapprima grande fortuna.

I costruttori navali inglesi, ai quali venne proposto, trovarono l'idea così rivoluzionaria da non essere affatto tentati di farne la prova: fu solo nel 1912 che la ditta Cammel Laird decise di applicarlo ad una nave a turbina per le linee del Sud America. Il successo del primo viaggio fu tale da dissipare ogni dubbio e da allora il supporto Michell a collare unico entrò rapidamente nell'uso delle costruzioni navali, non solo, ma, risolvendo esso un problema di carattere generale, il suo principio fu subito applicato in tutti i casi nei quali occorreva un supporto di spinta, come ad esempio, nei perni di sospensione delle grandi turbine ad asse verticale.

Altri costruttori hanno cercato di raggiungere lo stesso risultato in altro modo. Abbiamo fra gli altri, il dispositivo indicato nella fig. 10 nel quale i blocchetti portanti sono appoggiati su mensole cedevoli.

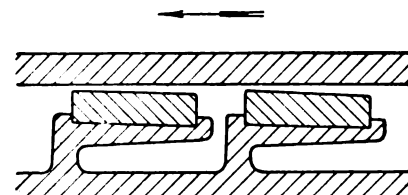


Fig. 10

In America ha trovato larga diffusione il tipo Kingsbury (fig. 11) nel quale la ralla fissa, di spessore sottile e solcata da profondi intagli, poggia su un gran numero di molle a spirale; la grande flessibilità del sistema, oltre giovare alla uniforme distribuzione del carico, permette una razionale distribuzione dell'olio.



La fig. 12 dà un'idea delle dimensioni di un perno di sostegno Michell per turbine idrauliche di grande potenza (45.000 cavalli Imp. Isarco), attualmente in costruzione presso le Costruzioni Meccaniche Riva e calcolato per un carico di 300 t colla velocità di 300 giri. Il diametro esterno delle pilette è di m. 1,30; la velocità periferica media 15 m. sec.

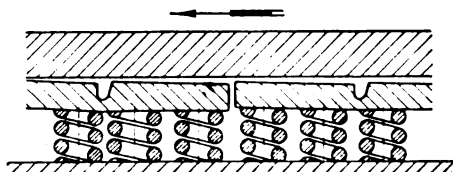


Fig. 11.

La vasca cilindrica, ripiena d'olio, nella quale le pilette sono immerse, ha un diametro di m. 2,25 e contiene un serpentino refrigerante capace di asportare 72.000 calorie all'ora. Noto l'anello elastico sul quale appoggia l'anello porta blocchetti, che sostituisce vantaggiosamente l'anello a sede sferica, comunemente usato per ottenere la perfetta coincidenza dei piani delle pilette.

7. Applicazione della teoria ai supporti portanti con cuscinetto cilindrico. — Nei supporti ordinari, affinché l'albero possa muoversi liberamente, è necessario che il suo diametro  $d_a$  sia leggermente minore di quello  $d_c$  del cuscinetto. Se noi consideriamo la forma dello spazio che costituisce il giuoco, vediamo che una parte di esso ha precisamente le stesse caratteristiche dello spazio compreso fra due piani inclinati: si hanno cioè, lungo un quadrante delle superfici cilindriche, se-

netto, in qualunque condizione di funzionamento. A parità di altre condizioni, la posizione del centro dell'albero dipende dalla velocità: nella fig. 14 sono indicate tre posizioni: quella

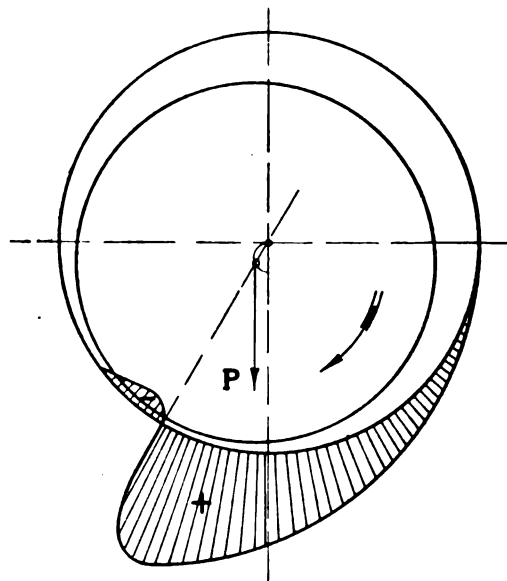


Fig. 13.

di riposo (velocità 0) quella di una velocità finita qualunque e quella di una velocità infinitamente grande: in questo ultimo caso l'albero si troverebbe perfettamente centrato nel cuscinetto.

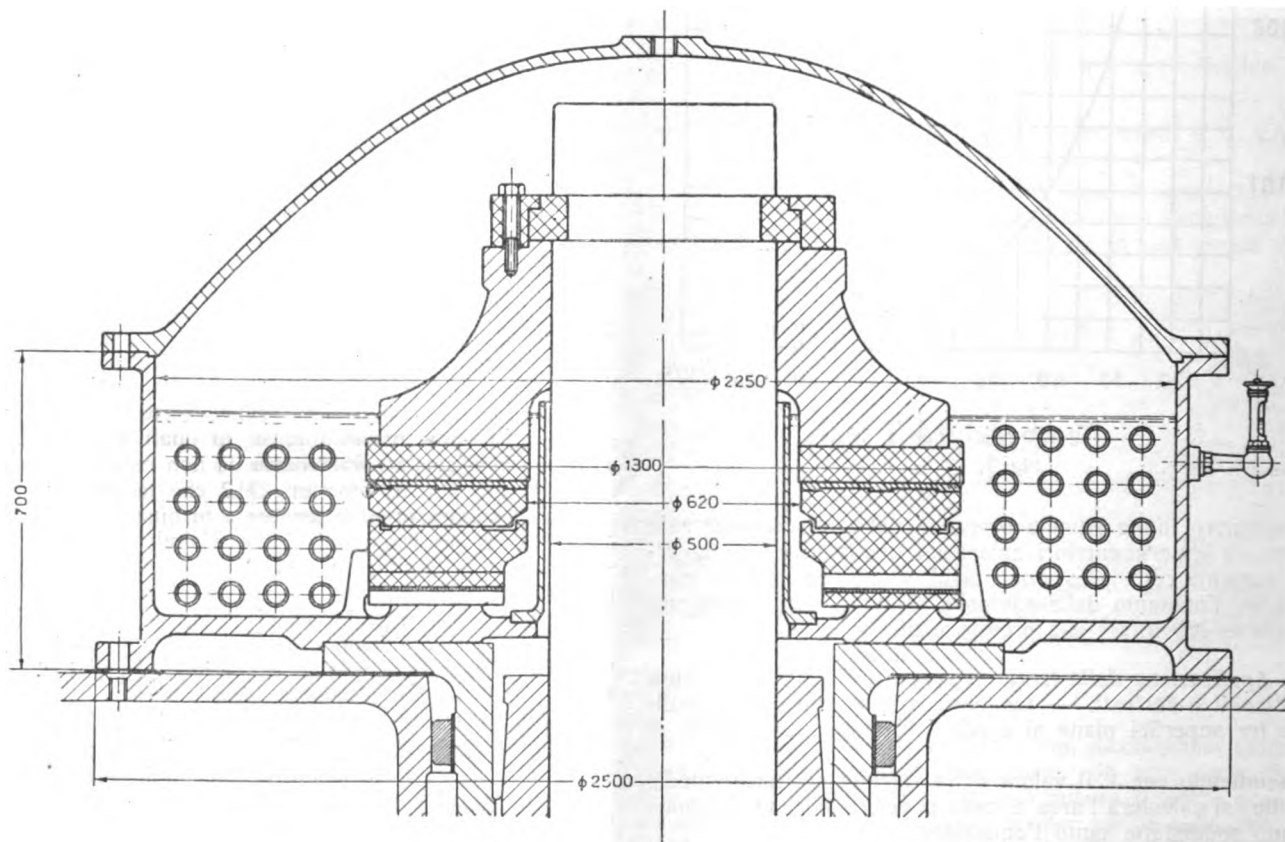


Fig. 12.

zioni gradualmente decrescenti nel senso della rotazione, quali sono necessarie perchè possa verificarsi il fenomeno dell'attrito fluente.

Nella fig. 13 sono segnate la posizione dell'albero nel cuscinetto e la curva delle pressioni nel lubrificante, la risultante delle quali equilibra il carico, supposto questo costituito di solo peso e quindi diretto verticalmente. Il punto di minimo spessore si trova spostato in avanti di un certo angolo, rispetto alla verticale, nel senso della rotazione. Al di là del punto di minimo spessore si nota una piccola zona di depressione, dovuta alla divergenza delle superfici.

Il Gumbel, al quale si deve l'assetto definitivo della teoria dei supporti portanti, ha dimostrata la possibilità di individuare la posizione del centro dell'albero, rispetto a quello del cusci-

Si dimostra che, passando dalla posizione di riposo a quella di velocità infinita, il centro dell'albero descrive una semicirconferenza. Questa constatazione fornisce il mezzo di definire gli elementi geometrici che interessano per l'applicazione della teoria generale di Reynolds.

Così, dalla fig. 15, vediamo che, in una posizione qualunque del centro dell'albero, è definito il valore di  $h$ , spessore minimo dello strato lubrificante, quando sia noto il giuoco totale

$$\Delta d = d_c - d_a \text{ e l'eccentricità } e = \frac{\Delta d}{2} - h$$

e che è pure definito l'angolo  $\beta$ , cioè la posizione in cui si verifica lo spessore minimo.

Tralasciando di esporre dettagliatamente la laboriosa trattazione analitica, converrà limitarci, analogamente a quanto fatto per le superfici piane, ad esporre qualche formula di immediata applicazione pratica. Il sistema di misure sarà, per tutto quanto segue, il kg. m. sec.

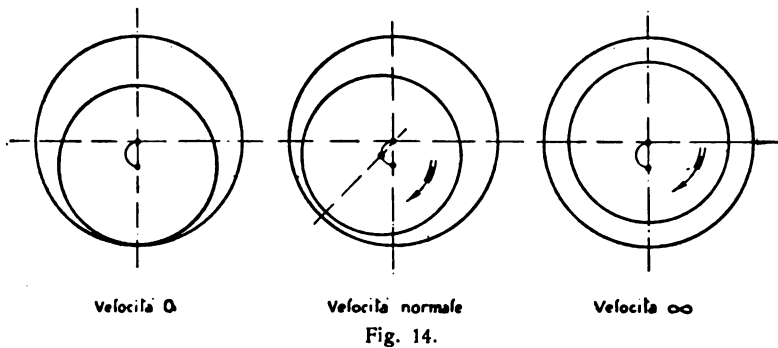


Fig. 14.

La formula più importante è ancora quella che dà il valore di  $p$ , pressione specifica sulla proiezione della superficie del cuscinetto di lunghezza  $l$ , pressione che deve soddisfare ad un tempo la relazione  $p = \frac{P}{d \cdot l}$  e l'equazione di equilibrio idrodinamico (\*)

$$p = \frac{\varphi_1 \cdot \eta \cdot \omega}{2 \psi^2} \cdot \frac{l}{d + l} \quad (10)$$

nella quale  $\frac{l}{d + l}$  è il fattore di correzione per cuscinetto di lunghezza finita  
 $\omega$  è la velocità angolare dell'albero.  $\omega = 0.1047 n$  ( $n$  giri al minuto)

$\psi = \frac{\Delta d}{d}$  il giuoco proporzionale.

$\varphi_1$  un coefficiente variabile in funzione della eccentricità  $e$ , o meglio, della eccentricità proporzionale  $\varepsilon = \frac{2e}{\Delta d}$ .

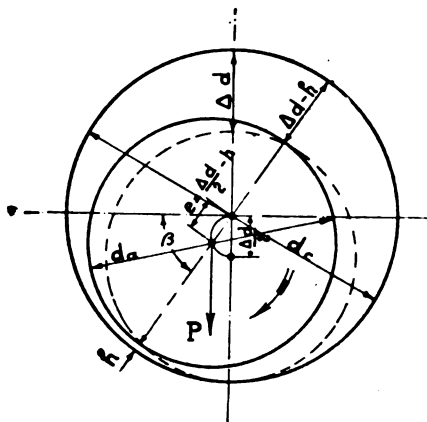


Fig. 15.

La tabella seguente raccoglie, per una serie di valori di  $\varepsilon$ , i valori corrispondenti dello spessore minimo proporzionale  $\frac{\Delta d}{h}$ , della funzione  $\varphi_1$  e dell'angolo  $\beta$ .

$\varepsilon =$	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95
$\frac{\Delta d}{h} =$	2.5	2.86	3.33	4	5	6.66	10	20	40
$\varphi_1 =$	1.7	2.4	3.2	4.1	5.3	7.2	10.5	20.5	39.5
$\beta =$	12.4°	17.7°	23.4°	29.2°	35.5°	41.8°	49°	59.7°	67.4°

Osservando, che, nella maggior parte dei casi che si verificano in pratica,  $\varepsilon$  è compreso fra 0,5 e 0,95 e ponendo  $l = d$ , si ricava una formula approssimata

$$p = \frac{d \cdot \eta \cdot \omega}{3.84 \cdot h \cdot \psi} \quad (11)$$

(\*) V. E. PFALZ: Opera citata.

che si può ritenere applicabile in tutti i casi nei quali  $h < \frac{\Delta d}{4}$  e se, finalmente, si tiene presente che, fra tutti i casi nei quali tale formula è valida, ve n'è uno particolarmente favorevole perchè ad esso corrisponde la minima resistenza di attrito, compatibilmente col massimo valore di  $h$ , e che quindi conviene riferirsi a questo caso particolare come punto di partenza per il calcolo dei nuovi supporti, abbiamo la formula

$$\psi = \sqrt{\frac{\eta \cdot \omega}{p}} \quad (12)$$

che ci dà direttamente il gioco più conveniente da assegnare al supporto ed in corrispondenza al quale  $h = \frac{\Delta d}{4}$ .

Per il calcolo della resistenza d'attrito e quindi del calore sviluppato, ci varremo ancora della formula approssimata che determina il valore del coefficiente di attrito

$$\mu = 3.8 \sqrt{\frac{\eta \cdot \omega}{p}} \quad (13)$$

Abbiamo ora tutti gli elementi necessari per calcolare un supporto. Dato  $P$  ed  $n$ , supposto  $d$  già fissato in base agli sforzi ai quali l'albero deve resistere e posto, come prima approssimazione,  $l = d$ , avremo la pressione specifica  $p = \frac{P}{d^2}$ . Colla

formula (12), scelto un valore conveniente di  $\eta$  in relazione alla qualità dell'olio ed alla temperatura di funzionamento e dopo aver calcolato  $\omega = 0.1047 n$ , troviamo  $\psi$  e quindi  $\Delta d = \psi d$  e, corrispondentemente,  $h = \frac{\Delta d}{4}$ .

Potremo ora giudicare se il gioco  $\Delta d$  e lo spessore  $h$ , così ricavati, sono praticamente ammissibili in rapporto ai mezzi meccanici di lavorazione: se essi risultassero troppo piccoli, dovremo rifare il calcolo con maggiori valori di  $\eta$  o di  $l$  o di entrambi. Qualora non sia possibile ottenere valori soddisfacenti senza superare il limite massimo  $l = 1.5d$ , converrà aumentare il diametro del supporto.

Se invece si tratta di un supporto già costruito e del quale si conoscono il diametro, la lunghezza del cuscinetto ed il giuoco  $\Delta d$ , sarà facile calcolarne le condizioni di funzionamento, ricorrendo alla formula (11) od alla formula generale (10).

Determinate le dimensioni del supporto come sopra detto, potremo, per mezzo della formula (13), calcolare la resistenza ed il lavoro di attrito, dedurne il numero di calorie sviluppate e predisporre i mezzi di raffreddamento meglio adatti per mantenere la temperatura del supporto entro i limiti desiderati.

Un'idea del come varia la pressione specifica  $p$  col variare del diametro, della velocità e del gioco, supposta costante la viscosità, si può avere dalla tabella a pag. 280. (\*)

8. Norme pratiche di costruzione. — Da quanto precede risulta che il modo di calcolare un supporto, atto a funzionare in condizioni di lubrificazione perfetta, è semplicissimo e che l'applicazione delle nuove teorie non conduce a forme di supporti diverse dalle solite, ma, sempre considerando il valore piccolissimo dello spessore d'olio  $h$ , si vede che, perchè i risultati corrispondano al calcolo, occorre una estrema esattezza nella lavorazione dell'albero e del cuscinetto, così che il giuoco effettivo risulti quello stabilito dal calcolo e che la somma di tutte le possibili disuguaglianze sia notevolmente inferiore allo spessore dell'olio  $h$ .

Per evitare inconvenienti dovuti alla flessione dell'albero, occorre che il cuscinetto abbia appoggio sferico o in qualche modo cedevole, così pure conviene che l'albero sia robusto ed il cuscinetto più corto possibile: in nessun caso si deve oltrepassare la proporzione  $l = 1.5 d$ .

Nei supporti di qualche importanza non basta, di regola, il raffreddamento naturale per irradiazione all'ambiente e si deve ricorrere quasi sempre ai mezzi noti di raffreddamento artificiale: circolazione d'acqua nel supporto oppure circolazione dell'olio in un serpentino di raffreddamento. A quest'ultimo sistema si devono ascrivere anche i dispositivi di lubrificazione forzata. Questa denominazione può far credere che il fatto di introdurre dell'olio in pressione possa influenzare il fenomeno

(\*) Un breve esame della tabella mostra che la lubrificazione perfetta è tanto più difficile ad ottenersi quanto più piccoli sono il diametro dell'albero e la velocità. I piccoli diametri e le piccole velocità rappresentano quindi un campo nel quale i supporti a sfere trovano la loro più logica applicazione.

		$h = 0,01 \quad \Delta d = 0,04$				$h = 0,02 \quad \Delta d = 0,08$				$h = 0,05 \quad \Delta d = 0,2$				$h = 0,1 \quad \Delta d = 0,4$			
		mm.				mm.				mm.				r. m.			
N.° giri p. m.		50	100	500	1000	50	100	500	1000	50	100	500	1000	50	100	500	10.0
d. mm.	50	1,7	3,4	17,2	34,4	0,42	0,85	4,3	8,6	0,07	0,14	0,7	1,4	0,017	0,03	0,17	0,34
	100	6,9	13,7	69	124	1,7	3,4	17,2	34,4	0,275	0,55	2,75	5,5	0,069	0,14	0,7	1,4
	200	27,5	55	275		6,9	13,7	69	137	1,1	2,2	11	22	0,275	0,55	2,75	5,5
	400	110	220			27,5	55	275		4,4	8,8	44	88	1,1	2,2	11	22

Valori della pressione max.  $p$  kg/cm<sup>2</sup> Viscosità  $\eta = 0.002$

della lubrificazione nel senso di migliorarne le condizioni; se però si pensa che la pressione dell'olio nella lubrificazione forzata è di 2 o 3 atmosfere, mentre quella che si forma nello stato lubrificante sale a decine e centinaia di atmosfere, è facile convincersi che il solo effetto della lubrificazione forzata è quello di un energico raffreddamento, dovuto al grande volume di olio freddo che viene a contatto dell'albero e del cuscinetto e che si scarica lateralmente nelle zone dove il giuoco è maggiore. Gli elementi più importanti nella lubrificazione forzata sono quindi il volume e la temperatura dell'olio iniettato.

9. *Il supporto portante Michell.* — Nei supporti ordinari la pressione che serve al sustentamento del carico si forma solo in una piccola zona della periferia del cuscinetto, così che la superficie di questo viene utilizzata solo in piccola parte. Allo scopo di estendere l'utilizzazione ad una zona molto più grande e conseguire, anche nei supporti cilindrici, quei vantaggi di più facile lavorazione e più facile adattamento alle diverse condizioni di funzionamento, la Michell Bearing Co. ha ideato un cuscinetto nel quale troviamo applicati gli stessi concetti che così utili risultati hanno dato nei supporti di spinta. Il cuscinetto (fig. 16) è diviso cioè in un certo numero di segmenti

una distribuzione più estesa dell'olio, in regime di attrito semifluente o semiradente, può essere vantaggiosa.

11. *I metalli per cuscinetti.* — La questione della scelta del metallo più conveniente per i cuscinetti, oggetto di molti studi e di molte discussioni, è stata conclusa col riconoscere la superiorità dei metalli bianchi.

L'esame micrografico dei metalli bianchi rivela che essi sono costituiti da cristalli molto duri, disseminati in una massa più tenera, struttura che si è dimostrata molto favorevole nei casi di attrito semifluente o semiradente. I metalli bianchi presentano anche il vantaggio di fondere a temperatura relativamente bassa per modo che, in caso di ingranamento, si ha la rovina del cuscinetto, ma non quella dell'albero.

Vi sono metalli bianchi molto costosi perchè costituiti prevalentemente di stagno; altri meno bianchi e meno costosi perchè a base di piombo. La pratica ha dimostrato che, a parità di

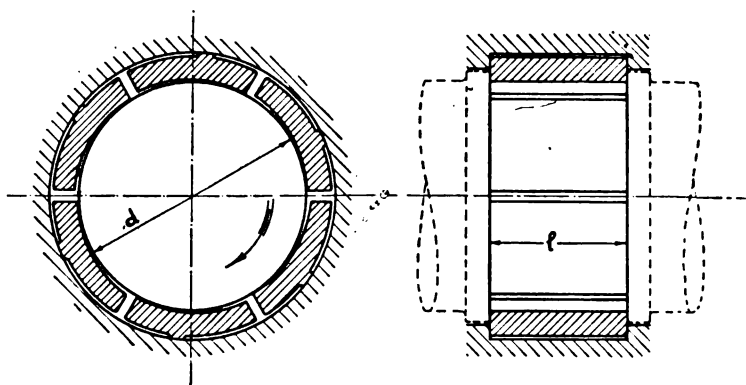


Fig. 16.

che possono oscillare attorno ad un appoggio a coltello e danno così origine ad altrettante zone portanti.

A parità di carico, i cuscinetti Michell risultano molto più corti di quelli soliti e presentano minori resistenze di attrito. Questo tipo di supporto, nelle numerose applicazioni fatte in Inghilterra, ha dato eccellenti risultati, non ha tuttavia avuto la stessa diffusione del perno di spinta per il fatto che esso non si imponeva, come quest'ultimo, quale solo mezzo per risolvere una difficoltà non diversamente superabile.

10. *I canali d'olio.* — E' stata a suo tempo molto dibattuta la questione se quelle scanalature, che si usa praticare nei cuscinetti, allo scopo di distribuire uniformemente l'olio su tutta la loro superficie, siano utili o dannose.

Dopo quanto detto, è evidente che, in regime di lubrificazione perfetta, qualunque causa che possa interrompere la continuità del velo d'olio è altamente dannosa. Nella fig. 17 è segnato il diagramma delle pressioni nel caso che un canale d'olio si trovi nella zona portante: il confronto colla linea punteggiata delle pressioni che si avrebbero senza canale d'olio, dispensa da qualunque altra considerazione.

I casi non infrequenti, che si possono citare, nei quali l'aver praticato dei canali d'olio ha portato un deciso miglioramento, si riferiscono sicuramente a supporti nei quali la lubrificazione non era perfetta.

Si capisce che, dove il velo d'olio non esiste, i canali non possono recare danno, mentre è perfettamente ammissibile che

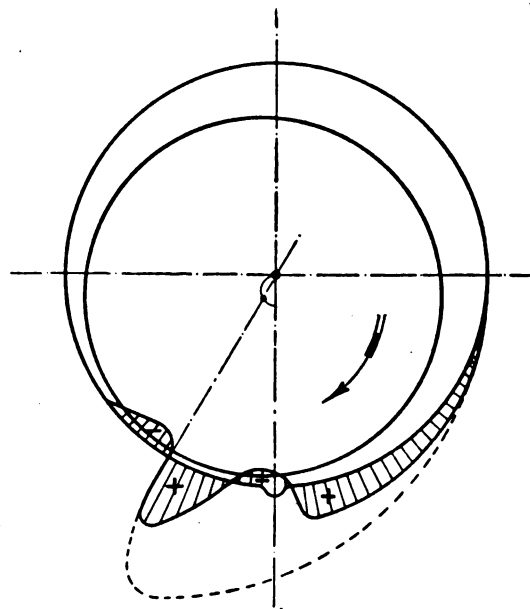


Fig. 17.

urezza e di struttura micrografica, tutti i metalli bianchi sono equivalenti.

Nel caso della lubrificazione perfetta, essendo escluso qualunque contatto metallico delle superfici, la questione del metallo del cuscinetto sembra priva di qualunque importanza. Così è infatti in funzionamento normale, col numero di giri prestabilito. Non bisogna però dimenticare che, durante l'avviamento e l'arresto della macchina, vi sono dei periodi, più o meno lunghi, durante i quali la velocità è inferiore al minimo necessario per ottenere il distacco dell'albero dal cuscinetto e nei quali bisogna necessariamente funzionare in condizioni di attrito semifluente od anche semiradente. Occorre pertanto che il metallo dei cuscinetti possa soddisfare alle esigenze di queste transitorie condizioni di funzionamento, esigenze tutt'altro che trascurabili, tanto che, in alcuni casi di grande carico e grande velocità, occorre provvedere dispositivi speciali di lubrificazione che entrano in azione solo durante i periodi di avviamento o arresto del macchinario.

12. *La velocità critica dei supporti.* — E' questo uno fra i fenomeni secondari ultimamente osservati e studiati. Come già più volte rilevato, in regime di attrito fluente, l'albero galleggia su uno strato liquido, mantenendosi in una po-

sizione ben determinata in corrispondenza del carico e della velocità ed è evidente che, se il carico subisce una variazione, il centro dell'albero deve spostarsi in una nuova posizione di equilibrio. Nel caso che le masse rotanti non siano perfettamente equilibrate, il carico sul supporto varia ad ogni giro, e, per conseguenza, anche il centro dell'albero, ad ogni giro, subisce uno spostamento: ne risulta un movimento oscillatorio che, se mantenuto in certi limiti, non dà luogo ad inconvenienti, ma che se, per effetto di risonanza, tende ad amplificarsi, dà luogo a vibrazioni fastidiose, dovute a sbatimenti dell'albero contro le pareti del cuscinetto.

Stodola, che per primo ha studiato analiticamente il fenomeno, ha dimostrato che, a seconda della posizione dell'albero nel cuscinetto, questo può trovarsi in una condizione di equilibrio stabile oppure instabile e che qualora il fenomeno delle vibrazioni si verifichi in corrispondenza ad una certa velocità angolare, esso si ripete con uguale intensità per tutte le velocità corrispondenti a multipli interi della stessa velocità angolare.

Le equazioni che definiscono la condizione di stabilità non sono molto semplici e non è qui il caso di riportarle, terminerò quindi col riprodurre l'interessante registrazione fotografica del fenomeno, ottenuta da Hummel, togliendola da uno degli

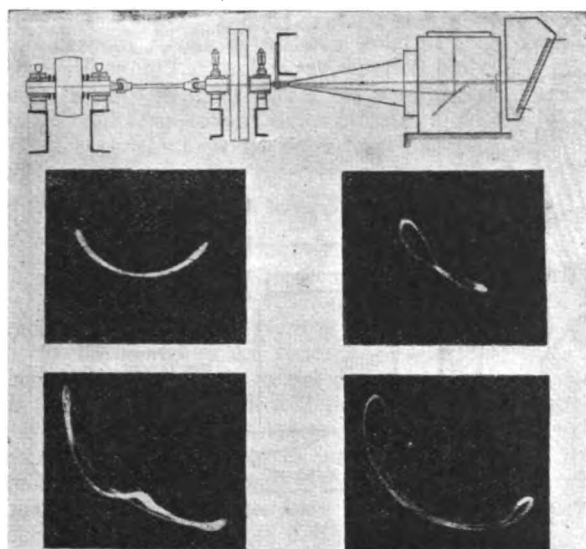


Fig. 18.

ultimi numeri della « Zeitschrift V. D. I. » <sup>(6)</sup>, fig. 18. In questa figura è indicato il dispositivo che ha servito per le esperienze e sono riprodotti, in scala molto ingrandita, le escursioni del centro dell'albero per diverse condizioni di funzionamento. Queste fotografie, oltre essere una nuova prova materiale della realtà dei fenomeni e della attendibilità delle teorie sulle quali mi sono intrattenuto, mostrano anche la grande perfezione del materiale di indagine del quale oggi si dispone nei laboratori che si occupano del problema.

Milano, aprile 1927.

<sup>(6)</sup> HUMMEL. — *Kritische Erscheinungen an Gleitlagern*. — Z. d. V. D. I., 19 marzo 1927, pag. 379 e seg.

## REGOLATORI E MULTIMETRI □ □ □ □ PER CALDAIE SISTEMA ROUČKA

Ing. PAVONE

Mentre per quanto riguarda il controllo e la regolazione automatica del funzionamento delle macchine e turbine a vapore, è stato già raggiunto un grado considerevole di perfezione, gli sforzi fatti per sistemare automaticamente e perfettamente anche il funzionamento degli impianti di caldaie, erano rimasti, si può dire, soltanto allo stato di tentativi più o meno riusciti. Quantunque infatti si siano conseguiti risultati degni di nota con i già esistenti apparecchi di regolazione e di misurazione per le caldaie a vapore, tuttavia non si poteva asserire di avere raggiunto una perfezione in questo campo.

Ultimamente l'Ing. Roučka è riuscito a costruire dei regolatori automatici e degli apparecchi di misura e di controllo per le caldaie che meritano di essere conosciuti per il loro principio interessante, la costruzione solida ed il loro sicuro funzionamento.

Per dare una disposizione concreta dei buoni risultati raggiunti con questi apparecchi, possiamo indicare che, con la applicazione di tale sistema completo d'economizzazione sulle caldaie del Buderus'sche Eisenwerke a Wetzlar in servizio continuo e con carico variabile da 8 a 32 kg. per m<sup>2</sup> di superficie riscaldata, si è ottenuto il rendimento medio dell'82,4 % e sulle caldaie dell'Azienda Elettrica Municipale di Praga (uno dei primi impianti eseguiti nel 1923) con carico variabile da 2,4 a 22,2 kg per m<sup>2</sup> il rendimento medio raggiunto fu dell'82,8 % ed in prove successive anche dell'83,6 %.

E' necessario notare che quest'ultima prova venne eseguita con funzionamento completamente automatico senza intervento del fuochista anche per l'alimentazione del combustibile che fu fatta automaticamente.

In un periodo d'esercizio della durata di poco più di un anno, nell'Azienda Elettrica Municipale di Praga (26 caldaie), si è ottenuta un'economia di circa cinque milioni di corone cecoslovacche.

In una batteria di caldaie fra loro collegate le ragioni fondamentali del funzionamento economico di ogni singola caldaia, ottenuto con l'impiego del multimetro e dei regolatori, consistono nel fatto che costantemente tutte le caldaie partecipano alla totale richiesta di vapore con una determinata quota perfettamente regolabile in rapporto al consumo variabile di vapore, e questa quota viene prodotta da ciascuna caldaia nel modo più economico.

Secondo il nuovo principio di regolazione, è facilmente possibile di variare il carico delle singole caldaie dalla loro massima produzione ad un minimo anche di soli 2 a 5 kg di vapore per m<sup>2</sup>/h senza che il rendimento medio di esercizio della caldaia sia inferiore a quello che si può raggiungere col carico normale.

Questa regolazione automatica ha luogo istantaneamente al momento del cambiamento della chiamata di vapore, prima che questo cambiamento sia misurato ed indicato al fuochista e cioè prima che la pressione del vapore nelle caldaie cominci ad abbassarsi od a salire; di conseguenza la pressione rimarrà quasi costante.

In esercizi nei quali il carico varia, per esempio nel rapporto da 1 a 5 ed anche da 1 a 10 non è necessario, in caso di carico ridotto, di lasciare spegnere il fuoco in una parte delle caldaie; un buon funzionamento in simili condizioni viene invece in miglior modo raggiunto mediante la regolazione delle caldaie completamente od in parte automatica perchè, secondo il nuovo procedimento, si può fare allentare il fuoco in una parte delle caldaie durante il carico debole in modo che, mentre si hanno soltanto perdite minime di calorie, le caldaie sono sempre pronte per il funzionamento. In tal guisa, oltre ad un rendimento medio d'esercizio sinora mai raggiunto, si ottiene un grande risparmio per la miglior conservazione delle caldaie, ed una maggior sicurezza d'esercizio.

I regolatori dell'intensità della combustione (2, fig. 1), a seconda della momentanea richiesta totale di vapore, assegnano ad ogni singola caldaia una quota di produzione determinata a volontà secondo le condizioni della caldaia.

Secondo un procedimento automatico di bilancia-camera di

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.



combustione, si fa entrare forzatamente in ciascuna camera di combustione, mediante il registro del fumo 6, l'aria perfettamente corrispondente alla produzione momentanea di vapore stabilita per ogni caldaia.

Il *regolatore della depressione* (20) ha il compito di regolare la quantità d'aria d'entrata nella camera di combustione (22) per qualsiasi carico, nel modo richiesto per il rendimento economico della caldaia.

Questa regolazione si fa variando la quantità d'aria entrante in 32 secondo il valore stabilito dal regolatore dell'intensità di combustione e cioè dal registro del fumo (6).

Essi constano di due sistemi di misurazione (54-56, fig. 1) per la quantità d'aria e di vapore in  $\text{kg/m}^3\text{h}$  con scale proporzionali in cui, secondo una determinata legge, l'afflusso d'aria corrisponde alla quantità di vapore prodotto.

Come sarà più dettagliatamente spiegato in seguito, le lancette degli indicatori dei due sistemi, situate l'una sopra l'altra, in accurata disposizione, effettueranno spostamenti perfettamente identici, se la combustione ha luogo con la giusta quantità d'aria.

Se l'afflusso d'aria è maggiore di quanto è necessario, la lancetta indicante la quantità d'aria si sposta dalla sua posizione

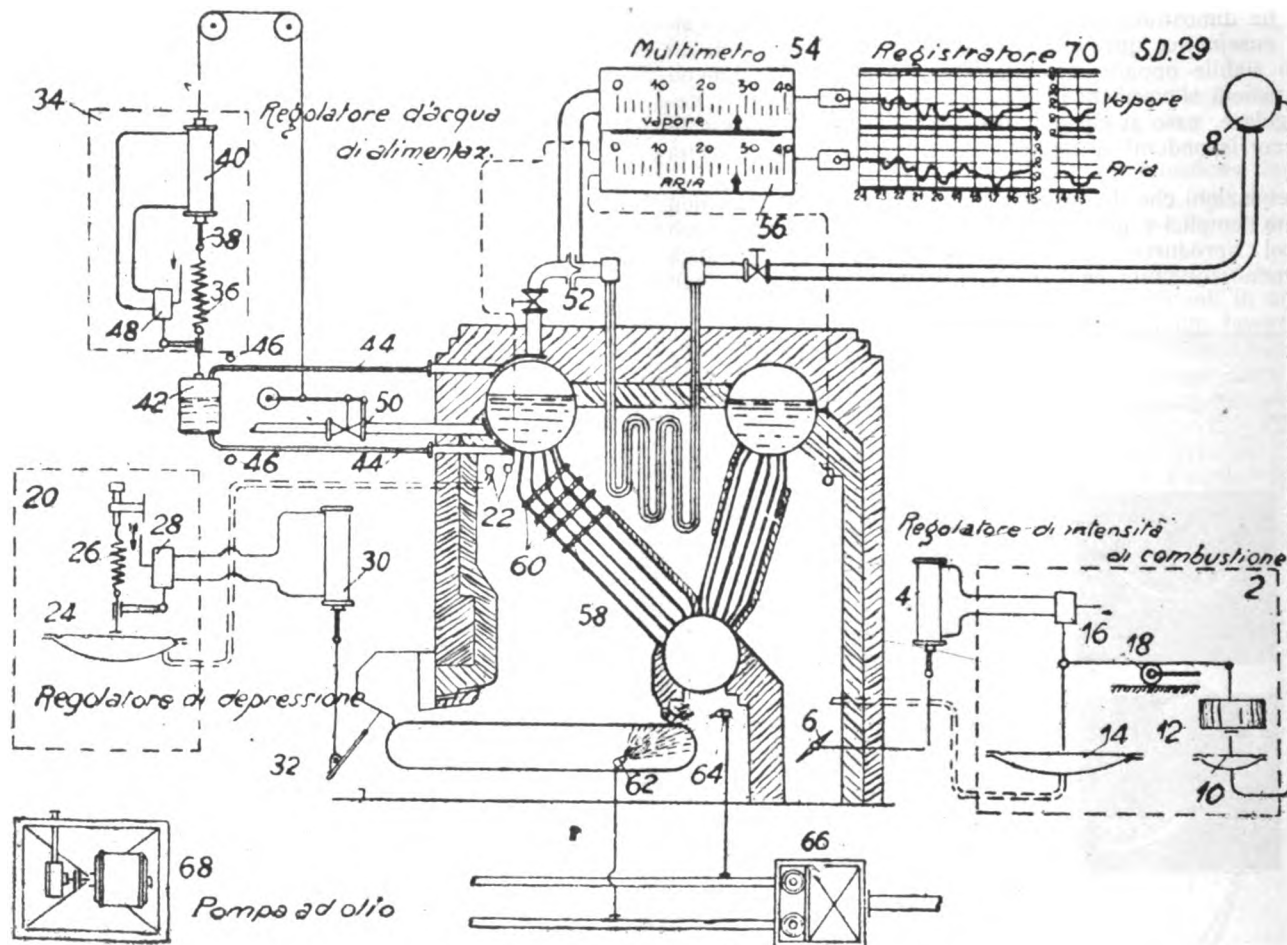


Fig. 1.

Con ciò si ottiene la variabile e giusta produzione di vapore, ma non il più alto rendimento possibile dell'esercizio dell'impianto.

Questo massimo rendimento di esercizio può essere raggiunto in funzionamento normale soltanto mediante la conservazione di un determinato rapporto fra l'immissione d'aria e di combustibile, rapporto variabile a seconda del carico.



Fig. 2.

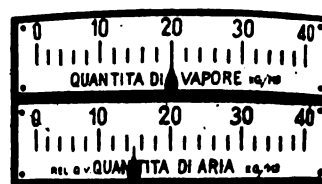


Fig. 3.

di equilibrio verso un valore superiore, secondo l'entità dell'eccesso d'aria (fig. 2) mentre invece, in caso di difetto d'aria, la lancetta indicante la quantità d'aria si sposta su di un valore inferiore a quello indicato dalla lancetta della quantità di vapore (fig. 3) di modo che al fuochista viene direttamente indicato il preciso valore del difetto o dell'eccesso d'aria eventuale.

Mentre per le caldaie con alimentazione a carbone polve-

Siccome il fuochista viene ora liberato dal compito più difficile e frequentemente impossibile della regolazione dell'aria (regolazione che va diventando sempre più perfetta grazie ai regolatori automatici) egli può ora facilmente dedicarsi alla regolazione del rapporto: *Immissione d'aria - immissione di combustibile*, purché gli vengano all'uopo forniti i mezzi necessari.

Questi sono costituiti dai *multimetri* che mettono il fuochista in grado di poter osservare con esattezza se la istantanea immissione d'aria, stabilita dal regolatore, corrisponde alla quantità di combustibile e qual'è lo stato momentaneo dei fuochi rispetto ad un eventuale eccesso o difetto d'aria.

In questo caso si prendono in considerazione i tipi di multimetri più semplici e più economici e cioè quelli a due indicatori.

rizzato viene adoperato uno speciale regolatore automatico per la regolazione dell'immissione di carbone, nelle caldaie a griglie la regolazione a mano della immissione del combustibile è perfettamente sufficiente.

#### Caratteristiche degli apparecchi.

Come risulta dallo schema di fig. 1, i regolatori di caldaie ed i multimetri di questo sistema funzionano come segue:

Secondo la momentanea richiesta di vapore dalla batteria di caldaie, tutti i regolatori di intensità di combustione, in conseguenza della variazione della pressione di vapore nel collettore 8, regolano forzatamente l'afflusso dell'aria e dei gas, e

conseguentemente la necessaria intensità di combustione e produzione di vapore.

Il regolatore della depressione (20) mantiene con qualsiasi carico la necessaria depressione nella parte superiore della camera di combustione (22).

Il regolatore d'alimentazione d'acqua funziona secondo uno speciale sistema di bilanciamento a compensazione, in modo che l'alimentazione sia sempre corrispondente alla momentanea chiamata di vapore.

Il suo funzionamento è completamente sicuro effettuandosi in seguito alla variazione del livello d'acqua in uno speciale recipiente facente parte integrante del sistema di bilanciamento e comunicante con la caldaia.

Il multimetro (54-56) indica al fuochista il momentaneo carico della caldaia ed anche se la combustione ha luogo con la giusta quantità d'aria.

Secondo le indicazioni del multimetro, il fuochista può regolare l'immissione del combustibile.

La pompa d'olio ha lo scopo di fornire, sotto pressione, l'olio necessario per 6 regolatori (2 caldaie).

Con carbone ad elevato potere calorifico, l'estremità della griglia e l'arresto delle scorie, vengono raffreddati mediante getti d'acqua polverizzata (spruzzatori 62-64) che possono essere esattamente comandati mediante un regolatore di precisione (66).

Con carboni ricchi di materie volatili, onde raggiungere una combustione più completa, si applicano dei diaframmi di refrattario (58-60) in modo che i gas combustibili non possano raffreddarsi, sui fasci tubieri della caldaia, al disotto della temperatura di accensione prima della loro completa combustione.

Il funzionamento dei regolatori dell'intensità di combustione dipende dal carico totale della batteria di caldaie.

Siccome la pressione in caldaia rimane praticamente costante anche con carico variabile, le oscillazioni del carico influiscono soltanto sulla pressione del collettore generale 8 in proporzione della caduta di pressione dovuta al percorso del vapore tra la caldaia ed il collettore 8 (valvole, surriscaldatore, tubazioni, ugello di misura del vapore).

La pressione del vapore nel collettore 8 si esercita sulla membrana 10 e quindi contro il peso 12; sul medesimo peso agisce anche, mediante un sistema di leve a fulcro spostabile 18, una seconda membrana, 13 azionata a sua volta dalla intensità del tiraggio all'estremità della caldaia.

Quando si verifica uno stato di equilibrio, l'effetto della pressione del vapore e quella dell'intensità del tiraggio devono esattamente controbilanciarsi col peso 12.

Se le membrane 10 e 14, come pure il peso 12, vengono esattamente tarate e si stabilisce l'equilibrio, allora risulterà sempre un determinato rapporto fra l'intensità del tiraggio e la perdita di pressione tra la caldaia ed il collettore 8 e si ha quindi che l'afflusso dei gas, e perciò anche la produzione di vapore si modificheranno in proporzione della richiesta di vapore, come sarà più dettagliatamente esposto in seguito.

In caso di cessazione dell'equilibrio nel regolatore, il servomotore 4, azionato dal distributore 16, regolerà la valvola dei gas al camino 6, sino a che la intensità del tiraggio abbia raggiunto il valore perfettamente corrispondente alla richiesta momentanea di vapore.

Si vede quindi che il regolatore funziona secondo il principio di bilanciamento a compensazione cui esso stesso tende automaticamente.

Il regolatore della depressione (20) impedisce che si formi nella parte superiore della camera di combustione, in caso di carico ridotto della caldaia, una soprapressione derivante dalla spinta dai gas caldi.

La pressione dei gas al punto 22 agisce mediante la membrana 24, contro una molla 26, colla taratura si determina il valore della depressione.

Se il valore di tale depressione è giusto, il distributore 28, collegato al sistema di cui sopra, resta allo stato di riposo, in caso contrario esso lascia passare l'olio al servomotore 23, il quale modifica l'afflusso d'aria mediante la valvola 32 fino a raggiungere la depressione stabilita.

Il regolatore d'alimentazione d'acqua 34 è basato sul principio di una bilancia a molla. La molla 36 è assicurata con una estremità all'asta dello stantuffo 38 del servomotore 40 e all'altra estremità porta un recipiente 42, il quale mediante tubi Mannesmann di circa 25 mm di diametro interno, comunica con la caldaia.

Il movimento del recipiente 42 è strettamente limitato dai battenti 46, e aziona il distributore 48 che regola il servomotore 40.

La valvola di alimentazione 50 viene azionata dall'altra estremità dello stantuffo 38 del servomotore 40.

Se, per esempio, il carico sale, viene allora evaporata maggiore quantità d'acqua di quella che viene alimentata, il livello d'acqua si abbassa, il recipiente 42 diviene più leggero ed il distributore 48 induce il servomotore 40 a ridurre la tensione della molla 36 sino a che l'equilibrio venga ristabilito. Col movimento dell'asta dello stantuffo 38 si apre anche contemporaneamente la valvola di alimentazione 50, e l'alimentazione stessa quindi aumenta.

In caso di diminuzione del carico, il regolatore funziona in senso inverso e la valvola d'alimentazione 50 viene chiusa.

L'effetto efficace e pratico di questo regolatore, stante la sua precisione e sicurezza, viene raggiunto perchè il recipiente 42, liberamente mobile senza resistenze d'attrito, deve azionare soltanto il distributore sensibile 48; mentre la regolazione della valvola di alimentazione 50 avviene mediante un servomotore 40. In tal modo la variazione della quantità d'acqua di alimentazione è perfettamente proporzionale alla evaporazione in caldaia.

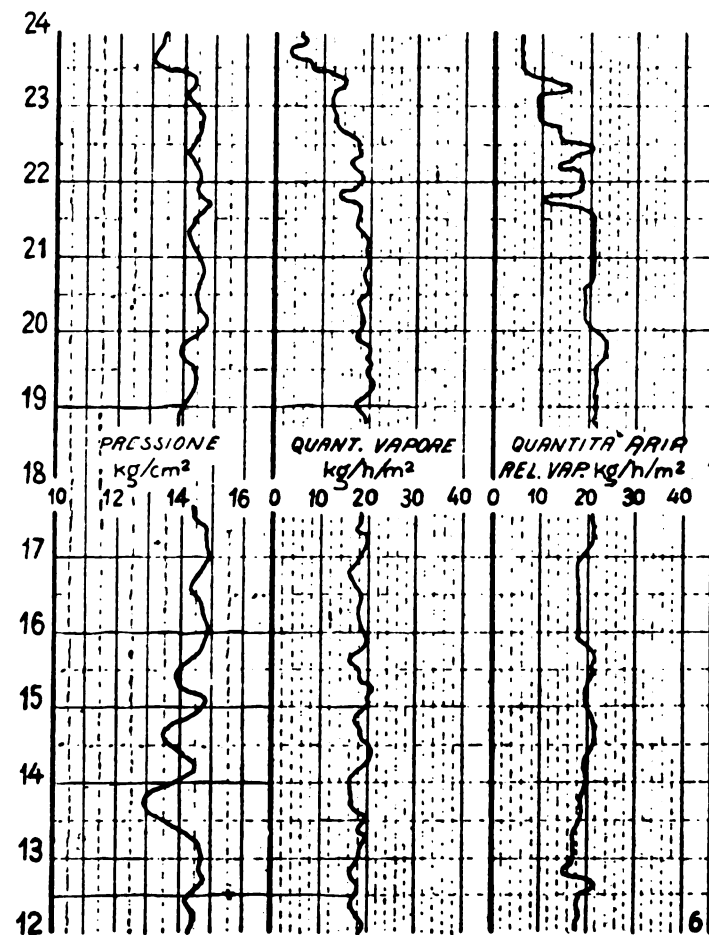


Fig. 4.

La misurazione del vapore si effettua con un sistema di impulsione attraverso un ugello di misura 52 montato nella condotta del vapore.

Lo stesso sistema viene pure adoperato per la misurazione della quantità d'aria, con la differenza che l'ugello di misura viene sostituito dalla caldaia stessa mediante la resistenza che essa presenta al percorso dei gas combusti.

Le indicazioni del multimetro vengono simultaneamente registrate dagli apparecchi registratori i quali possono essere installati nell'ufficio dell'Ingegnere addetto alla centrale termica o in qualsiasi altro posto più conveniente.

I diagrammi del registratore (70) permettono di avere il controllo permanente di tutto l'esercizio ed anche di esercitare un continuo controllo sulla capacità e l'attenzione del fuochista.

Per quanto detto sopra, risulta evidente che i regolatori e multimetri sistema Roučka realizzano un migliore funzionamento delle caldaie a vapore perchè:

1) La quantità di vapore necessaria si ottiene col più basso fabbisogno di combustibile e quindi con la più piccola spesa.

2) Si ottiene un elevatissimo valore del rendimento medio delle caldaie.

3) Si ottiene una elasticità nella produzione del vapore finora mai raggiunta, elasticità che si conforma anche ai grandi sbalzi di richiesta di vapore come, ad esempio, nel rapporto da 1 a 5 ed anche da 1 a 10 e ciò mantenendo quasi invariata la pressione cosicché tutto l'impianto funziona nelle migliori condizioni di rendimento.

4) Si raggiunge la determinata produzione garantita senza alcun pericolo di sovraccarico le cui conseguenze richiedono sempre numerose e costose riparazioni.

5) La combustione perfetta del carbone evita la fuoriuscita di fumo nero, di fuligine e di gas combustibili che, oltre a ridurre notevolmente il valore del rendimento, sono molto molesti alle adiacenze dell'impianto delle caldaie.

6) Il servizio del fuochista per le caldaie è ridotto ai minimi termini così da ridurre molto la spesa di mano d'opera e da limitare l'intervento del personale che spesso può essere nocivo.

L'installazione dei regolatori e dei multimetri è semplice ed il loro funzionamento è di facile sorveglianza ed ha un grado di sicurezza anche superiore a quello delle caldaie stesse.

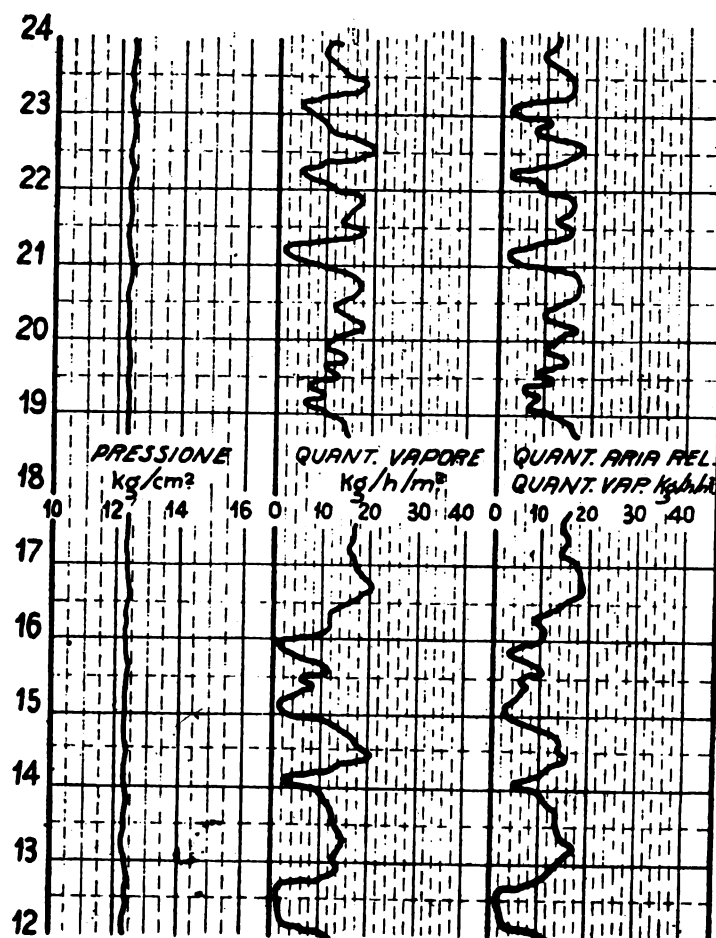


Fig. 5.

Dai diagrammi di fig. 4 e 5 si può giudicare la differenza tra una condotta di fuoco assai accurata con regolazione a mano e quella con regolazione automatica.

Nel diagramma (fig. 4) è rappresentata la pressione di vapore, la quantità di vapore e la quantità d'aria di una caldaia (Garbe 500 m<sup>2</sup>) facente parte di una grande batteria di caldaie e munita di tutti gli apparecchi di misurazione, ma senza regolatore automatico, e si può scorgere quanto sono grandi le variazioni di pressione del vapore, mentre invece nel diagramma (fig. 5) viene registrato il funzionamento della stessa caldaia, ma con i regolatori automatici. La pressione di vapore è quasi invariata poiché l'intensità di combustione si modifica sempre in conformità alla momentanea presa di vapore, cosicché l'equilibrio termico della caldaia non può essere mai turbato.

Si vede che la pressione di vapore rimane uniforme qualunque la presa di vapore da questa caldaia, secondo il diagramma (fig. 5), oscilli considerevolmente di più che nel funzionamento di cui al diagramma (fig. 4).

## □ I NUOVI TURBOGENERATORI (1) □

R. POHL

Come è noto la potenza delle centrali termoelettriche è andata rapidamente aumentando, e con essa è andata aumentando la potenza unitaria dei gruppi turboalternatori. Così la centrale di Goldenberg in Germania, ad ampliamento ultimato avrà una potenza installata di 250.000 kVA, in quattro gruppi da 62.500 kVA a 1000 giri. La centrale di Rummelsburg, presso Berlino, equipaggiata in un primo tempo con tre gruppi (a due unità ciascuno) da 90.000 kW a 1500 giri raggiungerà a sviluppo completo, una potenza installata di 500.000 kW.

Nelle centrali americane si hanno gruppi anche più potenti. Un generatore da 62.500 kVA, a 1800 giri, è in funzione a Chicago. E' in costruzione attualmente un gruppo da 100.000 kVA, composto di due unità da 50.000 kW a 1800 giri. E' pure in costruzione un gruppo da 160.000 kW composto di due unità: una da 88.000 kVA a 1800 giri, e una da 100.000 kVA a 1200 giri. Secondo le più recenti notizie si starebbero pure allestendo un generatore 105.000 kW a 1500 giri e un gruppo da 208.000 kW composto da tre unità, di cui una da 76.000 kW e due da 66.000 kW, a 1800 giri.

Gli Americani tollerano però una temperatura massima nel rotor (90°) sensibilmente maggiore di quanto generalmente si pratica in Europa, mentre considerano eccessi di velocità solo del 10 o 15 per cento (anziché 25 %).

La pratica americana preferisce in generale per le grandi potenze, alternatori a quattro poli e 1500 o 1800 giri che non quelli bipolari a 3000 o 3600 giri, che vengono usati solo per potenze fino a 12.000 kVA. I costruttori europei e specialmente tedeschi seguono la pratica inversa costruendo con due poli e per 3000 giri anche alternatori da 25.000 e 30.000 kVA.

Quali sono i limiti di potenza per macchine di tale numero di giri? Molte maniere diverse sono state impiegate per affrontare tale problema.

Come è noto la potenza di un alternatore a 50 periodi può esprimersi in via approssimata colla formula seguente:

$$kVA = \frac{10}{p} A B_m D^2 L \quad (1)$$

dove  $p$  esprime il numero dei poli,  $A$  l'utilizzazione elettrica dello stator in A/cm,  $B_m$  il flusso nell'intraferro in chilo-Gauss,  $D$  il diametro del rotor (in metri), e  $L$  la lunghezza attiva del rotor (in metri).

Nel caso dei turboalternatori:  $p = 2$  o  $4$ , al massimo  $6$ , a cui corrispondono velocità di 3000 o 1500 o 1000 giri;  $B_m$  è circa eguale a  $4$ . Assumendo come massima velocità periferica praticamente adottabile con sicurezza quella di 155 m/s, si arriva a un diametro rispettivamente di 1 o 2 o 3 metri, secondo il numero dei giri; questi valori potranno naturalmente essere in seguito aumentati col perfezionamento della tecnica della lavorazione e della produzione dei materiali. Il valore  $A$ , è variabile in funzione delle condizioni di ventilazione del rotor e dello stator e delle perdite nella macchina; per generatori con  $\cos \varphi = 0,80$ , si può assumere  $A = 650$  A/cm. Nella equazione precedente resta così come incognita soltanto la lunghezza del generatore, della quale ci occuperemo in seguito.

Applicando alla (1) i valori ora indicati, si ricava che per ogni metro di lunghezza attiva di rotor, la potenza massima ottenibile è di 13.000 kVA per macchine a due poli, 26.000 kVA per macchine a quattro poli, e 39.000 kVA per macchine esapolari.

La questione si è di vedere quale sia la massima lunghezza che si può dare al rotor.

I moderni sistemi di raffreddamento e di circolazione d'aria permettono di ottenere una refrigerazione efficace anche nella parte centrale della macchina dove si possono mantenere temperature non molto diverse di quelle che si hanno alle estremità. Quindi la questione del riscaldamento non è più quella che mette un limite alla lunghezza attiva del rotor.

Il limite è invece di natura meccanica e dipende dalla velocità critica dell'albero.

A questo riguardo si devono considerare tre tipi costruttivi di rotore (fig. 1). Per macchine a due poli di grande potenza si usa soltanto il tipo di fig. 1 A, in un sol pezzo fucinato con poli riportati o con canali fresati; per diametro di rotor di 1 m, con poli riportati, si ha a che fare con un pezzo fucinato di 750 mm di diametro, ciò che non implica speciali difficoltà tecniche. Una foratura assiale permette l'ispezione interna e l'accertamento delle buone condizioni del materiale.

I grossi rotor a più poli sono invece costruiti con un tamburo a mozzì riportati (fig. 1 B) oppure composti con pacco di lamieroni infilati sull'albero (fig. 1 C). Il tipo a tamburo è consigliabile per diametri non superiori a 1850 mm, ossia per velocità assiali non superiori a 145 m/s; si può anche applicare a questo tipo la costruzione a poli riportati, che permette di mantenere minore il diametro del tamburo fucinato. Per diametri maggiori bisogna ricorrere al tipo a pacco di lamieroni.

E' importante considerare questi tre tipi costruttivi nei riguardi del numero di giri critico.

Fino ad oggi i turboalternatori a quattro o a sei poli si sono costruiti in modo che funzionassero ad albero rigido ossia ad un numero di giri inferiore a quello critico. Invece nelle grandi macchine bipolari si è arrivati negli ultimi anni a superare notevolmente il numero di giri critico adottando il funzionamento elastico dell'albero, ciò che praticamente si può fare senza inconvenienti.

Nella fig. 2, nella curva A è indicato l'andamento del numero di giri critico in funzione nella lunghezza attiva del rotore per una macchina bipolare. Si vede che per una lunghezza di rotore di due metri, il numero di giri critico è alquanto al di sotto di quello di regime (3000). La velocità critica non si può però abbassare tanto che il numero di giri normale diventi una armonica di quello critico: vale a dire il numero di giri critico deve essere alquanto superiore o alquanto inferiore alla metà dei giri normali.

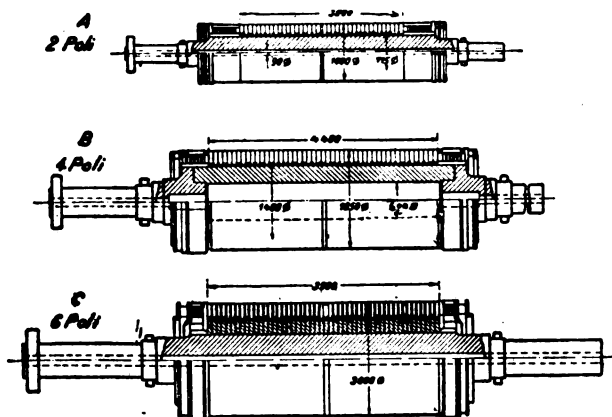


Fig. 1. — Tipi di rotor per macchine a 2-4-6 poli.

Attualmente non si scende colla prima velocità critica sotto i 1800 giri: ne segue, come si vede in figura, che si può arrivare ad una lunghezza attiva di rotore eguale, per macchine bipolari, tutt'al più a tre metri. Ad essa corrisponde, per quanto sopra si è detto, una potenza limite pari a  $13.000 \times 3$  kVA, ossia circa 40.000 kVA.

Per macchine con rotore del tipo a tamburo (fig. 1 B) a 1500 giri al minuto, con diametro di rotore di 1850 mm, la velocità critica, per una lunghezza di rotore di due metri, è molto superiore a quella normale: tali macchine funzionano quindi con albero rigido. Fissando la velocità critica almeno del 20 % superiore a quella normale, ossia pari almeno a 1800 giri, dalla curva B di fig. 2, si vede che si può arrivare ad una lunghezza attiva di rotore di 4,4 m. Riferendoci ai dati precedenti si vede che il limite di potenza per macchine di questo tipo è di:  $26.000 \times 4,4 \times \left(\frac{1850}{2000}\right)^2$  kVA ossia di circa 100.000 kVA.

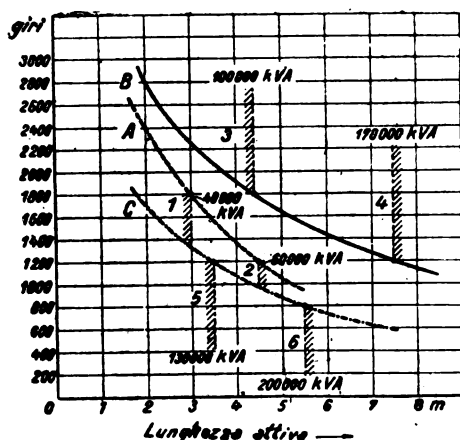


Fig. 2. — Numero di giri critico per macchine a 2-4-6 poli.

A = bipolari; B = tetrapolari; C = esapolari.

Prendendo in considerazione macchine tetrapolari con rotore del tipo a piastroni con due metri di diametro, in causa del minor diametro dell'albero la velocità critica è assai minore e si può realizzare il funzionamento elastico dell'albero. Se, data la velocità normale di 1500 giri, si fissa il limite minimo della velocità critica in 900 giri; ad essa corrisponde ancora una lunghezza attiva di circa 4,4 metri e quindi una potenza massima di  $26.000 \times 4,4 = 115.000$  kVA. Come si vede non vi è convenienza sensibile ad adottare questa costruzione in confronto a quello a tamburo.

Essa si adatta invece per le macchine esapolari in ragione del loro maggiore diametro. Per esse, dalla curva C di fig. 1 C, data la velo-

cità normale di 1000 giri si vede che pel funzionamento rigido dell'albero, ossia per una velocità critica di circa 1200 giri, si ha una lunghezza attiva massima di m. 3,5 alla quale corrisponde una potenza massima di  $39.000 \times 3,5 = 135.000$  kVA. Praticamente questo tipo ha poca importanza di fronte alla tendenza attuale di adottare i gruppi a due unità.

Per quanto riguarda i supporti, queste macchine di potenza limite non danno luogo a particolari difficoltà, in confronto della tecnica attuale che già conosce velocità periferiche dei perni di 50 m/s e pressioni di 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Con quali mezzi potranno essere elevati i limiti di potenza ora indicati?

Molto può essere fatto dal punto di vista puramente meccanico. Così ad esempio per le macchine bipolari vi è ancora un campo di possibili velocità critiche al di sotto della metà dei giri normali fino a circa 1200 giri, alle quali corrisponde ancora un funzionamento regolare dell'albero a 3000 giri. Ciò apre la possibilità di realizzare macchine del diametro di 1 metro, con lunghezze utili fino a m 4,5 e più e quindi con potenze unitarie di 60.000 kVA ed oltre.

Per macchine tetrapolari del tipo a tamburo si ha la possibilità di realizzare il funzionamento elastico dell'albero adottando una velocità critica da 1200 giri in giù fino a valori poco superiori alla metà dei giri normali. Si arriva così a lunghezze possibili di rotore di 7,5 m ed oltre a cui corrispondono potenze di 170.000 kVA e più. Costruzioni di questo tipo non devono riuscire eccessivamente ardue per la tecnica della forgatura.

Analoghe considerazioni si possono fare per le macchine a 6 poli; scendendo colla velocità angolare a 800 giri o anche più in basso si possono realizzare rotori di 5,5 m fino a 6,5 con potenze di 200.000 o 235.000 kVA. Le difficoltà del trasporto diventano però eccessive.

Un altro mezzo per aumentare la potenza unitaria consiste nell'adozione dell'idrogeno o del metano come mezzo raffreddante da adoperarsi in circuito chiuso. Da esperienze della A. E. G. e della G. E. Co. risulta che si può in tal modo elevare la potenza del 30 per cento. Si arriva così per macchine a 3000 giri a potenze di 80.000 kVA e per quelle tetrapolari a 225.000 kVA.

Bisogna naturalmente tenere conto della possibilità di costruzione delle turbine corrispondenti a così elevate potenze, tuttavia i recenti progressi di quel ramo della tecnica fanno ritenere che non da esso sorgeranno le maggiori difficoltà.

Da quanto si è detto risulta anche che non è più il caso di considerare per le maggiori potenze macchine a sei poli; come tipi normali sono da tenere presenti soltanto quelle bipolari o tetrapolari.

Le considerazioni svolte fin qui si sono basate sulla supposizione di macchine costruite per 650 A/cm; questo è un valore raggiunto solo negli ultimi anni ma che può certamente essere superato. Ciò dipende dalla maggior efficienza dei mezzi di ventilazione e dalla diminuzione delle perdite.

Come è ben noto, il perfezionamento della tecnica metallurgica ha permesso, colla adozione dei lamierini sottili di materiali speciali, di diminuire di circa il 25 per cento le perdite nel ferro.

Altri progressi sono stati recentemente compiuti nella eliminazione delle così dette perdite supplementari, dovute alle varie forme di correnti parassite, e che assorbivano anche nelle macchine abbastanza recenti, fino all'1,5 o al 2 per cento della potenza totale.

Così le perdite nelle testate della macchina, dovute alle linee di forza disperse e che si chiudevano attraverso i primi lamierini dello stator e la testata del rotore, sono state molto diminuite costruendo la testata del rotore in materiale non magnetico e adattando uno speciale anello di materiale magnetico che, offrendo facile percorso alle linee di forza disperse impedisce che esse penetrino nella massa. Questo elemento costruttivo non può più mancare nei moderni turboalternatori. La pratica ha dimostrato che esso elimina i riscaldamento localizzati che si verificavano nei primi lamierini dello stator e nella flangia di serraggio del rotore.

Anche le altre cause di perdite sono state con opportuni accorgimenti costruttivi, molto ridotte.

Tutto ciò ha portato naturalmente ad un aumento sensibile nel rendimento dei turboalternatori. Le moderne macchine da 40.000 kVA a 3000 giri a pieno carico e  $\cos \phi = 1$  hanno un rendimento di circa 97 % e quelle da 100.000 kVA a 1500 giri hanno un rendimento di circa 98 %. La curva dei rendimenti ha poi un andamento così appiattito che anche a 3/4 del carico si ha una diminuzione appena sensibile nel rendimento.

Nel complesso delle perdite, la percentuale maggiore è quella dovuta all'effetto ventilante che assorbe da 0,5 a 1 % della potenza della macchina. Per diminuire tale perdita vi sono due vie.

La prima è quella della ventilazione indipendente. Infatti i ventilatori portati dallo stesso rotore, si trovano ad avere un rendimento assai basso (dell'ordine del 30 %) a causa dell'altissimo numero di giri, mentre con ventilatori comandati da apposito motore a numero di giri più basso si possono raggiungere rendimenti del 60 o 70 %, ciò che corrisponde ad una diminuzione delle perdite per ventilazione. Con questo dispositivo si può ottenere una minore distanza fra i supporti dell'alternatore con evidente vantaggio meccanico; esso permette inoltre di regolare la ventilazione secondo le condizioni. Il dispositivo è stato adottato da alcuni costruttori ma non sempre destinato a generalizzarsi.

Più opportunamente si ricorre, come si è detto, a mezzi diversi dall'aria, ossia allo idrogeno o al metano, più leggeri e di maggior calore specifico dell'aria. Si può in tal modo non soltanto aumentare di un 30 %



la potenza, come già si è accennato, ma anche ottenere una miglior conservazione degli isolanti e una diminuzione delle perdite per ventilazione. Qualche difficoltà costruttiva sussiste tuttora per la tenuta del gas. Gli alternatori limite a 1500 giri, potrebbero in tal modo raggiungere una potenza di 130.000 kVA e, con  $\cos \varphi = 1$ , un rendimento di 98,5 per cento.

Per quanto riguarda le condizioni di sicurezza, il miglioramento dei materiali isolanti e della tecnica degli isolamenti, ha permesso di costruire attualmente alternatori a 10.000 o 13.000 volt che presentano lo stesso grado di sicurezza di funzionamento che avevano le vecchie macchine a 6000 V.

Per quanto ciò possa rendere possibile di far lavorare direttamente i turboalternatori su reti di distribuzione, è da ritenersi sempre molto consigliabile di collegare ogni generatore alla rete attraverso un proprio trasformatore il quale serve di efficace protezione all'alternatore contro i fenomeni perturbatori che avvengono in linea e permette anche una più semplice e più efficace protezione a mezzo di relais.

A questo riguardo ciò che più importa è la sicurezza di funzionamento dell'apparecchiatura. A tale scopo, l'A. consiglia che i relais si limitino ad un relais di terra e, tutt'al più, ad un relais differenziale. Infatti quasi ogni incidente ai generatori (considerando soltanto le grosse macchine) comincia con un contatto a terra e si sviluppa poi fino a un corto circuito o ad un principio di incendio. Un corto circuito non accompagnato o preceduto da un contatto a terra, è assai raro.

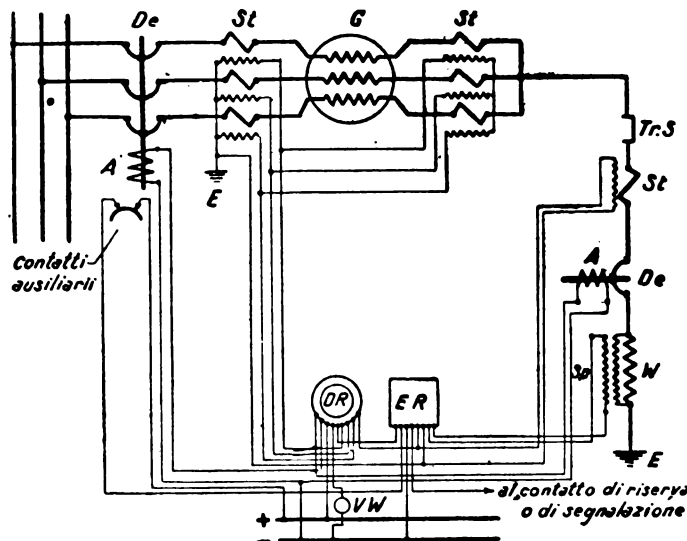


Fig. 3. -- Protezione differenziale e di terra per un turboalternatore direttamente collegato alla rete.

La fig. 3 rappresenta il dispositivo di protezione con relais di terra e relais differenziale. La connessione a terra del punto neutro dell'alternatore operata dal relais di terra deve avvenire naturalmente attraverso una resistenza il valore della quale è limitato da una parte dalla delicatezza del relais e dall'altra dalla necessità di impedire bruciature nel ferro in caso di perforazioni degli isolanti. Supponendo che la durata dell'arco che si forma nel caso di una perforazione possa avere (in dipendenza del funzionamento del relais ed organi dipendenti) una durata di 4 secondi, nasce la questione di sapere quale intensità di corrente nell'arco possa essere permessa senza che si giunga a gravi bruciature dei lamierini.

Esperienze eseguite hanno dimostrato che già correnti di soli 22 A (minimo valore usato nelle prove) producono alterazioni superficiali sensibili nei lamierini, tali però da non danneggiarli in modo grave. Si può quindi assumere come valore massimo permessibile quello di 20 A, e calcolare in base ad esso la resistenza di terra.

La sensibilità del relais di terra limita il suo campo di azione nei riguardi della protezione alle parti di avvolgimento molto prossime al punto neutro, poichè il relais non è efficace nel caso di perforazioni che avvengano in tali regioni dell'avvolgimento. Si è giunti ad estendere la protezione fino sull'80 o 90 per cento dell'intero avvolgimento.

Un miglioramento consiste nell'introdurre nel collegamento del punto neutro a terra, un interruttore che si apra, per l'azione del relais di terra, contemporaneamente all'interruttore principale in olio. In tal modo la durata dell'arco viene ridotta da 4'' a circa 0'',4 poichè non vi è più da tener conto del tempo di apertura dell'interruttore nè dell'esclusione del campo dell'alternatore. Si possono allora permettere, come le esperienze hanno dimostrato, correnti nell'arco dell'ordine di 70 od 80 A.

Più completa è la protezione indicata in figura 4. La protezione di terra dell'alternatore è interamente indipendente dai fenomeni perturbatori che possano avvenire in linea. Il centro dell'alternatore è connesso a terra attraverso una forte resistenza ohmica che può essere costruita di piccole dimensioni e di poco costo. Inoltre si introduce una tensione ausiliaria nel centro dell'alternatore, ciò che permette al relais di intervenire anche nel caso di un guasto che si verificasse in vicinanza al centro stesso, di modo che l'intero avvolgimento resta

protetto. Ciò si può ottenere con un trasformatore alimentato da una delle fasi dell'alternatore e avente circa 200 V sul secondario.

Un dispositivo che ha preso molto sviluppo in questi ultimi anni è quello della ventilazione mediante circolazione d'aria in circuito chiuso, facendo uso di appositi refrigeranti per l'aria circolante. Si evita così di prendere e filtrare sempre nuova aria, la quale in causa della imperfetta filtrazione finisce sempre in pratica coll'introdurre e depositare nell'alternatore quantità notevoli di impurità.

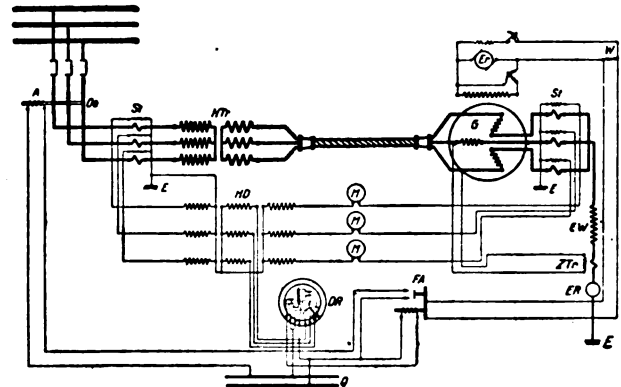


Fig. 4. — Protezione differenziale e di terra per un turboalternatore connesso al suo trasformatore.

I perfezionamenti realizzati nei dispositivi a circolazione chiusa hanno ormai dimostrato infondate le prevenzioni che si erano da principio nutrite contro di essi. Anche il timore che nella circolazione continua della medesima aria si avesse a formare ozono in proporzioni nocive si è dimostrato insussistente.

Anche la questione economica non ha più tanto valore, sia in ragione dei riconosciuti notevoli vantaggi della circolazione continua, sia perchè il graduale perfezionamento e la semplificazione degli impianti hanno assai diminuito il costo delle installazioni di refrigerazione.

I refrigeranti, molto semplici, sono costituiti da tubi ad alette proporzionati in modo che la superficie lambita dall'aria sia circa da 6 a 12 volte quella lambita dall'acqua. Si sarebbe potuto ulteriormente aumentare questa proporzione se non si avesse dovuto tener conto che anche la caduta di temperatura sulla parete lambita dall'acqua ha una notevole importanza, cosicchè per ogni piccola incrostazione dei tubi si deve temere un abbassamento sensibile del coefficiente di trasmissione del calore.

E' importante evitare di dover procedere troppo frequentemente a puliture del refrigerante. A questo riguardo i moderni impianti funzionano assai meglio di quelli costruiti nei primi tempi, essendosi adottate per l'acqua velocità molto maggiori che rendono meno facili i depositi. Così negli impianti moderni si possono usare con buoni risultati anche acque non pulite.

Non si può ad ogni modo evitare del tutto la necessità di periodiche puliture del refrigerante e perciò esso deve essere costruito in modo che tale operazione si possa compiere agevolmente. Si costruiscono perciò i refrigeranti a sezioni in modo che si possa procedere alla pulitura di ciascuna di esse senza interrompere il funzionamento dell'impianto.

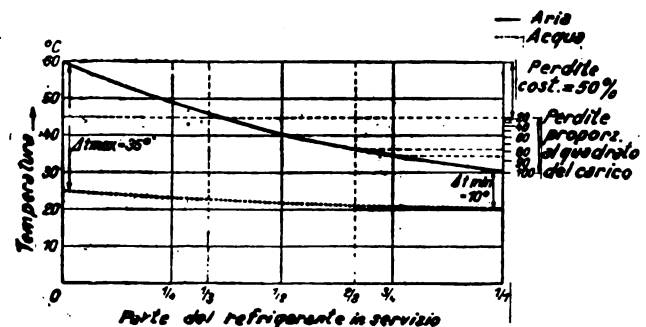


Fig. 5. — Potenza ammissibile nell'alternatore con refrigerante parzialmente escluso.

Come mezzo refrigerante viene talora utilmente impiegata l'acqua proveniente dalla condensazione del vapore della turbina, la quale prima di essere riportata in caldaia percorre i tubi del refrigerante. In tal modo si può evidentemente recuperare e rimettere in caldaia e quindi nel ciclo termico dell'impianto parte del calore rappresentante le perdite dell'alternatore. Ad esempio, assunto del 20 per cento il rendimento termodinamico totale di un impianto e del 96 per cento quello dell'alternatore, supponiamo che la metà del calore generato nelle perdite di esso (ossia il 2 per cento della sua potenza) venga ceduto dall'aria di ventilazione al condensato; il rendimento aumenta del 2 per cento del 20 per cento, ossia di 0,4 per cento; ossia il rendimento dell'alternatore può valutarsi non del 96 per cento ma del 96,4 per cento.

L'uso del condensato come refrigeratore ha anche il vantaggio di abolire la necessità della pulitura interna dei tubi. Viceversa ha lo svantaggio di una maggiore complicazione di impianto e di un maggior costo di installazione.

In alcune centrali si è adottato un sistema misto, usando il condensato durante l'inverno, e acqua presa all'esterno durante l'estate; si opera allora una pulitura alla fine dell'autunno.

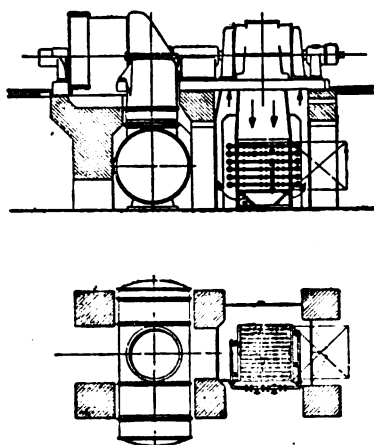


Fig. 6. — Disposizione del refrigerante nel caso del condensatore perpendicolare alla turbina.

Nelle grandi centrali è però in generale preferito il raffreddamento con acqua indipendente dal ciclo della caldaia, anche perché coll'aumentare del rendimento dei grossi alternatori il margine di ricupero diventa sempre più piccolo.

I refrigeranti sono generalmente composti da elementi sovrapposti costituiti da sistemi di tubi orizzontali.

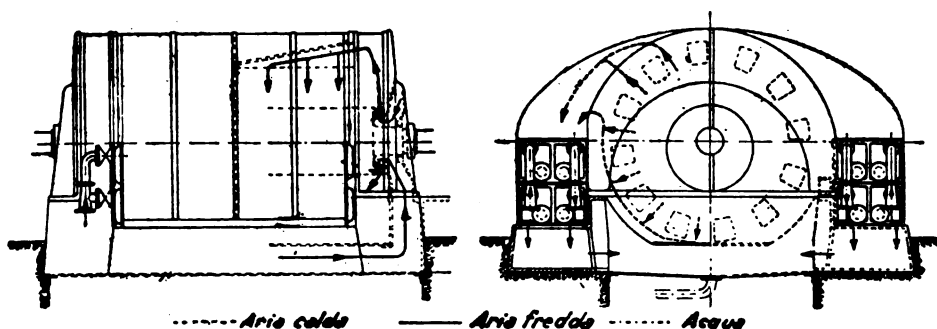


Fig. 8. — Disposizione del refrigerante affiancato all'alternatore.

E' interessante osservare, nei riguardi della pulitura di un elemento e quindi della sua esclusione dal servizio, che non è opportuno adoperare mai meno di tre elementi in serie. A questo proposito si osservi la figura 5 costruita nell'ipotesi che l'aria calda non debba superare i 60° e che le perdite costanti del generatore rappresentino il 50 per cento delle sue perdite totali. Le ordinate indicano le temperature dell'aria e dell'acqua e le ascisse rappresentano la porzione di impianto refrigerante percorso dall'acqua, ossia il numero degli elementi in servizio rispetto al numero totale.

Siccome la curva del raffreddamento ha andamento parabolico, si vede che l'aria ha raggiunto i 40° quando ha percorso metà del refrigerante; osservando le ordinate segnate a destra della figura e che esprimono le perdite costanti (50 % delle totali) e quelle proporzionali al quadrato del carico (50 % delle totali) si vede che per la condizione di 40° l'aria ha ceduto già più del calore corrispondente alle perdite costanti. Supponendo di mettere fuori servizio la seconda metà del refrigerante, è chiaro che la temperatura massima di 60° potrebbe essere mantenuta soltanto qualora si limitassero proporzionalmente le perdite limitando il carico: della figura risulta che occorrerebbe ridurlo a circa il 55 per cento del totale. Se si avessero perciò solo due elementi in serie, per procedere alla pulitura di uno bisognerebbe ridurre il carico della macchina a circa la metà.

Dalla stessa figura si vede che con tre elementi, sopprimendone uno, (ossia lasciando in servizio 2/3 del refrigerante) si può mantenere un carico del 78 per cento, e con quattro elementi si può fare la pulizia di uno con un carico 86 per cento del normale.

Considerando che il calcolo è impostato nell'ipotesi che l'acqua abbia inizialmente la temperatura massima supposta nel calcolo del refrigerante, ciò che in pratica in generale non succede, si può ritenere che la disposizione con tre elementi in serie sia praticamente adottabile.

Il modo di installazione del refrigerante dipende dalla installazione del condensatore della turbina. Se esso è disposto normalmente all'asse della turbina, lo spazio sotto l'alternatore resta disponibile e vi si può installare il refrigerante coi tubi perpendicolari all'asse della macchina (fig. 6); con questa disposizione si ha il vantaggio del poco ingombro e della piccola massa di aria in circolazione.

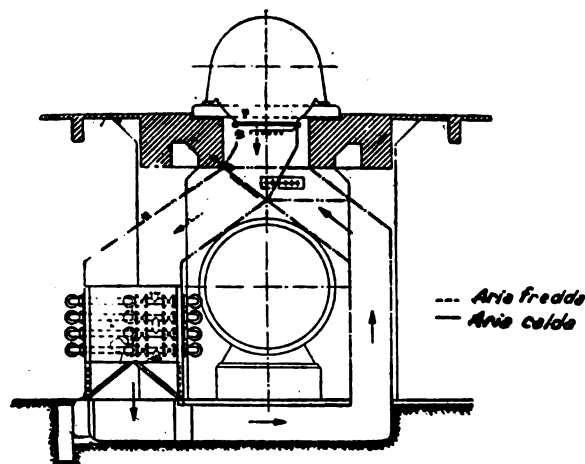


Fig. 7. — Disposizione proposta per il refrigerante.

Se il condensatore è messo parallelo all'asse della macchina, bisogna lasciare libero lo spazio sotto l'alternatore per la pulitura dei tubi del condensatore. Il refrigerante si installa allora sotto l'alternatore ma lateralmente, dove di solito si collocano i filtri d'aria.

Nel dispositivo di fig. 7 il condensatore è circuito da un canale nella quale l'aria circola colla velocità di circa tre metri per secondo; si lascia così accessibile il condensatore e si riduce notevolmente il

volume d'aria di circolazione. Ciò è sempre un vantaggio specialmente quando si disponga la prevenzione degli incendi mediante introduzione nell'aria di quantità aggiuntive di anidride carbonica, la quantità totale della quale deve naturalmente essere proporzionale alla quantità d'aria in circolazione. Anche il pericolo di infiltrazioni di aria esterna, umida o polverosa, è tanto minore quanto più piccolo è il circuito percorso e minore il numero di aperture per l'ispezione. Col dispositivo di fig. 7 si ha anche il vantaggio di poter ispezionare i tubi senza accedere nel cunicolo dell'aria.

Una soluzione nuova proposta dall'A. è quella di fig. 8 nella quale il refrigerante fa parte costruttivamente del corpo dell'alternatore. I quattro gruppi refrigeranti sono disposti ai due fianchi dell'alternatore. L'aria li investe dall'alto al basso e passa poi in un largo canale sotto la piastra di base

dell'alternatore, assumendo una velocità di circa tre metri al secondo, sufficientemente bassa per impedire l'eventuale trasporto di goccioline di acqua. Si evitano così le difficoltà dell'installazione nel sotterraneo; i refrigeranti sono molto facilmente ispezionabili. I tubi di alimentazione si trovano dal lato turbina; ogni elemento può essere messo fuori servizio ed anche smontato a mezzo della gru senza disturbare il funzionamento del complesso.

Con tale costruzione si può facilmente realizzare una tenuta perfetta e si diminuisce moltissimo il volume d'aria in circolazione tanto

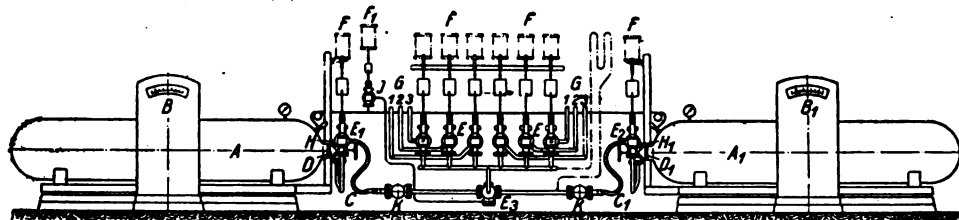


Fig. 9. — Protezione centralizzata ad anidride carbonica.

che si può ritenere che ogni principio d'incendio si spegnerebbe da solo prontamente. La installazione si presenta anche economica. Con essa è facile adottare l'idrogeno anziché l'aria come mezzo circolante.

L'ingombro non è rilevante quando si pensi che nei grandi turbogeneratori la lunghezza è assai maggiore delle dimensioni trasversali cosicchè l'aumento di esse di circa 75 cm non può avere grande importanza. Il refrigerante poggiando direttamente sulle fondazioni non viene danneggiato dalle vibrazioni.

Un alternatore di questo tipo è attualmente in costruzione.

Va attualmente molto diffondendosi il sistema di protezione contro gli incendi mediante l'anidride carbonica. Esso ha il vantaggio di poter essere reso automatico mentre il sistema prima usato dello spigni-

mento mediante vapore richiedeva un intervento manuale. Il sistema ad anidride carbonica con comando a relais differenziale o a relais di terra permette di realizzare un intervento immediato così da reprimere l'incendio ai suoi primi inizi, qualunque sia la sua origine, prevenendo nel modo più efficace i guasti all'alternatore.

La difficoltà maggiore a questo riguardo consiste nel fatto che non basta spegnere l'inizio di incendio ma bisogna anche impedire che esso possa nuovamente essere riacceso per causa delle parti metalliche arroventate per opera di un eventuale arco formatosi. Non basta quindi produrre una corrente d'aria contenente il 40 % di anidride carbonica che spegne la fiamma, ma è necessario che questa atmosfera sia mantenuta fino a che le parti metalliche arroventate si siano raffreddate. Perciò i dispositivi in commercio sono tutti costruiti in modo da mantenere entro l'alternatore una atmosfera ricca di anidride carbonica per circa una mezz'ora. Gli impianti sono anche provvisti di dispositivo di controllo per la provvista di anidride carbonica: le bombole sono montate su una bilancia la quale dà un segnale quando esse si vanno vuotando; si può in tal modo accorgersi di eventuali fughe o perdite.

Nelle grandi centrali il servizio è centralizzato con una batteria unica di bombole di gas e una rete di tubi che le collega con tutte le macchine da da proteggere, e con dei relais che, nell'occasione di un guasto, aprono la valvola principale della batteria e quella particolare dell'alternatore o del trasformatore in pericolo.

Una batteria di questo genere è prevista per la centrale di Rummelsburg per la protezione di sei alternatori da 45.000 kVA e di tre da 12.500 kVA nonché dei relativi trasformatori; per questi ultimi però occorre l'intervento manuale.

La fig. 9 dà l'idea di queste disposizioni centralizzate. Invece di molte bombole si hanno qui due grossi recipienti di anidride carbonica, uno dei quali di riserva. E' interessante osservare che il costo dell'impianto di protezione ad anidride carbonica non raggiunge l'1 % del costo dell'alternatore; nè può avere importanza economica il consumo di gas dovuto alle eventuali fughe. Colla costruzione prima considerata, a refrigeratori addossati all'alternatore, si può risparmiare molto nella quantità necessaria di gas e semplificare l'impianto installando una o due bombole, con una unica valvola, immediatamente sotto l'alternatore.

La protezione con anidride carbonica è anche possibile negli alternatori con raffreddamento a circolazione d'aria aperta, purchè si predispongano delle apposite serrande che permettano nel caso di pericolo di chiudere il canale dell'aria a monte e a valle dell'alternatore. Il funzionamento automatico mediante relais è però assai difficile a realizzare in questi casi.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sul selezionamento termico degli isolatori.

Riceviamo:

L'articolo dell'Ing. Selmo, comparso sul numero 8 dell'Elettrotecnica di quest'anno, descrive i risultati di esperienze eseguite su isolatori di porcellana per alta tensione.

Dopo avere indicato che per determinare la selezione è sufficiente un solo ciclo termico di 80°, viene alla conclusione seguente:

« Il selezionamento termico non può costituire una prova di classe per il giudizio sulla bontà di un tipo di isolatore ».

Noi vogliamo cercare di dimostrare che il selezionamento termico non può costituire l'indice per giudicare sulla bontà degli isolatori di vetro.

L'isolatore di porcellana non è visibile nell'interno della sua massa. Inoltre è composto di due materie diverse: porcellana e smalto.

Ora non esiste nessun dispositivo per controllare la massa interna del pezzo, e non esiste nessun dispositivo per controllare come è avvenuta l'adesione tra la porcellana e la superficie vetrosa.

Si sono escogitati dei mezzi, come per es., la rottura di qualche pezzo, per verificare la struttura interna; le prove di isolamento in vasca su tutti gli isolatori; quelle dell'arco elettrico pure su tutti gli isolatori; quelle termiche, ecc.; ed altre che gli studiosi e gli ingegneri costruttori di linee eseguono per vedere di eliminare i pezzi difettosi.

Il grande numero di ricerche sta per dimostrare che non esiste la prova classica per giudicare sulla bontà dell'isolatore di porcellana per alta tensione in quanto alla materia di cui esso è costituito (non alla forma).

Le prove potranno servire ad eliminare qualche pezzo con difetti grossolani, ma tutti i tecnici sono d'accordo nel ritenere che anche dopo le prove, l'eliminazione dei pezzi difettosi non è avvenuta completamente, anche perchè nelle esperienze non è possibile fare intervenire il fattore tempo. Si sa che i guai cominciano a presentarsi dopo qualche anno di esercizio in linea.

Se la selezione termica rappresentasse un metodo sicuro di esplosione interna degli isolatori di porcellana, è evidente che tutti i pezzi di una data fornitura dovrebbero essere sottoposti a tali prove prima della loro messa in opera.

Ma secondo noi tale metodo è da sconsigliare, perchè fa subire ai pezzi sollecitazioni tali da menomarli di fronte alle future azioni in linea.

Altro fatto: una data struttura e composizione della porcellana possono rendere gli isolatori deficienti agli sbalzi di temperatura, mentre essi possono dare buoni risultati in linea, dove del resto i limiti di variazione di temperatura sono molti più ristretti nell'unità di tempo. Viceversa certe porcellane deficienti in linea possono essere molto resistenti agli sbalzi di temperatura.

La composizione del vetro influisce sull'esito delle prove termiche, tanto è vero che si costruiscono termometri di vetro con scala sino a 400°.

Non sarebbe difficile, e neanche economicamente impossibile, fabbricare industrialmente un vetro che potesse rispondere alle prove termiche. Però la bontà dell'isolatore di vetro in linea, risulta esclusivamente da un compromesso fra l'isolamento elettrico, la durezza, l'elasticità, l'igroscopicità, il coefficiente di dilatazione; qualità che sono funzione della materia.

La lunga esperienza del fabbricante, avvalorata da quella di ingegneri e di tecnici d'esercizio delle linee, ha fissato le qualità dell'isolatore di vetro, aggiungendo, alla scelta degli elementi per mantenere costante la composizione della materia in tutta la massa dell'isolatore, la determinazione della forma, le proporzioni delle dimensioni, affinché esso risponda alle esigenze dell'esercizio.

Il fabbricante di isolatori in vetro trasparente, può verificare con certezza il suo prodotto. Quindi può non solo scartare i pezzi che mostrano difetti interni od esterni, ma separare quelli che non presentano equilibrio molecolare in tutta la massa, perchè l'esame è basato completamente sulla trasparenza e sulla visibilità, il che ha permesso di rendere industrialmente applicabile un semplice e sicuro metodo di controllo.

Ing. MARTE UBALDI  
Società Isolatori Folembay.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### IMPIANTI.

L. MANGIAGALLI — Impianto sul Serchio da Pontecosi a Castelnuovo di Garfagnana. (Dall'Energia Elettrica, gennaio 1927).

E il primo impianto costruito con serbatoio ottenuto mediante sbarramento sul Serchio; esso, se non per produzione di kWh, ma per

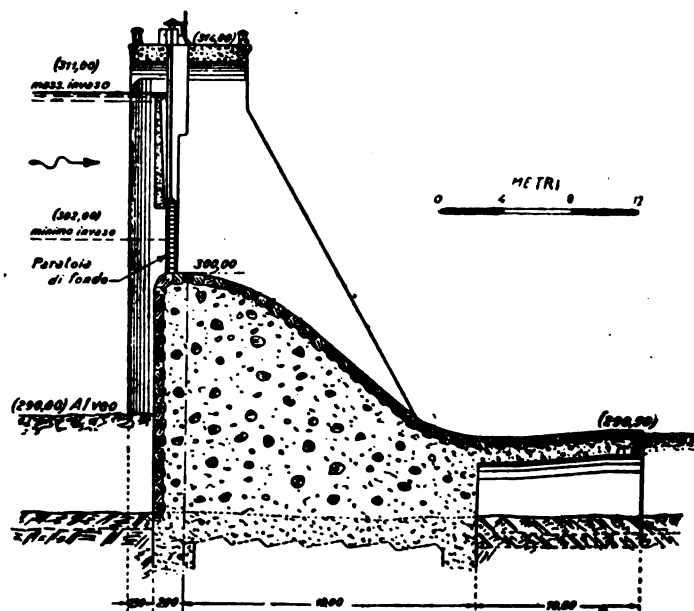


Fig. 1. — Sezione tipo della diga.

l'importanza del serbatoio, e delle opere e per la sua funzione di regolazione sull'impianto base funzionante più a valle fra Castelnuovo e Galliciano, è senza dubbio uno dei più importanti che possiede la Società Ligure-Toscana.

L'accumulazione utile ottenuta fra le quote estreme d'invaso a 311 e di svaso a 302 è di m<sup>3</sup> 2.300.000; il salto statico massimo è di

rico e nella centrale è installata una terza unità di riserva. La produzione annua di energia è di circa 20.000.000 kWh

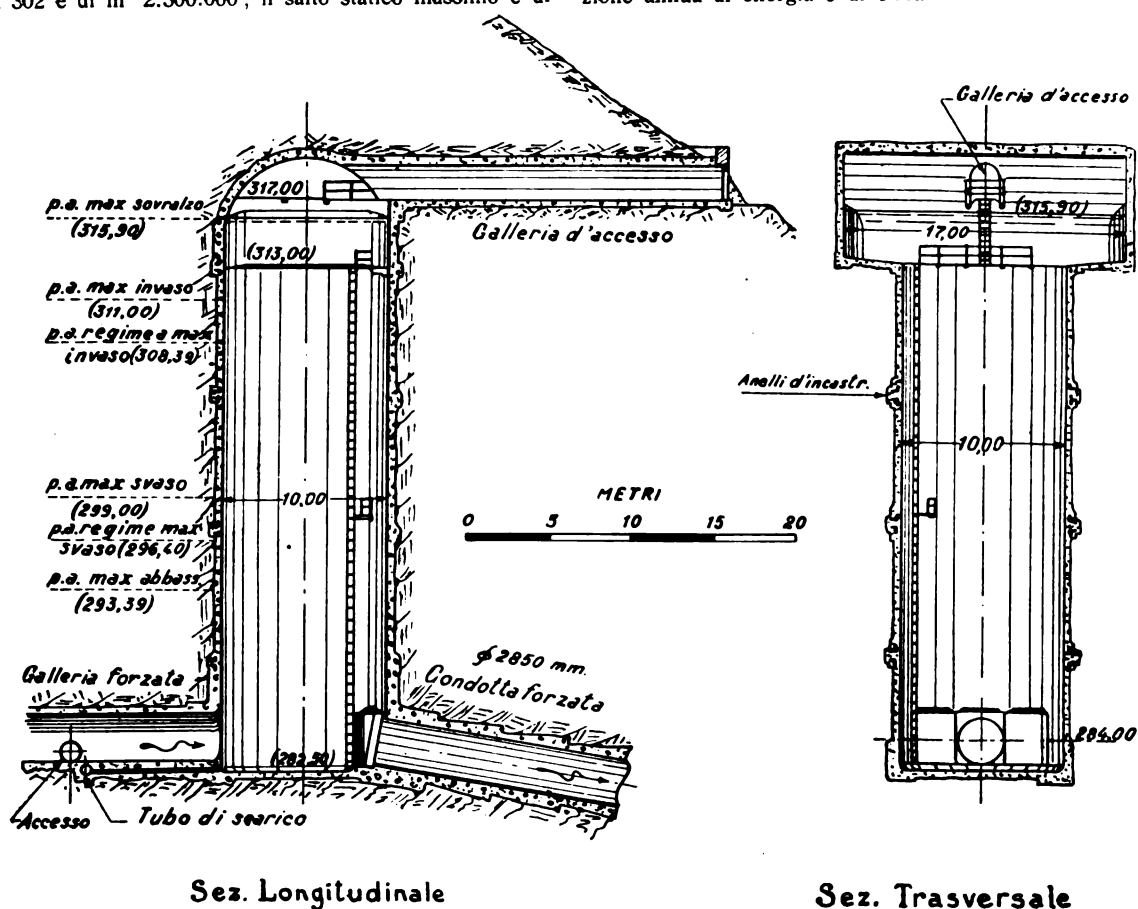


Fig. 2. — Sezione pozzo piezometrico.

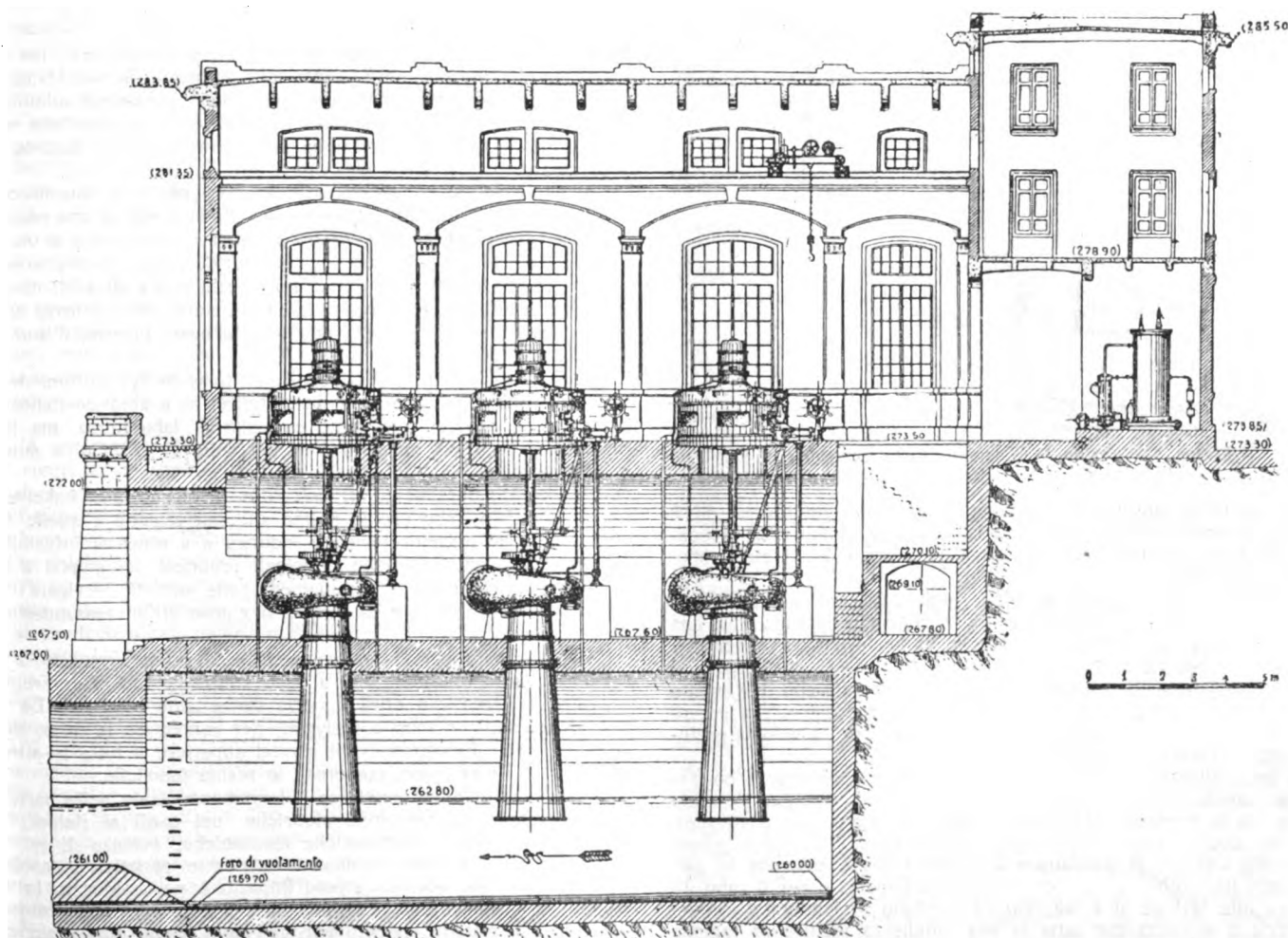


Fig. 3. — Sezione longitudinale della centrale.

m 48,40, il minimo di m 39,40, il medio circa di m 46. La portata massima calcolata per la derivazione è di m<sup>3</sup> 12; si può però derivare anche una portata maggiore perchè tutto l'impianto funziona sotto ca-

Lo sbarramento è impostato in corrispondenza ad un restringimento dell'alveo su roccia quasi affiorante; e la profondità massima a cui si è raggiunta la roccia sana di fondazione è a quota 281,50.



cioè a m 7,50 sotto l'alveo naturale ciò che porta l'altezza di ritenuta della diga a m 29,50.

Quest'ultima, di tracciato rettilineo è costruita con paramenti in pietra e massiccio interno di calcestruzzo con blocchi annegati ed è stata studiata in modo da evitare l'accumularsi nel serbatoio del limo trasportato durante le piene.

Tutta la parte centrale della diga non è altro che un grande scaricatore a paratoie di fondo che si appoggia su di un massiccio di fondazione, come per un'ordinaria opera di derivazione. Tutta la struttura della diga-scaricatore sovrastante al massiccio di fondazione è a pilastri collegati in sommità dal ponte di coronamento, mentre la parete di ritenuta fra i pilastri e sopra le paratoie di scarico è ottenuta con diaframmi verticali in cemento armato che si arrestano alla quota di massima ritenuta, in modo da avere la possibilità di libera tracimazione delle acque su tutta la lunghezza dei vani compresi fra i pilastri.

Complessivamente il volume di diga è risultato di m<sup>3</sup> 25.000 dei quali 10.000 sotto l'alveo del fiume; e occorsero 63.000 quintali di cemento a lenta presa. Per i tagli e per il paramento a monte la dosatura fu di 3 quintali di cemento per metro cubo; per il rimanente fu ridotta a 2 quintali. La proporzione media di blocchi di pietrame nel calcestruzzo per mc. di muratura è stata di 13,5 %; la massima raggiunta in corrispondenza alle grandi masse è stata del 22 per cento.

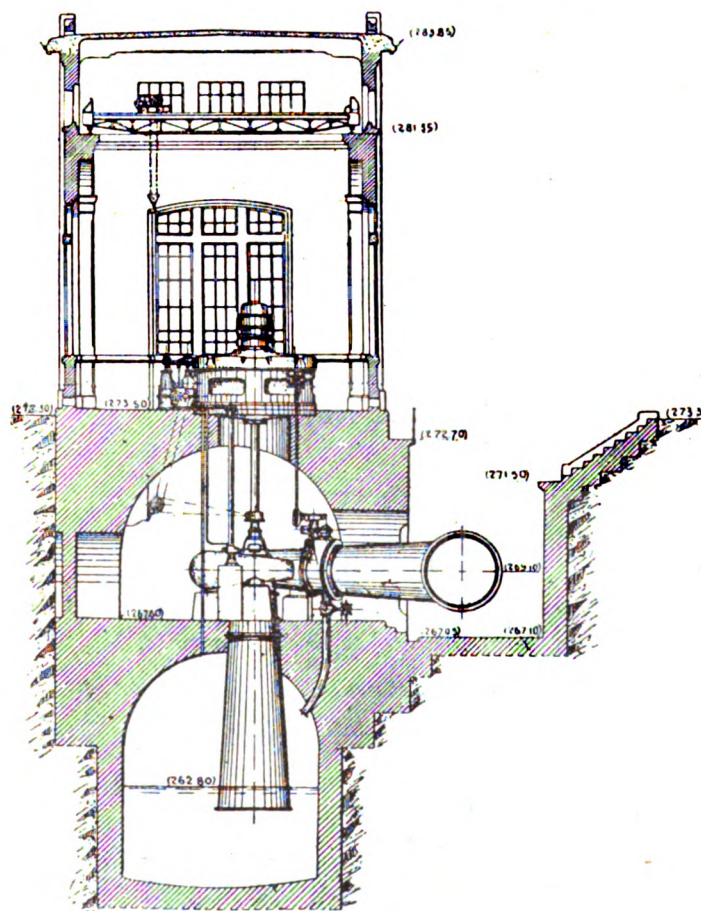


Fig. 4. — Sezione trasversale della centrale.

Per garantire un rapido smaltimento di piene improvvise si è installata in sponda destra una paratoia a settore, automatica ma comandabile anche a mano; essa è lunga 16 metri e ha il ciglio sfiorante a quota 306,50.

Ciascuna delle paratoie di fondo può scaricare a lago pieno 110 mc.; la paratoia in sponda destra a comando idraulico ha una capacità di scarico di 260 m<sup>3</sup>. Le paratoie di fondo del corpo centrale della diga hanno diaframmi piani ognuno portato da cinque coppie di ruote munite di bronzine e meccanismi di sollevamento con movimento a doppia vite con gruppo centrale azionabile anche a mano, con servomotore ad olio, unico per tutte le paratoie; si può però a volontà escludere l'una o l'altra delle paratoie.

La poca altezza di salto utilizzato ha reso necessario la costruzione del canale di derivazione sotto pressione; inoltre, per l'elevato rapporto fra la lunghezza di canale e salto utilizzato si è dovuto costruire un ampio pozzo piezometrico equilibratore. Dal pozzo piezometrico alla centrale la condotta sotto pressione è costruita in galleria e solo nell'ultimo tratto per lo sbocco all'aperto e per il tubo distributore alle turbine si è adottato un condotto in lamiera d'acciaio. La galleria è rivestita per tutta la sua lunghezza mentre in ragione alla natura delle rocce attraversate, si alternano continuamente i tratti con maggiore o minore spessore di rivestimento e quelli con rivestimento armato parziale o totale.

Il pozzo piezometrico è cilindrico verticale, a sezione costante circolare di metri 10 di diametro e termina in sommità con una camera di espansione rettangolare tangente al tronco inferiore e

simmetrica rispetto ad esso. La camera di espansione, che ha inizio poco sopra la quota 311 si è resa necessaria per contenere le oscillazioni di pelo d'acqua, conseguenti alle variazioni di carico onde non creare perturbazioni gravi nella regolazione del macchinario. Tutto il pozzo verticale è rivestito internamente da una camicia di cemento armato di spessore ed armatura degradanti dalla base alla sommità, e al pieno contatto fra roccia e rivestimento si è provveduto con iniezioni di cemento (fig. 2).

Forma e dimensioni del pozzo sono state stabilite e calcolate per contenere il sovrizzo d'acqua corrispondente all'arresto istantaneo del flusso totale di 12 mc. a lago pieno, e per limitare, a svasso massimo, l'abbassamento di livello per aumento istantaneo di deflusso di 6 mc.

La condotta in pressione a valle del pozzo piezometrico ha il primo tratto in galleria rivestito con anello di cemento armato calcolato per la pressione totale; all'estremo del secondo tratto, cioè del distributore in lamiera d'acciaio ad anelli chiodati, verrà installata una valvola di scarico.

Nella centrale sono installati tre gruppi ad asse verticale, riserva compresa, ciascuno per 6 mc. di portata, con turbine Riva, tipo Francis accoppiate ad alternatori Brown-Boveri da 2400 kW, 5000 V, 50 periodi e 500 giri (fig. 3 e 4).

La disposizione ad asse verticale è esclusivamente dovuta alle condizioni topografiche che con gruppi ad asse orizzontale non avrebbero permesso di utilizzare tutto il salto disponibile fino alla quota d'invaso dell'impianto Castelnuovo-Galliano.

L. B.

## MATERIALI.

### L. E. BARRINGER — Un ritrovato per gli isolanti a base di mica. (Gen. El. Rev., novembre 1926, pag. 757).

E' noto come dalla reazione di alcune sostanze organiche per fenomeni di condensazione di due o più molecole in una, si formino le resine liberando acqua.

Nel 1872 Bayer scoprì la reazione fra fenolo e aldeide formica; nel 1882 Michell mostrò la facilità della reazione delle aldeidi sui fenoli in presenza di acidi catalizzatori. Nel 1899 Smith brevettò un processo per ricavare un materiale isolante dai fenoli e dalle aldeidi; tale sostanza, detta « Novolac », è una resina fenolica permanentemente solubile e fusibile.

Nel 1909 il Dott. Baekeland brevettò la « Bakelite », resina fenolica che diviene insolubile e infusibile in seguito a riscaldamento, e che trovò vaste applicazioni, avendo il Dott. Baekeland eliminato in essa lo svantaggio della spugnosità delle altre resine fenoliche usando catalizzatori alcalini ed applicando una contropressione durante il riscaldamento.

Il successo della bakelite stimolò le ricerche in questo campo. I chimici della G. E. Co. giunsero così alla scoperta di una resina glicerica a base di glicerina e anidride ftalica. La glicerina è un sottoprodotto dell'industria del sapone, e l'anidride ftalica si ottiene facendo passare vapore di naftalina mescolato all'aria sopra gli acidi molibdenico o vanadico riscaldati, funzionanti da catalizzatori; essa si trova in commercio sotto forma di cristalli aghiformi, a basso prezzo; il suo punto di fusione è 130°.

Tale tipo di resina è il Glyptal, e il nome deriva dall'unione delle iniziali delle due sostanze componenti (glicerina e anidride ftalica). Per breve tempo esso rimase come curiosità di laboratorio, ma le sue interessanti proprietà spinsero i tecnici della G. E. Co. a studiarne pratiche applicazioni.

Si cercò naturalmente di sostituire il glyptal alla bakelite, ma non fu possibile, dato che le resine gliceriche rispetto a quelle fenoliche, richiedono maggior tempo a indurire e a rendersi infusibili. Fu osservato però che una delle principali proprietà del glyptal è quella di aderire tenacemente e perfettamente alle superfici levigate (vetro, porcellana, mica, ecc.), e da questo si giunse all'interessantissimo attuale impiego.

Dall'epoca in cui si era cominciato ad usare l'impasto di mica con lacca, detto micanite, fino a poco tempo fa non si era riusciti a sostituire la lacca con altra materia cementante migliore. Le prove fatte alcuni anni or sono col glyptal, per cementare la mica, diedero ottimi risultati, dimostrandosi il glyptal superiore a tutte le altre lacche sino ad allora usate, comprese le resine fenoliche.

L'impasto di mica con lacca è largamente usato nelle varie parti dei commutatori di macchine elettriche, nei quali si richiedono all'isolamento elevate caratteristiche meccaniche, assenza di residui di carbonizzazione, elevata rigidità dielettrica e resistività, insolubilità negli oli minerali, ecc. Lo stesso impasto è poi impiegato in tutti i casi, in cui si incontrano insieme tensione elettrica e temperature elevate. Gli esperimenti condotti per vari anni hanno dimostrato che in tutti questi impieghi la micanite al glyptal è superiore a quella alla lacca.

Il glyptal carbonizza con difficoltà, mentre le resine fenoliche carbonizzano facilmente e lasciano depositi; inoltre riscaldando una sottile pellicola di glyptal, questa vaporizza e scompare completamente, mentre le resine fenoliche e la lacca lasciano depositi carboniosi molto



nocivi. Il valore pratico di questa proprietà è specialmente sentito negli apparecchi elettrici soggetti a riscaldamento subitanei locali, come reostati, commutatori, ecc. Il glyptal non solo carbonizza con difficoltà, ma i residui della decomposizione ad alta temperatura, prima della carbonizzazione, non intaccano il rame e non sono conduttori mentre i residui della lacca corrodono il rame e sono conduttori. Malgrado che l'agglomerato della mica col glyptal abbia una densità solo del 7 % più elevata che non l'impasto mica con lacca, la sua solidità e resistenza meccanica, rispetto a questo sono assai superiori a quanto corrisponderebbe a tale dato.

L'agglomerato mica-glyptal non rigonfia nè si deforma e la rigidità dielettrica è da 10 a 60 % maggiore di quella della mica con lacca, a seconda del processo di preparazione.

Alcuni tubi di mica con lacca dello spessore di 3 mm vennero perforati alla tensione di 25.000 volt, mentre gli stessi tubi fatti con impasto di mica e glyptal vennero perforati a 40.000 volt.

L'impasto mica-glyptal può venire forato, tagliato e comunque lavorato come quello di mica e lacca. L'uso del nuovo isolante di mica inoltre non richiede speciale attrezzamento diverso da quello usato per la micanite. La G. E. Co. usa ora l'agglomerato di mica-glyptal normalmente in tutti i casi in cui è richiesto isolamento rigido a base di mica.

Oltre ai risultati su esposti per la produzione di impasti rigidi, si è trovato che il glyptal può venir vantaggiosamente provato in forma flessibile come richiesto per i fogli di mica flessibili, mantenendo a lungo la sua flessibilità. E' evidente che il glyptal possiede a questo punto di vista forti vantaggi rispetto alle vernici ad olio e a spirito, che col tempo perdono le loro qualità in seguito a ossidazione o lenta distillazione.

C. G. E. (\*)

## MOTORI ELETTRICI.

**C. P. HAMILTON — Equipaggiamento elettrico per elevatori per silos.** (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 646).

Questo tipo di impianto di sollevamento si va specialmente sviluppando per sollevare a grande altezza materiali sciolti, granulosi, che scendono naturalmente da una bocca di scarico. L'impianto consiste in una cucchiaia o cesta che è sollevata lungo una incastellatura di guida verticale od inclinata, per mezzo di un argano.

Questi tipi di impianti si distinguono in tipi a cucchiaia non equilibrata, in tipi con contrappeso e in tipi equilibrati provvisti cioè di due cucchiaie, di cui una scende vuota quando l'altra sale carica. Le capacità delle cucchiaie possono variare da 0,5 a 5 m<sup>3</sup> con velocità di sollevamento da m 0,40 per i tipi non equilibrati a m 1,5 al secondo per i tipi con contrappeso ed equilibrati.

L'A. analizza separatamente gli impianti di piccole portate e con velocità non superiore a m 0,6 al secondo da quelli più veloci e di maggiore portata. Nei primi si usa di solito il motore a induzione a velocità costante con rotore a gabbia di scoiattolo; per impianti di questo genere il motore non supera mai i 18 kW e viene perciò attaccato direttamente alla linea alla piena tensione. Se però le Società esercenti non consentono l'inserzione diretta, si ricorre o all'uso di resistenze sul primario del motore a gabbia di scoiattolo o all'uso di motori ad anelli con inserzione di resistenze rotoriche all'avviamento.

L'A. analizza anche i tipi di motori adatti per il caso della corrente continua; in questo caso per gli impianti equilibrati è preferibile usare motori con eccitazione in derivazione o compound: invece per gli impianti non equilibrati si usano motori con eccitazione in serie con dispositivo per la frenatura di ricupero alla discesa.

Per impianti con velocità superiore a m 0,6 al secondo bisogna disporre per un rallentamento della cucchiaia, quando essa, alla fine della sua corsa, è prossima allo scarico. Per impianti a corrente alternata si adottano allora motori a induzione con commutazione di poli per ottenere la velocità ridotta; si possono anche adottare motori ad anelli con inserzione di resistenza usando però precauzioni speciali.

Per grandi impianti di sollevamento in cui si fa uso della corrente continua si può adottare il sistema Ward Leonard.

L'A. chiude il suo articolo analizzando i sistemi di comando, che vanno distinti in non automatici, semiautomatici e interamente automatici. Il primo sistema è poco usato perchè richiede la continua presenza ed attenzione di un operatore: nel semi automatico la cucchiaia esegue automaticamente una corsa completa di andata e ritorno e l'operatore deve solo provvedere a farla partire nuovamente quando è carica; si applica quando il carico è di natura intermittente. Negli impianti completamente automatici il ciclo delle operazioni si ripete ininterrottamente senza alcun intervento dell'operatore. Per tutti questi casi sono stati studiati appositi dispositivi di comando con relative protezioni.

C. G. E.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

**A. PALME e H. C. STEPHENS — Due gruppi di trasformatori da 60 000 kVA con variazione di rapporto sotto carico.** (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 634).

Questi complessi trifasi di trasformatori monofasi furono costruiti dalla G. E. Co. per la Philadelphia Company e furono installati presso la centrale Schuylkill per il collegamento colla centrale di Chester: sono provvisti di dispositivo per la variazione di rapporto sotto carico, allo scopo di regolare, in accordo con la domanda locale, le variabili condizioni di scambio di energia fra i due impianti.

I due complessi trifasi da 60.000 kVA, 60 periodi 72.450 13.800 volt con collegamenti stella triangolo, sono costituiti di elementi monofasi di 20.000 kVA del tipo a nucleo ed a raffreddamento naturale in olio.

La variazione di rapporto può essere ottenuta sia sotto carico, sia a vuoto. In questo caso è conseguita a mezzo di variatori disposti opportunamente sotto il coperchio del cassone del trasformatore. La variazione sotto carico invece viene realizzata con l'aiuto di un trasformatore trifase regolatore, il cui secondario è disposto, per fase, in serie all'avvolgimento di alta tensione del trasformatore di potenza presso il punto neutro. Il primario del trasformatore regolatore è alimentato da un autotrasformatore trifase disposto, per fase, in parallelo all'avvolgimento di bassa del trasformatore di potenza. Tale autotrasformatore porta una serie di prese per ogni fase che viene sdoppiata e ripartita in modo eguale fra due commutatori.

I bracci di contatto di questi sono connessi, attraverso ad un interruttore, ciascuno ad uno dei due estremi dell'avvolgimento primario della fase corrispondente del trasformatore regolatore, mentre i punti medi degli avvolgimenti delle fasi corrispondenti del trasformatore regolatore e dell'autotrasformatore sono collegati distintamente fra loro.

Le due metà dell'avvolgimento primario del trasformatore regolatore sono disposte rispetto all'avvolgimento secondario della fase corrispondente in modo da poter portare ciascuna tutto il carico durante i periodi transitori. E' evidente che manovrando opportunamente i due commutatori si può eccitare il primario del trasformatore regolatore in modo da ottenere nel secondario una f. e. m. concorrente o contraria a quella esistente nell'avvolgimento di alta tensione del trasformatore di potenza, producendo in tal modo, sotto carico, la variazione di tensione voluta, sia in più che in meno.

Le due unità, autotrasformatore e trasformatore regolatore, sono disposte l'una sopra l'altra in modo da formare un solo complesso; i sei commutatori vi sono disposti accanto in due triplici accoppiamenti ed in modo da essere mossi da un unico meccanismo nell'ordine prestabilito di manovra, in accordo con la manovra degli interruttori.

La variazione di rapporto può essere comandata a distanza.

C. G. E.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**FALKINER NUTTALL — La più recente linea di trasmissione a 220 000 volt sulla costa del Pacifico.** (World Power, febbraio 1927).

Com'è noto la California ha dato grande sviluppo alle trasmissioni di energia elettrica a grande distanza. Le principali linee di trasporto di energia hanno direzione da Nord-Est verso Sud-Ovest. Così la Pacific Gas and Electric Co. ha costruito nel 1923 una linea da Pitt River a S. Francisco a 220 kV; la Great Western Power Co. fece nel 1908 l'impianto di una linea a 165 kV da Feather River a S. Francisco; la Southern California Edison Co. costruì nel 1916 una linea da Big Creek a Los Angeles, linea che in principio funzionò a 150 kV e poi nel 1923 fu trasformata a 220 kV.

La Great Western Power Co. deriva l'energia elettrica dal fiume Feather regolato mediante serbatoio artificiale situato ad una altitudine di m 1350 (Lago Almanor). La potenza a impianto completo sarà di 750.000 kW circa; per ora ne sono installati 127.000 kW mentre sono in corso i lavori per altri 43.800 kW. Questa energia è distribuita specialmente nella parte settentrionale della California.

La S. Joaquin Light e Power Co. deriva l'energia da corsi d'acqua montani senza serbatoi importanti e, durante l'anno, una parte considerevole del carico è sopportata da impianti a vapore. Questa potenza è distribuita nella parte centrale e meridionale della California; il massimo carico si verifica nell'estate a causa del notevole aumento del quantitativo di forza assorbita a scopi irrigui. Le Norme per la costruzione delle linee a grande distanza sono stabilite dai regolamenti editi dalla Commissione delle linee della California. Secondo questa il paese è diviso in territori in cui si verificano sui conduttori sollecitazioni meccaniche rilevanti, e in territori a sollecitazioni limitate; ciò in dipendenza alle condizioni climatiche, e meteorologiche.

Il fattore di sicurezza stabilito rispetto al carico di rottura è: per i conduttori 2; per gli isolatori 3; per fondazioni nei rispetti del sollevamento 1,5, per fondazioni rispetto a sprofondamento 3; per i sostegni 1,5 (rispetto al limite di elasticità).

La più recente linea a 220.000 V ha un tracciato quasi rettilineo da Brighton a Merced, su una distanza di circa 400 km.

Il diametro dei conduttori fu determinato in base alle perdite per effetto corona, tenendo conto delle condizioni meteorologiche medie.

Fu scelta una distanza fra i conduttori di m. 4,80.

Fu sperimentato un cavo in rame avente una sezione di circa 250 mm<sup>2</sup> e formato di due strati di conduttori elementari: uno di 30 con diametro di mm 2,80 e l'altro pure di 30 con diametro di mm 2,00 con un'anima costituita da un ferro a I ritorto. Il diametro del cavo era di mm 27,17. Questo cavo risultò considerevolmente più pesante di quello in alluminio con anima in acciaio, di equivalente conduttività.

Fu scelto un cavo in alluminio con anima di acciaio, costruito dalla Alluminium Co. of America e rispondente ai seguenti dati:

Diametro	mm 27,8
54 fili in alluminio di diametro	" 3,04
7 fili in acciaio di diametro	" 3,04
Carico di rottura	kg. 12.500
Sezione di alluminio	mm <sup>2</sup> 400

Intorno alla questione della tensione massima da dare ai conduttori, le direttive seguite dalle varie Società sono diverse. La Southern California Edison Co. ha teso il suo conduttore ad alte tensioni meccaniche ed usato lunghe campate con pali bassi che si dovettero costruire considerevolmente robusti per resistere nel caso di rottura dei conduttori. Per contro la Pacific Gas and Electric Co. e la Great Western Power Co. non hanno ricorso a tali alte tensioni ma hanno impiegato pali più alti.

Nella nuova linea si adottò una tensione di 3150 kg con campate da 250 a 350 metri e vennero usati pali normali del tipo di fig. 1.

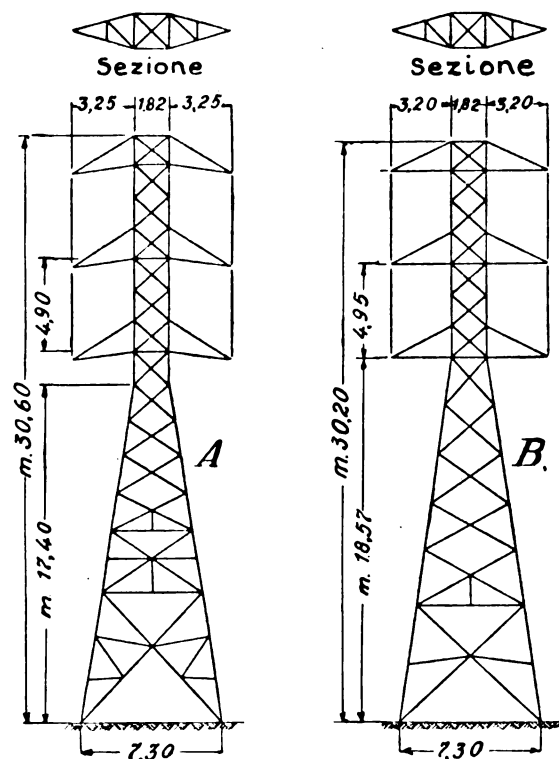


Fig. 1. - A: palo normale; B: palo d'ancoraggio.

Per avere un margine di sicurezza il palo e le mensole furono costruiti per sopportare tutta la tensione di kg. 3150.

Le palificazioni furono sottoposte alle seguenti prove:

Pali normali di sospensione.

Carico longitudinale kg 9450 egualmente diviso e applicato a 3 punti di attacco.

Carico trasversale kg 5940 egualmente diviso e applicato a 6 punti di attacco.

Carico verticale kg 8100 egualmente diviso e applicato a 6 punti di attacco.

La struttura delle torri è leggerissima e all'uopo fu usato dell'acciaio con un limite di elasticità di kg 3140/cm<sup>2</sup> e un carico di rottura di circa kg 4880/cm<sup>2</sup>.

Ad eccezione dei carichi verticali gli altri di prova furono applicati con cavi in acciaio scorrevoli su pulegge sostenute da strutture in legno di altezza sufficiente a rendere possibile la trazione orizzontale. I cavi furono accoppiati a dinamometri.

Oltre alle torri normali di sospensione furono usate per attraversamenti torri speciali rinforzate, provate con un carico del 20 % superiore ai pali normali e provviste di basi identiche a quelli di estremità. Si costruirono inoltre torri di trasposizione allo scopo di variare la disposizione relativa dei conduttori per ottenere una capacità verso terra più uniformemente distribuita.

Diverse macchine scavatrici furono impiegate per la costruzione dei basamenti delle torri che sono del tipo senza blocco di calcestruzzo

con utilizzazione della resistenza della massa terrosa compresa fra il prolungamento dei tralicci.

La torre di sospensione normale fu provvista ai piedi di quattro appoggi di m. 0,90 di diametro e m 2,70 di profondità, mentre le torri di estremità e di trasposizione furono munite di quattro appoggi di m 0,90 x m 1,20 per m 3,20 e m 1,80 di profondità.

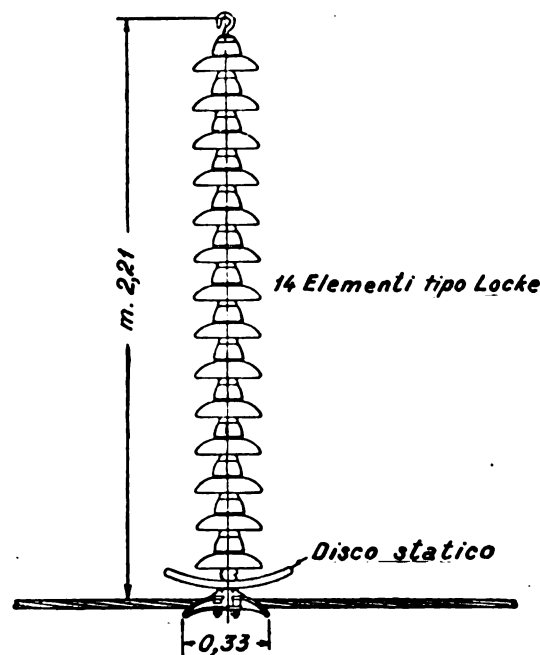


Fig. 2. - Catena di isolatori a sospensione.

Gli isolatori del tipo a sospensione hanno una resistenza di kg 4500 e quelli d'ancoraggio una resistenza di kg 9000. La parte più interessante dell'isolatore è il così detto disco statico già adottato sulla linea a 165.000 volt della Great Western Power Co. Questo tipo fu anche usato per la linea a 220.000 volt ma di forma ovale invece che circolare, di cm. 30 x 45; la sua funzione è, come è noto, quella di ottenere una migliore distribuzione del gradiente. L. B.

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

J. A. DEWHURST — **Il miglioramento della circolazione nel centro di Chicago determinato dal "rerouting", e dalle segnalazioni luminose.** (El. Rail. Journal, 27 marzo 1926, pag. 537).

Fino dal 1924 l'amministrazione municipale di Chicago aveva regolato il movimento delle vetture tramviarie nella zona centrale della città, secondo il piano studiato da una apposita Commissione di tecnici dei vari enti interessati, in base al principio di coordinare il movimento centripeto delle vetture col movimento centrifugo (rerouting) in guisa da evitare ogni giro vizioso e di eliminare nel contempo tutte le svolte verso sinistra. Il provvedimento si dimostrò assai efficace, tanto che l'obbligo delle svolte verso destra venne esteso anche ai veicoli privati. Il traffico ne riuscì sveltito, e l'aumento della velocità media venne riscontrato dell'ordine del 27,5 per cento.

Negli ultimi tempi, la regolazione della circolazione venne ancora migliorata grazie ad un sistema di segnalazioni luminose, disposte agli incroci stradali, le quali in questo primo esperimento hanno già dato risultati assai lusinghieri determinando un ulteriore aumento della velocità media dei veicoli compreso fra il 25 ed il 50 per cento così che il miglioramento complessivo portato dai due provvedimenti, va dal 50 all'80 per cento.

Le segnalazioni luminose sono regolate con un sistema automatico, ma non sincrono, nel quale la coordinazione dei vari movimenti è stata stabilita in base ad accurati studi preliminari sull'andamento del traffico nei vari punti interessati.

Ai quattro vertici di ciascun crocicchio, sono state posate, lungo i marciapiedi, quattro colonnine a tre luci delle quali: la luce rossa ordina la fermata, la luce verde dà la via libera e la luce gialla preavvisa del cambio di luce. Da ogni colonnina partono cinque fili per il comando delle luci, ed i quattro gruppi di fili di ciascun crocicchio sono collegati fra loro così che una linea unica a cinque fili comanda tutte le luci di un incrocio. Dal punto di vista elettrico, basterebbero, per questo, quattro soli fili; il quinto conduttore funge da neutro per la luce gialla allo scopo di evitare un abbassamento di luminosità quando questa si accende assieme ad una delle altre due.

I cinque fili di ciascun incrocio fanno capo, attraverso condotti sotterranei, al quadro centrale di comando, collocato nei sotterranei del palazzo municipale. Sul quadro sono montati 54 relais; 49 corrispondono ai 49 incroci della zona e cinque sono di riserva per sostituire prontamente quelli che eventualmente si guastassero.

La disposizione dei relais sul quadro corrisponde esattamente alla ubicazione degli incroci sulla pianta stradale così che una persona pratica della topografia cittadina può, a colpo d'occhio, individuare i relais che comandano i singoli incroci.

Il meccanismo motore è costituito di un motore da 0,75 kW il quale, attraverso riduzioni a ingranaggi, comanda un albero orizzontale che corre lungo il margine inferiore del quadro. All'altra estremità di questo albero è montato un analogo comando di riserva e l'albero può essere facilmente inserito su l'uno e sull'altro con una semplice manovra di leve. Un albero verticale, comandato a mezzo di ingranaggi conici, sale in corrispondenza ad ogni gruppo verticale di relais e li comanda, ciascuno separatamente, per mezzo di camme. I relais portano quattro contatti di argento e, con appositi condensatori, è ridotto al minimo lo scintillamento ai contatti durante le manovre.

In questo modo l'azione di ciascuno dei 49 relais è sincrona, ed ognuno di essi compie l'intero ciclo in un tempo prestabilito che regola tutto il sistema.

Le camme possono anche venir regolate separatamente per inserire esattamente l'azione del relais nel ciclo del sistema. In questo modo è possibile regolare a piacere la durata dei movimenti nel periodo di un ciclo assegnando, per esempio, il 40 per cento del tempo totale ai movimenti in direzione nord-sud ed il 60 per cento ai movimenti in direzione est-ovest oppure stabilendo quell'altra qualsiasi ripartizione che meglio risponda alle esigenze del traffico. Inoltre, per mezzo di un variatore di velocità inserito fra il motore e l'albero principale, si può variare la velocità di quest'ultimo e quindi la periodicità dei cicli in modo da adeguarli al traffico nelle diverse ore della giornata.

Nel caso di Chicago, i cicli sono regolati, attualmente come segue:

dalle	7,30	alle	8	:	60	secondi
"	8	"	9	:	70	"
"	9	"	16,30	:	75	"
"	16,30	"	18	:	80	"
"	18	"	0,30	:	60	"

Al sabato è adottato il ciclo di 80 secondi a cominciare da mezzogiorno e la domenica si adotta un ciclo unico di 60 secondi.

I singoli conduttori sono protetti ciascuno con una propria valvola per modo che un corto circuito mette fuori servizio solamente le lampade comandate dal conduttore colpito. Per tener conto poi delle maggiori cadute di tensione che si verificano nei circuiti più lunghi e dare a tutte le lampade lo stesso grado di luminosità, sono state inserite opportune resistenze di compensazione nei circuiti più brevi.

Causa la ristrettezza delle strade, solo in pochi punti si sono potute predisporre piattaforme di sicurezza per i pedoni, ed agli incroci dove queste mancano, i veicoli debbono attendere che sia ultimato lo scarico ed il carico delle tramvie. Queste ultime vengono così a regolare la velocità di tutto il traffico ed è perciò della massima importanza che il loro movimento si svolga colla maggiore speditezza tanto più che le tramvie hanno un movimento di passeggeri superiore ai tre quarti di quello trasportato da tutte le altre specie di veicoli. In rapporto a questa considerazione, il gioco delle luci è stato studiato in modo da agevolare sempre il movimento delle vetture e non mai da arrestarle. Una vettura, arrivando alla zona centrale, trova la luce verde della via libera oppure l'attende per qualche secondo: da questo momento il gioco delle luci è già regolato in armonia col movimento della vettura stessa, in modo da non farle perdere un istante. Essa arriva al secondo crocicchio; si ferma il tempo strettamente necessario per il carico e scarico dei passeggeri (calcolato in dieci secondi circa) ed al termine di esso trova pronta la luce verde per proseguire, e così via per le tratte successive. In questo modo le soste ai segnali sono ridotte al minimo e tutto il traffico ne risulta avvantaggiato. I tempi impiegati dalle vetture per percorrere le singole tratte ed i periodi di sosta alle fermate, sono stati determinati in base a numerose osservazioni, prendendo la media dei valori raccolti e, pure in base ad osservazioni, sono stati coordinati i cicli del movimento nord-sud con quelli del movimento est-ovest. In realtà, nella giusta coordinazione dei due movimenti sta la chiave di volta della buona riuscita del sistema.

La regolazione del movimento lungo una determinata arteria, può essere studiata sulla carta con un diagramma molto simile agli orari grafici ferroviari, nel quale le ordinate rappresentino le distanze dei singoli incroci dal punto di partenza e le ascisse i tempi. Lungo l'ascissa di ciascun incrocio, si rappresentano con tratti orizzontali neri i periodi di luce rossa (fermata) mentre gli intervalli vuoti corrispondono i periodi di luce verde (movimento). Si tratta di aggiustare la lunghezza e di coordinare la successione dei diversi tratti in modo da non intralciare mai il movimento della vettura.

Con questo sistema si è ottenuta una velocità commerciale delle vetture, nell'attraversamento della zona centrale della città, di 10,5 ÷ 12 km-cra.

La luce gialla si accende, assieme ad una delle altre due, per tre secondi al termine di ciascun periodo di accensione e serve come segnale del cambiamento di luce; non si può più iniziare il movimento di traversata quando assieme alla luce verde è accesa anche la luce gialla.

Le opere inerenti all'attuazione del piano di «rerouting» vennero a costare 150.000 dollari e l'impianto completo di segnalazioni è calcolato 230.000 dollari.

g. a. r.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPLICAZIONI VARIE.

L'applicazione dei raggi X all'esame dei carboni fossili è stato tentato con successo. Il metodo permette di riconoscere con facilità la natura e la quantità delle particelle estranee contenute nel carbone, e di arrivare sollecitamente a classificare carboni secondo le loro proprietà e la natura loro. Esso permette inoltre di scegliere i pezzi di carbone più puri fra una massa in esame; si può così determinando la percentuale intrinseca di ceneri farsi a priori una idea del limite massimo di beneficio che si può realizzare adottando un processo di lavaggio.

\*

L'impiego di circuiti elettrici per le misure di variazioni piccolissime di lunghezza ha permesso di raggiungere limiti di misura dell'ordine di centomillesimi o milionesimi di millimetro, mentre, come è noto anche i metodi interferometrici non arrivano oltre il decimillesimo di millimetro al massimo. I principali circuiti elettrici adatti a tali misure si riducono fondamentalmente ad un medesimo tipo che si basa su di un circuito oscillante del quale fa parte un condensatore la cui capacità viene fatta variare in ragione degli spostamenti da misurare producendo la variazione della corrente di placca di una lampada a tre elettrodi. Nel Journal Franklin Inst. del luglio 1926 sono descritti gli schemi di circuito più usati e viene analizzato il loro funzionamento.

### CONDUTTURE.

L'importanza delle pressioni esercitate dal vento sulle linee di trasmissione, è messo in evidenza dalla tesata attraverso il fiume Sacramento (S. U.) di una linea ad alta tensione recentemente costruita. La campata è lunga circa 1300 metri ed è sostenuta da torri in ferro, una delle quali è alta 153 metri e l'altra poco meno. Il peso dei conduttori sospesi alle due torri ammonta a 35.000 chilogrammi; la pressione del vento sui conduttori aggiunge uno sforzo di altri 7000 chilogrammi. La torre di sostegno principale pesa per sé stessa 200 tonnellate ed è costruita per resistere ad una pressione del vento di 54.000 chilogrammi. Essa posa su palificazioni che si addentrano 27 metri nel terreno sotto un basamento in cemento pesante 500 tonnellate; il 66 % di tali palificazioni è richiesto appunto dagli sforzi generati dal vento.

\*

Per mantenere un sufficiente grado di isolamento nelle linee telefoniche fra le città della costa atlantica e quelle della costa del Pacifico, negli Stati Uniti, si incontrarono gravi difficoltà nella regione prossima al gran Lago Salato. Larghissime estensioni di terreno sono coperte da fanghi salati o da veri banchi di sale. L'aria stessa è impregnata di sale tanto che dopo un periodo di tempo ventoso tutte le superficie esposte si trovano ricoperte di una crosta salina. In queste condizioni di cose il mantenere l'isolamento delle linee riusciva estremamente difficile. Si dovette ricorrere ad una lavatura periodica degli isolatori, la quale viene effettuata mediante getti di vapore saturo generato in apposite caldaie trasportabili. La lavatura può essere eseguita da terra con appositi dispositivi. A tale espediente si è ricorsi per non causare interruzioni nel servizio come sarebbe avvenuto con altri procedimenti di lavatura, sebbene si vada così incontro all'inconveniente riconosciuto che il vapore accelera il così detto invecchiamento degli isolatori. E' interessante notare che, sebbene i pali siano in legno e siano infitti in terreno fortemente paludoso, essi si conservano perfettamente, appunto in causa dell'alto contenuto in sale.

### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

La Conferenza Internazionale delle Grandi Reti Elettriche ad Alta Tensione terrà la sua quarta sessione a Parigi dal 23 giugno al 2 luglio prossimo. Come è noto la Conferenza si raduna una volta ogni due anni, dal 1921 in poi. La prossima sessione comprenderà tre sezioni: Costruzione del materiale; Costruzione delle linee; Esercizio delle reti. Alla Conferenza aderiscono 28 Nazioni; all'ultima sessione del 1925 parteciparono 530 membri, costruttori di materiali elettrici, distributori di energia, studiosi di elettrotecnica. Le lingue ufficialmente ammesse alla Conferenza, sia per le Relazioni che per le discussioni sono solamente due: il francese e l'inglese. Tutti gli interessati possono rivolgersi per informazioni a M. Tribot Laspiere, Segrétaire Général de la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques à Haute Tension - 25, Boulevard Malesherbes - Paris.

\*

La quarta Esposizione di Radiotrasmissioni avrà luogo a Parigi dal 28 ottobre al 13 novembre 1927 nei locali dell'Esposizione dell'Automobile al Grand Palais. L'Esposizione è riservata ai membri del Syndicat Professionnel des Industries Radioélectriques al quale gli interessati possono rivolgersi direttamente (Paris - Boulevard Malesherbes n. 25).



### GENERATORI ELETTRICI.

Il più grande gruppo turbo-alternatore del mondo si trova in costruzione nelle Officine della American Brown Boveri El. Corp. La sua potenza in servizio continuo è di 160.000 kW, di gran lunga superiore a quella dei maggiori turbo-alternatori costruiti sinora. La pressione assoluta del vapore è di 19,6 kg./cm<sup>2</sup>, a 325° C.; la parte elettrica, a 13.880 volt, 60 periodi, è prevista per  $\cos \varphi = 0,85$ , ossia per circa 190.000 kVA. Il gruppo è destinato alla Centrale di Hell Gate della New York Edison Co. Dato il costo enorme del terreno, la Società si è rivolta ai principali costruttori col problema: dato uno spazio di determinate dimensioni, offrire il gruppo più potente possibile. Infatti il macchinario di cui sopra, coi relativi condensatori, occupa una superficie di soli m. 12 x 20,5 circa.

### IMPIANTI.

Un nuovo impianto elettrico è progettato a Shanghai per rispondere alle crescenti domande di energia in seguito al continuo sviluppo della città. Attualmente il carico massimo è di 5000 kW ma si prevede di arrivare presto ai 10.000 kW. Nel nuovo impianto termoelettrico, saranno installati due gruppi da 10.000 kW ciascuno, trifasi, a 50 periodi, 6600 V. Le turbine funzioneranno con vapore a 28 atmosfere surriscaldato a circa 350°, facendo 3000 giri al minuto. L'energia sarà distribuita alla tensione di 33.000 V a tre cabine principali, le quali alla loro volta alimenteranno con cavi sotterranei le 19 cabine esistenti, pure fra loro collegate per mezzo di cavi. Il costo dell'opera completa è preventivato in due milioni di dollari.

\*

Una nuova grande Centrale idroelettrica è stata inaugurata a Morkfos in Norvegia sul fiume Glommen. Il fiume è sbarrato con una diga in cemento armato e la centrale è parzialmente contenuta entro la diga; il salto utile è di 21 metri e la portata varia fra 229 metri cubi al secondo e 2970 m<sup>3</sup>/s. Sono installate 7 unità da 9000 kW e vi è posto per altre 6. I generatori a 11.000 V, 150 giri, hanno 40 poli, e sono ad asse verticale; il supporto di sostegno superiore sopporta uno sforzo di 150 tonnellate. Gli alternatori sono muniti di freno per arresto rapido; la temperatura massima arriva a circa 40 gradi.

### MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il collegamento delle turbine idrauliche coll'alternatore mediante riduttore a ingranaggi è stato adottato nell'impianto di Hohenstein nella Ruhr. Il rapporto di trasmissione è da 12,5 a 1 di modo che le turbine compiono 60 giri e gli alternatori 750. Le turbine sono ad asse verticale, da 900 kW per un salto di circa 5 metri. Il comando avviene mediante due pignoni che ingranano con una ruota a dentatura a spirale: il sistema è chiuso in una cassa d'olio. Il montaggio del riduttore è fatto in modo da permettere una certa adattabilità per i piccoli spostamenti. Il rendimento della trasmissione si assicura che arrivi al 99 %. La casa Krupp di Essen che ha fornito il riduttore prevede l'applicazione di esso anche a turbine di tipo Francis oltrechè a quelle Kaplan come a Hohenstein. I soddisfacenti risultati ottenuti in questa prima installazione hanno indotto già ad adottarla in altri impianti tedeschi.

### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

L'insediamento del nuovo Consiglio Direttivo del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico. — Sotto la presidenza del Presidente, Ing. Guido Semenza, assistito dal Segretario Generale, Prof. Coppadoro, ha avuto luogo presso il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo sviluppo e l'incremento dell'industria italiana, l'insediamento del Consiglio Direttivo, nominato secondo le norme del nuovo Statuto.

Il Presidente diede anzitutto relazione al nuovo Consiglio dei lavori compiuti dal Comitato nel primo decennio dalla sua fondazione, mettendo in modo particolare in evidenza l'opera da esso svolta tanto moralmente che materialmente a favore dei laboratori scientifici universitari.

Accennò poi agli studi ed alla propaganda fatta per l'economia dei combustibili compiacendosi dei provvedimenti presi da S. E. Belluzzo, che nominato a suo tempo Presidente della apposita Commissione del Comitato S. T., ne sta realizzando le conclusioni. Ricordo anche l'attività della Sezione Pesca, presieduta dal Sen. Rizzetti.

L'Ing. Finzi a sua volta riferì sull'Archivio Tecnico Scientifico da lui organizzato e regalato al Comitato e che fornisce a soci e non soci la documentazione bibliografica su quanto è stato e viene pubblicato nei vari rami delle scienze fisiche e chimiche e delle loro applicazioni.

L'On. Bignami illustrò l'opera finora svolta dal Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, da lui presieduto, e che è un'altra delle emanazioni del Comitato Scientifico Tecnico.

Sul futuro programma dell'Ente ebbe luogo una profonda e serena discussione, a cui parteciparono tutti i presenti, i quali si mostrarono unanimemente persuasi della opportunità che l'opera del Comitato si indirizzi nell'indirizzo finora seguito specialmente per quanto si riferisce alla bibliografia scientifico-tecnica, alle borse di perfezionamento a giovani laureati ed all'appoggio agli inventori, augurandosi che sia possibile ottenere dagli Enti pubblici e dalla illuminata generosità degli industriali i mezzi necessari allo svolgimento di tale programma.

Vennero poi approvati i bilanci delle varie gestioni e nominate le Commissioni proposte alle varie attività del Comitato e cioè:

Commissione Archivio Tecnico, Commissione Pesca, Commissione per i Laboratori Scientifici, e Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni.

\*

La Associazione Olandese del Commercio e dell'Industria Elettrotecnica (Verbond van Electrotechnische Handel en Industrie), ha tenuto dal 15 al 18 marzo u. s., una importante riunione a Utrecht. Alla riunione parteciparono i principali esponenti della elettrotecnica e dell'industria elettrica olandese; venne anche organizzata una interessante Mostra di 25 Ditte costruttrici di materiale elettrico in Olanda. Fra le Comunicazioni più importanti presentate al Congresso, va ricordata quella del Dott. Lulops sulle applicazioni domestiche e civili dell'elettricità: sterilizzazione del latte, riscaldamento dei locali scolastici, accumulazione dell'energia durante la notte per produzione di acqua calda al mattino (in Olanda il prezzo notturno dell'energia è assai più basso di quello diurno). Il 95 per cento delle case di Amsterdam sono provviste di servizi elettrici, non solo per luce, ma per i vari usi domestici; in 172.000 case sono impiegati 110.000 ferri da stiro e 65.000 aspiratori della polvere. L'Azienda elettrica municipale di Amsterdam ha venduto durante il 1926 tanti apparecchi elettrici per 2 milioni e 880.000 franchi-oro. Fra le altre Comunicazioni presentate, A. Philips riferì circa il successo delle prove eseguite per le comunicazioni telefoniche colle Indie Olandesi e coll'Australia servendosi di onde corte (30 metri).

### VARIE.

I metodi di lavoro in uso, con successo, negli Stati Uniti sono applicabili in Europa? (Revue Générale de l'Électricité, Paris, 22 gennaio 1927, vol. XXI, n. 4, pag. 153). Si afferma da alcuni autori che l'attuale prosperità economica degli Stati Uniti derivi dai suoi metodi di lavoro caratterizzati dalla lavorazione in serie e dalla standardizzazione dei pezzi. Essi ne deducono che per la rinnovazione economica dell'Europa sarebbe necessaria l'applicazione degli stessi metodi. Poichè questo dogma non è da tutti accettato, riuscirà interessante un'analisi, fatta nel « Bulletin quotidien » della Société d'Etudes et d'Informations économiques, di un articolo pubblicato dall'Ing. Monden nella rivista « Stahl und Eisen », n. 24 del 1926.

Secondo il Monden, durante la guerra gli Stati Uniti hanno guadagnato circa 9 miliardi di dollari, così che si valutava nel 1922 la loro ricchezza nazionale a 320 miliardi di dollari, e cioè di circa 2900 dollari per abitante. Di più essi abbondano in ricchezze minerali e di prodotti del suolo. Di conseguenza il loro tenor di vita è tale che ciascuno esercita un'arte, una professione, non per l'arte e la professione stessa, ma pronto a cambiarla pur di avere più dollari. Così che essi mancano di operai specializzati nel mestiere. Da qui il rimedio che essi hanno adottato di frazionare la fabbricazione in una moltitudine di operazioni semplicissime, che in poco tempo chiunque possa imparare ad eseguire. Di qui la così detta standardizzazione. Una vasta propaganda poi, incoraggiata dallo Stato e favorita dal ribasso dei prezzi e dal rialzo dei salari, ha esteso lo smercio di prodotti standardizzati. Ma tale smercio non si estende molto oltre la frontiera. Nel 1924 il commercio estero degli Stati Uniti è già ritornato a circa 30 miliardi di marchi, che, tenuto conto dell'elevazione mondiale dei prezzi dopo la guerra, non è molto diverso dai 18 miliardi di marchi che tale commercio raggiungeva ante-guerra. La produzione americana è obbligata a rivolgersi verso l'interno, che le offre un campo estesissimo, e a proteggersi con le dogane. L'aumento dei salari ha aumentato il potere di acquisto della popolazione, favorito ancora dal credito aperto dalla vendita a rate. Nel 1925 si sono vendute automobili a rate per tre miliardi di dollari. Difficilmente si fanno riparazioni, perchè costano troppo di mano d'opera. Si acquista a nuovo, aumentando così il bisogno di prodotti nuovi.

L'organismo economico degli Stati Uniti funziona dunque presso a poco così: Le ricchezze naturali di un grande territorio, ripartite fra un numero relativamente piccolo di abitanti, procurano loro, con un lavoro normale, un guadagno che oltre a farli vivere bene, consente di fare economie. Queste essi le impiegano in parte a produrre merci e in parte a finanziare il consumo, pagando così essi stessi gli interessi delle loro economie.

In Europa il ciclo è diverso. Le economie formano ancora il capitale e con questo le fabbriche. Ma il prodotto non si vende se non quando vi sono economie sufficienti a permettere il consumo. Quindi minori interessi. D'altra parte le economie si impiegano piuttosto contro pagamento di interessi, che non in oggetti di consumo. L'Europa è più povera di ricchezze naturali e molto più popolata. Per fare economie deve quindi mettere in valore la sua eccedenza di mano d'opera, per mezzo dell'esportazione, perfezionando cioè l'operaio specializzato, l'operaio di prim'ordine nell'industria di finimento, nel lavoro di qualità. Applicando i metodi americani noi distruggeremmo questo elemento attivo che è il solo che abbiamo. La standardizzazione non deve essere da noi spinta al lavoro finito, ma solo agli strumenti, e tutt'al più ai semilavorati. Dobbiamo coltivare i gusti particolari e tradizionali del mercato mondiale, che perderemmo (a favore degli Stati Uniti) quando esso fosse abituato alla uniformità del prodotto in serie.

E. G.

**Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.**

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

**Nel 1° Centenario della morte di Alessandro Volta.** Fascicolo speciale dell'«Energia Elettrica» — Milano.

L'Unione Nazionale delle Industrie Elettriche (succeduta all'A. N. I. E. L.) per iniziativa del suo Presidente, On. Prof. G. Motta e sotto la direzione del Prof. O. Corbino, ha testè pubblicato, in elegantissima veste, un grosso fascicolo, — numero speciale dell'«Energia elettrica» — per la ricorrenza centenaria della morte di Volta. Il fascicolo, di 326 pagine nel formato grande della rivista, vuol essere una «messa a punto» sullo stato delle conoscenze circa i fenomeni elettrici ed una rassegna dell'odierno sviluppo delle principali applicazioni dell'elettricità. All'opera, il Corbino chiamò a collaborare una eletta schiera di fisici e di tecnici come il lettore può desumere dal sommario del volume, che qui riproduciamo.

O. M. Corbino: *La corrente elettrica e l'elettromagnetismo.*  
Luigi Volta: *L'opera scientifica di Alessandro Volta.*  
Eligio Perucca: *150 anni di elettrostatica.*  
Ferdinando Lori: *La corrente elettrica e l'elettromagnetismo.*  
Luigi Lombardi: *L'induzione elettromagnetica.*  
Michele La Rosa: *Calore ed elettricità.*  
Alfredo Pochettino: *I conduttori variabili.*  
Luigi Puccianti: *La teoria del magnetismo.*  
Enrico Fermi: *Gli effetti elettro e magnetoottici e le loro interpretazioni.*  
Enrico Persico: *Fenomeni galvano e termomagnetici nei metalli.*  
Michele Catone: *Sulle azioni magnetoelastiche.*  
Antonino Lo Surdo: *Il passaggio della elettricità attraverso i gas ionizzati.*  
Ugo Bordoni: *La illuminazione elettrica.*  
Quirino Maiorana: *Le nuove radiazioni.*  
Livio Cambi: *Elettrochimica, aspetti e problemi attuali dell'elettrolisi.*  
Angelo Barbagelata: *La misura delle grandezze elettriche.*  
Alberto Dina: *La produzione industriale della corrente elettrica.*  
Riccardo Arnò: *Motori elettrici.*  
Giuseppe Sartori: *I grandi trasporti di energia.*  
Riccardo Vallauri: *Radiocomunicazioni.*

Ai singoli autori fu lasciata la più ampia libertà nello svolgimento del tema a ciascun d'essi assegnato, e se ciò ha dato molta varietà al volume, rendendone più piacevole la lettura, ha causato una certa disomogeneità sia di forma che di sostanza. Le monografie passano infatti dal tipo didattico — talvolta quasi con carattere di volgarizzazione, tal'altra di tono elevatissimo, — a quello di scritti pensati e rivolti ad un pubblico di specialisti dell'argomento trattato; in talune prevale l'elemento storico, altre abbondano di spiegazioni e di dimostrazioni, altre invece sorvolano su ogni spiegazione limitandosi ad esporre lo stato delle questioni.

Con tutto ciò il volume riesce assai interessante ed istruttivo. Non potendo qui parlare singolarmente di tutte le monografie — come pure sarebbe interessante — vogliamo almeno ricordare quella del Prof. Corbino che con una brillante e brevissima esposizione mostra come la teoria di Volta, sulla f. e. m. di contatto sia ancora oggi, al lume di tante successive scoperte, sostanzialmente esatta e feconda di interessanti deduzioni ed applicazioni.

\*

E. PACORET. — *Aide - mémoire - formulaire de la T. S. F.* (Radiotélégraphie - Radiotéléphonie - Radiotélégraphie - Radiotélévision) — Librairie A. Blanchard - Paris, 1926 - Un vol. legato in tela, formato 14 x 18 cm., di pag. 577 e fig. 255. — Prezzo 32 franchi.

L'A. dichiara nella prefazione di essersi proposto lo scopo di raccogliere tutti i dati finora noti nella radiotecnica e di presentarli in forma immediatamente accessibile per chi è già esperto in questo ramo, pur offrendo in pari tempo al lettore novizio una buona guida per formarsi una cultura pratica nel campo delle radiocomunicazioni.

Dopo un breve riassunto storico, la materia del volume è divisa in tredici capitoli, di mole assai diversa l'uno dall'altro, i cui titoli danno un'idea del carattere dell'opera: I. Notazioni; Unità; Formule generali; Simboli; Glossario — II. Nozioni generali sulla corrente elettrica — III. Natura e propagazione delle onde elettriche; Oscillazioni e oscillatori — IV. Apparecchi raccoglitori di onde — V. Radiotelegrafia (Trasmettitori, Ricevitori, Amplificatori, Emissione e ricezione direzionali; Stazioni di dilettanti; Regolazione) — VI. Applicazioni della radiotelegrafia — VII-VIII. Radiotelegrafia e sue applicazioni. IX. Prove e misure. — X. Stazioni trasmettenti — XI. Segnali orari. XII. Telemeccanica — XIII. Leggi e regolamenti.

La somma di nozioni, che interessano la radiotecnica, è ormai così vasta ed in così rapida e continua trasformazione, che non può non accadere a ciascun lettore, che sia un po' addentro nell'argomento, di rilevare in un libro come questo difetti di proporzione e di distribuzione, in confronto col suo particolare modo di vedere. Ma ciò è, come abbiamo detto, inevitabile nella fase attuale di sviluppo della tecnica e si verifica in misura maggiore o minor per qualunque libro del genere. In particolare, questo del Pacoret non è in realtà un semplice ma-

nale ed un formulario, perchè in molti luoghi prende piuttosto l'andatura di un libro scolastico con trattazioni e dimostrazioni relativamente estese. Vi si nota la parte preminente data alla radiotelegrafia e vi si deve riconoscere lo sforzo zelantemente compiuto per raccogliere in un volume di mole ridotta la più larga e la più recente messe di informazioni tecniche, così da offrire un mezzo di consultazione, che potrà certo riuscire prezioso a molti lettori.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI FIRENZE

La sera del 29 marzo u. s. ad ore 21 fu tenuta l'Assemblea ordinaria per l'approvazione del bilancio.

Anzitutto il Presidente commemora con brevi parole lo scomparso Socio Ing. Santarelli. Indi mette in discussione i bilanci consuntivo e preventivo; nessuno avendo domandato la parola, si procede alla votazione. Gli scrutatori fanno lo spoglio delle schede depositate dai presenti e delle schede giunte per posta, in quanto si era creduto interpellare anche i Soci che non sarebbero potuti venire alla Riunione.

Il Bilancio, di cui una copia viene allegata, è risultato approvato all'unanimità dai votanti. Si procede all'elezione dei due delegati alla Sede Centrale, essendo scaduti per compiuto biennio i colleghi Prof. Luigi Pasqualini e Ing. Enrico Levi non rieleggibili, e vengono nominati all'unanimità i Soci Ing. Giovacchino Banti e Ing. Alberto Picchi.

Esaurita rapidamente la questione amministrativa, il Presidente dà la parola al Prof. Ronchi, il quale intrattiene l'uditorio, suscitando vivo interesse, su «La crisi delle moderne teorie della fisica».

E' impossibile riassumere la conferenza breve ma densa di considerazioni. Il chiarissimo conferenziere mostra come negli ultimi anni si siano messi in evidenza dei fenomeni che non sono spiegati dalla teoria dell'ondulazione della luce, mentre tutti i noti fenomeni di interferenza non sono spiegati dalle nuove teorie di fisica atomica. Ne segue che non vi è oggi una teoria generale che racchiuda sotto di sé tutti i fenomeni conosciuti. Bisogna dunque attendere una nuova concezione per spiegare tutto sotto un'unica teoria.

La riunione si sciolse con la promessa di molte interessanti riunioni nella primavera.

#### RENDICONTO FINANZIARIO DELL'ANNO 1926.

##### Entrata:

Contanti in Cassa al 1° Gennaio 1926 . . . . .	L. 10.151,85
Incassi per quote sociali:	
7 quote del 1926 . . . . .	L. 410,—
192 " " " ind. . . . .	" 15.360,—
3 " " " sem. . . . .	" 120,—
10 " " " coll. . . . .	" 120,—
1 " " " spec. . . . .	" 150,—
1 " " " stud. . . . .	" 25,—
	" 21.115,—
Interessi . . . . .	" 485,—
Contributi delle Società ospiti per il ricevimento degli Ingegneri francesi . . . . .	" 1200,—
	<u>L. 32.951,85</u>

##### Uscita:

Spese generali:	
Cancelleria e stampati . . . . .	L. 1.140,—
Posta e bolli . . . . .	" 517,45
Pigione e telefono . . . . .	" 2.125,—
Ricevimenti . . . . .	" 1.357,20
Stipendi, gratificazioni ed esazioni . . . . .	" 981,—
Contributi . . . . .	" 11.789,—
Contanti in Cassa al 31 dicembre 1926 . . . . .	" 15.042,20
	<u>L. 32.951,85</u>

#### SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1927

##### Attivo:

Contanti in cassa . . . . .	L. 15.042,20
Quote da esigere . . . . .	" 470,—
Mobili e impianto . . . . .	" 1.000,—
	<u>L. 16.512,20</u>

## Passivo :

Capitale al 1° gennaio 1926 . . . . .	L. 7.696,85
Credito della Sede . . . . .	" 3.855,—
Attivo netto . . . . .	" 4.960,35
	<u>L. 16.512,20</u>

## BILANCIO PREVENTIVO PER L'ANNO 1927.

## Entrata :

Quote sociali :	
200 da soci individuali . . . . .	L. 16.000,—
10 da soci collettivi . . . . .	" 4.650,—
Contributo della sezione Radiofonica . . . . .	" 800,—
Interessi . . . . .	" 500,—
	<u>L. 21.950,—</u>

## Uscita :

Spese generali :	
Pigione, telefono e luce . . . . .	L. 2.000,—
Stampati e cancelleria . . . . .	" 1.000,—
Posta e bolli . . . . .	" 600,—
Stipendi, gratificazioni ed esazioni . . . . .	" 950,—

## Contributi alla Sede :

Per la Rivista ed il Centenario Voltiano L. 13.700,—	
Al Radio Club " 2.200,—	
	" 15.900,—
Avanzo previsto . . . . .	" 1.500,—
	<u>L. 21.950,—</u>

\*

## SEZIONE DI PALERMO

## Adunanza del 1° marzo 1927.

## Ordine del Giorno :

- 1) Bilancio preventivo anno 1927;
- 2) Programma di attività della Sezione per l'anno 1927;
- 3) Comunicazioni della Presidenza e varie.

Sono presenti i soci : Prof. Buttafarri; Ing. Bergmann; Ing. Santangelo; Ing. Roco; Ing. Vaccaro; Ing. Casella; Bar. Tomasini; Sig. Marchetti; Bar. Genuardi.

Il Presidente Ing. Buttafarri dichiara aperta la seduta e a suo nome ed a nome di tutti i componenti il nuovo Consiglio ringrazia della fiducia loro dimostrata dai Consoci con la elezione ad unanimità fatta nella precedente assemblea del 5 febbraio. Dichiara inoltre che farà tutto quanto gli è possibile per rispondere degnamente a tale fiducia, e per dare sempre nuovo impulso alla vita della già fiorente Sezione.

Dà quindi la parola al Segretario, Ing. Casella, che legge il bilancio preventivo 1927.

Posto ai voti viene approvato.

Illustra quindi ai Soci le direttive sul programma di attività della Sezione, leggendo in proposito alcune circolari della Presidenza Generale e mentre annunzia una prossima conferenza dell'Ing. Trossarelli, prega i soci Logas e Marchetti di organizzare una visita agli impianti idro-elettrici e alla zona mineraria della Sardegna.

La discussione si protrae per qualche ora dopo di che il Presidente scioglie la seduta.

## BILANCIO PREVENTIVO 1927

## Attivo :

Resto attivo al 31 dicembre 1926 . . . . .	L. 2.514,34
N. 106 soci individuali residenti . . . . .	a L. 75,— " 7.950,—
" 14 " " non residenti . . . . .	" 70,— " 980,—
" 3 " " residenti estero . . . . .	" 115,— " 345,—
" 14 " collettivi . . . . .	" 225,— " 3.150,—
Presunti aumenti soci residenti 2 x 75 . . . . .	" 150,—
" " " collettivi 1 x 225 . . . . .	" 225,—
Interessi attivi su depositi . . . . .	" 140,—
Recupero quote arretrate . . . . .	" 800,—
<b>Totale . . . . .</b>	<b><u>L. 16.254,34</u></b>

## Passivo :

Sede centrale 122 quote soci individuali a L. 60,—	L. 7.320,—
" " 15 " " collettivi " " 170,—	" 2.550,—
" " 3 " " esteri " " 105,—	" 315,—
Diritti esazione bolli e quietanze . . . . .	" 300,—
Segreteria per posta e stampa inviati . . . . .	" 400,—
Pulizia e custodia locali . . . . .	" 365,—
Contributo locali sede sociale . . . . .	" 1.600,—
Imprevisti e diverse . . . . .	" 404,34
Presunto saldo attivo al 31 dicembre 1927 . . . . .	" 3.000,—
<b>Totale . . . . .</b>	<b><u>L. 16.254,34</u></b>

## Riunione straordinaria del 29 marzo 1927.

La sera del 29 marzo u. s., presentato dal Presidente, Ing. Prof. Buttafarri, l'Ing. Trossarelli, Consigliere Delegato della Società Face, ha tenuto nella Sede della Sezione, una conferenza dal titolo « Piccoli impianti elettrici in Sicilia ».

L'oratore nella prima parte ha passato in sintetica e sommaria rassegna lo stato attuale dell'industria elettrica in Sicilia, ed ha esposti i più importanti progetti finora compilati per nuovi impianti di produzione, termica ed idraulica, e di distribuzione di energia elettrica, in maggior parte collegati alla elettrificazione della zona mineraria centrale dell'Isola, che dovrà essere collegata con una super-linea alla regione occidentale, Palermitana, e all'orientale Catanese.

Nella seconda parte, che costituiva lo scopo fondamentale della conferenza, l'oratore ha esposto con l'ausilio di quadri sinottici una serie di dati e tabelle riguardanti i piccoli impianti elettrici, ricavati dalla sua personale esperienza sui problemi elettrici isolani.

Coordinando tali dati ha quindi dimostrato come essi possono costituire un prezioso ausilio nello studio tecnico ed economico di piccoli impianti serventi ristrette zone, anche per determinare la convenienza della produzione di energia sia idrica, che termica, sul posto o quella del prelievo da linee di trasporto delle esistenti Società Elettriche.

Lo studio completo e ponderato basato su dati accertati e sicuri fu seguito dal numeroso auditorio con vivo interesse.

L'oratore fu alla fine molto applaudito.

\*

## SEZIONE SARDA

Aderendo gentilmente all'invito fattogli dal Presidente della Sezione, Ing. Silvio Silva e dal Prof. G. Giorgi per l'Università di Cagliari è giunto fra noi, ospite gradito, il Prof. A. E. Kennelly della Harvard University di Cambridge (Massachusetts).

L'illustre elettrotecnico il quale, come è noto, insegna elettrotecnica applicata in una delle più antiche Università americane, fondata nel 1636 (dieci dopo l'Università di Cagliari), ha tenuto nei giorni di lunedì e martedì 14 e 15 corr., nell'aula magna dell'Università, due conferenze su: « Alcuni metodi matematici svolti negli ultimi cinquant'anni nel campo della elettrotecnica applicata ».

Il Prof. Kennelly ha esordito ricordando l'opera di Holiver Heaviside il quale, considerando la scienza matematica come una scienza sperimentale seguì in diversi suoi lavori, metodi di ricerca originali mediante l'introduzione di nuove funzioni che non erano ammesse entro i confini della scienza matematica quali ai suoi tempi erano riconosciuti.

Per collegare queste funzioni a quelle già note nel campo matematico fu necessaria, durante l'ultimo quarantennio, l'opera di diversi altri fisici.

L'oratore richiama l'applicazione dei numeri e degli angoli complessi che pure essendo stati trattati estesamente e frequentemente per oltre un secolo da diversi matematici, soltanto dal 1893 furono dal campo della scienza pura introdotti in quello della elettrotecnica applicata.

Come è noto fu Steinmetz quegli che per primo diede grande sviluppo ed impulso alle applicazioni delle grandezze complesse, tanto che può affermarsi che oggi giorno una caratteristica peculiare dei metodi di calcolo degli ingegneri consista nella estesa applicazione dei numeri e degli angoli complessi.

A tal punto il conferenziere accenna all'uso che di tale grandezza complesse ha fatto il Prof. Giorgi nel campo delle correnti sinusoidali ed all'applicazione che il Pupin fece del principio scoperto da Heaviside dell'influenza della induttanza delle linee pupinizzate mediante le grandezze complesse; il Prof. Kennelly ricorda gli utili risultati ottenuti nell'analisi dei sistemi trifasi dissimetrici mediante la scomposizione di questi in due sistemi simetrici e termina le sue dotte comunicazioni con una felice sintesi dei meravigliosi risultati ottenuti mediante la scoperta delle onde radioelettriche e delle applicazioni che di esse il genio umano è riuscito a fare; applicazioni la cui importanza nel campo delle relazioni intellettuali e sentimentali è resa più evidente quando si pensi che le distanze più grandi fra gli uomini si riducono a meno di 1/10 di secondo se misurate dal tempo che occorre perchè i loro pensieri si trasmettano dall'uno all'altro.

L'insigne Professore è stato vivamente applaudito dal numeroso auditorio che seguì attentamente la dotta esposizione.

\* \*

## Personale

## Matrimoni fra Soci dell'A. E. I.

Nonostante l'aspetto singolare della frase, la notizia è lietamente vera. In questi tempi si sono infatti uniti in matrimonio, il Prof. Enzo Pugno-Vanoni, socio della Sezione di Milano colla Signorina Ing. Gianna Alocco della Sezione Veneta; e, più recentemente, l'Ing. Paolo Martinez colla Signorina Emma Fucini, entrambi della Sezione di Firenze. Ad essi i nostri più vivi rallegramenti ed auguri.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Le riunioni del prossimo autunno a Como.

Il 22 corrente si riunirà a Milano il Comitato Elettrotecnico Italiano in seduta plenaria, per la prima volta dopo la sua ricostituzione. Nella seduta verrà reso definitivo il programma per la riunione che la Commissione Elettrotecnica Internazionale terrà in Italia nel prossimo settembre. Cosicché potremo nel prossimo numero dare di esso ampia notizia. Ma non crediamo di commettere indiscrezioni anticipando qualche informazione: il lavoro di organizzazione, personalmente condotto con attività instancabile, dal Presidente del Comitato Elettrotecnico, Prof. Lombardi, è ormai già a buon punto e la riunione di domenica non potrà certo che approvarne le direttive. Possiamo così dire fin d'ora che il Capo del Governo, S. E. Mussolini, ha voluto dare lustro alla Riunione accettando la presidenza del Comitato d'onore pel ricevimento dei delegati stranieri: che Ministri e Società industriali e Banche hanno accolto con grande favore l'iniziativa accordando ad essa cospicui appoggi materiali e morali; che i Comitati regionali hanno trovato ovunque larga condiscendenza, cosicché il successo della Riunione appare assicurato.

Come già altra volta accennammo, i Comitati di studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale, sotto la presidenza generale dell'Ing. G. Semenza, si riuniranno il 4 settembre a Bellagio, dove, nell'incantevole tranquillità del lago proseguiranno i loro lavori fino al 12 coll'interruzione di due giorni: uno per una visita ai grandiosi impianti del Mese offerta dalla Società Edison e l'altro, l'11 settembre, per la solenne celebrazione di Volta, in Como, col concorso dei più illustri fisici del mondo intero. Il 13 si inizierà il viaggio tecnico-artistico offerto dalla FF. SS., che condurrà i delegati per Milano, Venezia e Firenze fino a Roma dove si terrà la seduta plenaria di chiusura e la Commemorazione nazionale di Volta in Campidoglio. Seguirà un secondo viaggio collettivo che per Pisa, Genova e Torino, ricondurrà i delegati a Modane. Al prossimo numero i particolari del vasto programma.

\*

A circa un mese di distanza si inaugurerà a Como la XXXII<sup>a</sup> Riunione dell'A. E. I., con un programma più raccolto ma pure di grande interesse, soprattutto dal lato tecnico. Daremo nel prossimo numero l'elenco delle relazioni e comunicazioni già annunciate e che bastano ad assicurare la riuscita del Congresso e delle discussioni... sempreché gli autori ci inviino i manoscritti in tempo utile per la pubblicazione preventiva. Il buon esempio è oggi dato dai colleghi GORI colla sua nota su un problema di notevole interesse teorico, e VECCHIACCHI.

### Taratura dei cimetri radiotelegrafici.

La misura delle frequenze è oggi, nel campo della radiotelegrafia, il problema all'ordine del giorno. E l'aspetto, sotto cui esso si presenta più spesso, è quello della taratura degli

apparecchi chiamati cimetri, o misuratori di lunghezza d'onda, perchè molti usano ancora servirsi della lunghezza d'onda anzichè della frequenza. Di tale taratura si è occupato appunto il collega F. VECCHIACCHI presso l'Istituto Elettrotecnico della R. Marina e ne riferisce nella nota, che pubblichiamo più avanti.

Il procedimento seguito dall'A. per la taratura dei cimetri è quello che negli ultimi tempi ha preso il sopravvento su ogni altro e si serve di frequenze più basse delle frequenze radiotelegrafiche e relativamente più facili a misurarsi e poi le moltiplica secondo multipli interi, ossia ne utilizza armoniche sempre più alte, fino a raggiungere la gamma radiotelegrafica. I procedimenti sviluppati presso l'Istituto di Livorno allo scopo di mantenere costante e di misurare esattamente la frequenza base, di moltiplicarla secondo multipli elevati, di individuare sul cimitro le letture corrispondenti a tali multipli e di effettuare le interpolazioni fra le letture stesse, nonchè la discussione delle cause di errore ed il calcolo delle approssimazioni raggiunte nelle misure ci sembra possano interessare parecchi lettori, che non si siano del tutto distaccati dalle questioni tecnico-scientifiche, anche al di fuori del campo degli specialisti di radiotecnica.

LA REDAZIONE.

### :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie .....	L. 15,—
più per postali .....	2,—
CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES en Italie .....	L. 13,—
più per postali .....	2,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA. Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente .....	L. 20,—
più per postali .....	2,—
Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. ....	20,—
più per postali .....	2,50

#### DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

- 1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.
- 2° Impianti del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Elettricità.
- 3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.
- 4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.
- 5° Impianto del Temù in Valle Camonica.
- 6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.
- 7° Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.
- 8° Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.
- 9° Impianto del Mase della Soc. Meridionale di Elettricità
- 10° Impianto di Galliciano della Società Ligure-Toscana di Elettricità.

Prezzo per ogni fascicolo ..... L. 6,—  
più per postali ..... 1,—

ELENCO dei Fabbricanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico ..... L. 4,—  
più per postali ..... 1,—



# TARATURA DEI CIMOMETRI RADIOTELEGRAFICI

Dott. F. VECCHIACCHI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

## 1 - Premessa.

Il rapido estendersi delle comunicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche in questi ultimi tempi ha fatto assumere una grande importanza al problema delle interferenze tra le varie trasmissioni. Gli accordi internazionali in materia di comunicazioni senza fili hanno quindi cercato di disciplinare le trasmissioni, assegnando a ciascuna di esse una data frequenza separata dalle frequenze vicine, assegnate ad altre trasmissioni, per mezzo di intervalli ben determinati.

Al crescere del numero delle trasmissioni, l'ampiezza di tali intervalli diventa necessariamente sempre più limitata ed occorre conoscere con sempre maggiore esattezza il valore della frequenza, con la quale le trasmissioni stesse vengono effettuate. E' quindi necessario, affinché gli accordi possano aver valore, disporre di un metodo sicuro e sufficientemente preciso per la misura delle frequenze stesse. Non occorre che un tale metodo si presti comodamente a misure dirette, basterà campionare per suo mezzo un organo di uso più semplice e più pratico, costituito, per quanto è possibile, in maniera che la sua taratura non abbia ad essere sensibilmente influenzata dalle condizioni ambiente e non si alteri troppo coll'uso e col tempo.

Sembra d'altra parte, che il problema della verifica di tale costanza e quello dell'applicazione di eventuali correzioni si possano risolvere per altra via, in una maniera più semplice che non ripassando attraverso nuove tarature assolute. Ciò si otterrebbe infatti giovandosi di quei dispositivi a base di cristalli piezoelettrici, che sembra non manchino dei requisiti necessari per poter essere adoperati come campioni secondari di frequenza (<sup>1</sup>).

Anche indipendentemente dalle ragioni e dagli scopi suesposti e da altre eventuali applicazioni, la ricerca di un metodo che consenta una accurata determinazione del valore di frequenze elevate, può avere un notevole interesse essenzialmente scientifico.

## 2. - Generalità sulle misure di frequenza.

Una misura di frequenza si può eseguire in due diverse maniere fondamentali: direttamente in base alla stessa definizione di frequenza, indirettamente attraverso misure elettriche.

a) *Metodo diretto.* — La determinazione diretta del valore di una frequenza si riduce chiaramente alla misura di un certo numero di oscillazioni e della durata corrispondente. Il campione, cui ci si riferisce direttamente, è quindi quello di tempo. I mezzi, che si richiedono per l'attuazione, risultano semplicemente costituiti da un cronometro e da un adatto apparecchio registratore delle oscillazioni (cronografo od oscillografo a seconda dei casi), sul quale si possano in qualche modo riportare anche le indicazioni dell'orologio.

E' chiaro, come, in una misura di questo genere, si possa raggiungere una precisione assai elevata, pur di poter estendere la misura ad un tempo sufficientemente lungo. Inconveniente del metodo è quello di non prestarsi a misure spedite di carattere pratico e di divenire in genere di esecuzione tanto più difficile, quanto più elevata è la frequenza da misurare.

b) *Metodo indiretto.* — La determinazione di una frequenza può anche eseguirsi per via elettrica, riconducendone in varia guisa la misura a quella di grandezze come la resistenza, l'autoinduzione, la capacità.

In un tratto di circuito caratterizzato da uno di questi due ultimi elementi, una tensione armonica semplice o, come

suol dirsi, sinoidale dà luogo ad una corrente ancora proporzionale ad essa tensione, come nel caso della resistenza; e però il coefficiente di proporzionalità, o reattanza, dipende essenzialmente dalla frequenza. Se si pone infatti  $\omega = 2\pi f$  e se  $f$ ,  $L$ ,  $C$  sono le grandezze della frequenza, dell'induttanza e della capacità, la reattanza di autoinduzione risulta notoriamente espressa da  $\omega L$  e quella di capacità da  $\frac{1}{\omega C}$ . Mettendo quindi

un'induttanza od una capacità, di valore noto, a confronto con una resistenza, dall'equivalenza di comportamento rispetto alla intensità di corrente, che circola a parità di differenza di potenziale applicata, si può dedurre il valore della frequenza.

Per di più, data la diversa forma delle leggi di dipendenza della reattanza di autoinduzione e della reattanza di capacità rispetto alla frequenza, il valore di quest'ultima si può anche ricavare da un confronto tra queste due grandezze, sia che il confronto stesso venga stabilito direttamente, sia ch'esso avvenga attraverso una resistenza, di cui in tal caso non occorre conoscere il valore assoluto, che basta rimanga invariato.

Ben si comprende che, essendo le dimensioni della frequenza  $[f] = T^{-1}$ , anche le misure per via elettrica debbono ridursi in ultima analisi ad una misura di tempo. Se tuttavia ci si contenta di un'approssimazione mediocre (in seguito vedremo le ragioni di questa limitazione), non risulta indispensabile, nella pratica della misura di frequenza, risalire fino a prender le mosse dal campione di tempo; ci si può invece valere più commodamente di quelli di resistenza, induttanza e capacità, tenendo presente che questi due ultimi si possono costruire in dipendenza di semplici dimensioni geometriche. Ciò accade altresì, come è ben noto, per la resistenza, ove essa venga costituita con un materiale di costanti fisiche ben definite, di cui sia stata determinata una volta per sempre la resistività in funzione della temperatura (mercurio). L'induttanza e la capacità sono a lor volta calcolabili a priori in uno stesso sistema di misura, qualora il mezzo, in cui sono costituite, sia il vuoto (praticamente aria secca), per il quale si sa che la velocità di propagazione delle oscillazioni elettriche è di  $2998 \cdot 10^7$  cm per minuto secondo.

L'accennato confronto tra due delle tre grandezze in discussione, può in genere eseguirsi per sostituzione; se in particolare le due grandezze sono l'induttanza e la capacità, ci si potrà invece valere, con vantaggio di sensibilità e precisione, di metodi di zero o di massimo, rispettivamente ricorrendo ad opportuni dispositivi a ponte od utilizzando il fenomeno della risonanza.

Quest'ultimo fenomeno è ben noto; esso consiste nel fatto, che in un circuito composto d'induttanza, capacità e resistenza in serie, sotto l'azione di una f. e. m. armonica di ampiezza e frequenza costanti, la corrente assume un valor massimo quando le reattanze di capacità e di autoinduzione, di segno contrario, si annullano vicendevolmente per avere eguale valore assoluto. La resistenza, in tali condizioni, non influisce che nel senso di limitare il valore della corrente; solamente la capacità e l'induttanza determinano la condizione di risonanza e ciò secondo la nota relazione:

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}$$

Infine lo scopo di legare, in maniera conosciuta, la frequenza ad una induttanza e ad una capacità, si può raggiungere anche con un dispositivo, che, a differenza di quelli fin qui considerati, produca esso stesso le oscillazioni anziché rivelarle. Basta perciò disporre di un circuito ancora costituito di induttanza, capacità e resistenza, ed eccitarlo convenientemente col far subire un impulso alla sua corrente; si sa bene che, quando la resistenza sia inferiore ad un valore critico, il circuito diventa sede di oscillazioni smorzate, il cui periodo è funzione nota di  $L$ ,  $C$ ,  $R$ . E' noto altresì che se la resistenza è piccola di fronte all'induttanza, la relazione che determina la frequenza è ancora praticamente la  $\omega^2 = \frac{1}{LC}$  trovata per la condizione di risonanza (relazione di Lord Kelvin).

## 3. - Misura delle frequenze radiotelegrafiche.

Dei due diversi metodi di misura ora esposti nelle linee generali, per quanto riguarda l'applicazione alle frequenze radiotelegrafiche, il primo si presenta di difficile od addirittura impossibile realizzazione. Sarebbe d'uopo ricorrere ad oscillografi registratori delicati, di non semplice manovra, ed estendere la

(<sup>1</sup>) A. HUND. — Proc. I. R. E., vol. 14, n. 4, agosto 1926, pag. 447. Vedi anche W. G. Cady: L'Elettrotecnica, 25 giugno 1923, vol. X, pagina 412 e Boll. R. T., vol. II, n. 23, pag. 331, ed anche L'Elettrotecnica, 5 agosto 1925, vol. XII, n. 22, pag. 545 e Boll. R. T., vol. III, n. 32, pag. 242.

misura per centinaia di migliaia o milioni di oscillazioni. Resta quindi da seguire la seconda via; ed al riguardo giova osservare come la pratica abbia dato la preferenza al metodo di risonanza. Esso consente un'installazione semplice, di pronto e facile uso e di sensibilità notevole in confronto con gli altri metodi.

I cimometri fino ad ora in uso non sono quindi che apparecchi costituiti da un condensatore e da una bobina d'induttanza, essendo il valore della capacità o dell'induttanza regolabile con continuità e riportabile all'indicazione segnata da un indice su di una scala graduata; quest'insieme è naturalmente completato da un dispositivo variamente accoppiato col circuito risonatore, che permette l'apprezzamento della condizione di risonanza. Un apparecchio di tale genere, non consente, per la maniera in cui è costituito, di determinare a priori la funzione che lega la frequenza alla lettura sulla scala; occorrerà quindi eseguire anzitutto ciò che si dice una taratura.

Il problema che appunto ci ha occupato nel lavoro, che costituisce l'oggetto di questa relazione, è quello dell'eseguire questa taratura con la precisione richiesta dagli usi attuali del cimometro.

Un procedimento di taratura, che ha notevole importanza ed è stato ripetutamente usato<sup>(2)</sup>, è quello di creare, nella maniera già esposta, un circuito oscillatorio con autoinduzione e capacità, di cui si conoscono i valori, o direttamente in base alle loro dimensioni geometriche, o indirettamente in base a confronto con campioni definiti geometricamente.

Questo procedimento è limitato nella sua approssimazione da quella con cui si possono eseguire i confronti di capacità e di induttanza e da quella con cui si possono determinare i valori dei campioni per mezzo delle loro dimensioni. In particolare, in molti casi, l'applicazione del metodo è resa meno sicura e più difficile dal fatto, che le autoinduzioni sono affette da capacità distribuita, ossia dal fatto che non si può rigorosamente ammettere valido, lungo tutto il circuito, il principio della continuità, che è invece base della formula di Lord Kelvin.

#### 4. - Taratura dei cimometri coi metodi delle armoniche.

Se fosse possibile rendere un'alta frequenza multipla di una bassa, secondo un rapporto esattamente determinabile a priori, è chiaro che la misura dell'alta frequenza verrebbe ricondotta a quella della bassa. Poichè quest'ultima, grazie al metodo diretto, può venire misurata con grande precisione, conseguentemente anche l'alta frequenza, con questo artificio, verrebbe a poter essere determinata con tutta l'esattezza desiderabile.

In realtà un tale passaggio è possibile e varie sono le soluzioni che a tal fine si prospettano. Fra di esse si possono citare le seguenti, a guisa di esempio, per fermarsi più particolarmente sulla terza.

1) Una maniera per raggiungere lo scopo, molto semplice in linea di principio, ma assai onerosa nella sua applicazione, appare quella di ricorrere ad un alternatore capace di produrre direttamente le frequenze radiotelegrafiche; la bassa frequenza risulterebbe evidentemente misurata dal numero dei giri compiuti dalla macchina in un secondo, il rapporto delle due frequenze dal numero delle coppie polari dell'induttore. Oltre al fatto che gli alternatori ad alta frequenza si costruiscono industrialmente solo per potenze relativamente grandi e sono assai costosi, è da notare che con essi non si raggiungono direttamente le frequenze più elevate oggi in uso nella radiotecnica.

2) Si può pensare di far ricorso ad opportuni dispositivi stroboscopici, mediante l'uso dell'oscillografo catodico, il quale ad es., con la formazione di figure di Lissajous fisse, rivela la condizione di rapporto intero fra le due frequenze messe a confronto<sup>(3)</sup>. Questi procedimenti richiedono la produzione separata delle due frequenze, ciò che, insieme con l'uso dell'oscillografo, li rende alquanto complicati.

3) Sembra preferibile operare direttamente su più frequenze già legate fra loro da rapporti semplici e costanti, ossia ricorrere all'uso delle successive armoniche di una frequenza fondamentale, misurabile direttamente. Se si accoppia un cimometro con un sistema in cui avvengano ritmicamente brusche variazioni di corrente, l'energia comunicata in un dato tempo dal sistema al cimometro, raggiunge un massimo ogni qualvolta la frequenza dell'oscillazione libera si trova ad essere multipla

esatta di quella delle variazioni di corrente nel circuito generatore. Ciò accade, s'intende, in maniera sensibile, solamente quando le cause di smorzamento nel cimometro siano tali, che l'oscillazione destatisi nel cimometro in seguito ad un salto di corrente nel circuito accoppiato, non si riduca troppo di ampiezza nel tempo che decorre tra quel salto ed il successivo. E' in queste sole condizioni, infatti, che ha notevole influenza, la coincidenza di fase della nuova oscillazione con quella già esistente.

Tale procedimento, che si può identificare con quello che si ritrova in altri casi detto dell'eccitazione ad impulso<sup>(4)</sup>, può evidentemente venir applicato ad un sistema di taratura armonica dei cimometri.

Ciò che occorre è, per quanto si è osservato, che il cimometro presenti un decremento sufficientemente basso in relazione col rapporto armonico che si utilizza (rapporto fra la frequenza dell'oscillazione nel cimometro e la frequenza degli impulsi). Tutti i buoni cimometri che la tecnica ci offre posseggono già, allo scopo di presentare fenomeni di risonanza molto acuti, valori assai bassi del decremento, così che i limiti imposti al rapporto armonico da questa causa, sono in genere di valore elevato (dell'ordine di 100 circa). Entro questi limiti, l'acutezza del massimo di oscillazione che si ottiene nel cimometro ogni qualvolta esso è accordato colla sua frequenza naturale alla frequenza di un'armonica, è notevole e tale da permettere un rilievo molto netto del valore corrispondente dell'elemento variabile del cimometro. Perchè ciò sia, occorre anche evidentemente che la durata degli impulsi, fin qui supposta implicitamente trascurabile, sia sufficientemente breve (almeno dell'ordine del periodo dell'oscillazione armonica) ed in ciò soprattutto risiede la bontà o la poca efficacia del sistema di eccitazione.

Non è facile precisare chi abbia veramente per primo preconizzato questa categoria di procedimenti, che, sotto varie forme sono oggi i più generalmente usati per la taratura dei cimometri. Certo si è, che sono stati i triodi a permetterne una buona e pratica realizzazione e che si deve riconoscere a H. Abraham e E. Bloch<sup>(5)</sup> il merito di aver proposto la concreta applicazione del metodo delle armoniche alla risoluzione dell'importante problema di radiotecnica, di cui qui ci occupiamo.

Quanto all'uso dei triodi in queste misure, giova innanzi tutto accennare che essi si prestano assai bene all'amplificazione delle oscillazioni indotte nel cimometro. Queste infatti, per ragioni che verranno meglio illustrate più avanti, non potrebbero facilmente arrivare agli ordinari e poco sensibili apparecchi di misura per corrente alternata con intensità sufficiente ad azionarli. Una buona amplificazione evita perciò che si debba ricorrere ad eccitazioni ad impulso, in cui si metta in giuoco una quantità di energia troppo grande. L'amplificazione può eventualmente essere completata da una rettificazione, allo scopo di adoperare, come apparecchio rivelatore, un galvanometro per corrente continua.

Di più, il triodo può anche servire per l'eccitazione ritmica per impulso. E' noto come la oscillazione di un triodo nel cui funzionamento s'impegnino in qualche maniera le parti curve della caratteristica anodica, viene ad avere forme varie ed in genere diverse dalla sinoidale. Un'accoppiamento tra circuito anodico e circuito di griglia assai forzato, ad esempio, dà diagrammi di corrente quasi rettangolari assai adatti quindi all'eccitazione per impulso. Particolari disposizioni di circuito permettono di ottenere più spiccatamente l'effetto: l'Abraham adopera, ad es., il suo multivibratore costituito, come è noto, da due triodi montati simmetricamente con resistenze e capacità ed affida a questo sistema e precisamente alla sua costante di tempo, insieme con le costanti della lampada, il compito di determinare la frequenza delle oscillazioni. Altri<sup>(6)</sup> hanno adoperato triodi montati alla maniera ordinaria valendosi di bobine con forti capacità distribuite ed organi deformatori delle oscillazioni (rettificatori a cristallo) opportunamente intercalati, ed i risultati ottenuti sembrano del tutto soddisfacenti. Nella nostra attuazione dell'eccitazione per impulso non si è fatto tuttavia ricorso ai triodi come generatori di oscillazioni; ciò c'induce a non indugiare altrimenti su questo punto.

Da quanto precede si rileva che il problema di realizzare

<sup>(4)</sup> G. VALLAURI: Convertitori statici di corrente (§ 23). *L'Elettrotecnica* 25 marzo 1926, vol. XIII, n. 9, pag. 182 e seg. e Pubbl. n. 35 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(5)</sup> Sur la mesure en valeur absolue des oscillations électriques de haute fréquence. - *Comptes Rendus A. des Sc.*, juin 1919, t. CLXVIII, pag. 1105.

<sup>(6)</sup> A. HUND: *Proc. Inst. Radio Eng.*, vol. XIII, n. 2, aprile 1925, pag. 207. *Boll. R. T.*, vol. III, n. 34, pag. 289.

<sup>(2)</sup> E. GIEBE e E. ALBERTI: *Z. S. für techn. Phys.* 1925, vol. 6, n. 3 e 4, pag. 92.

<sup>(3)</sup> G. HAZEN e F. KENYON: *Sc. P. of the B. of S. N.* 489, 22 maggio 1924 e *Boll. R. T.*, vol. III, n. 32, pag. 246.

una moltiplicazione di frequenza e di utilizzare armoniche di ordine anche sensibilmente elevato rispetto alla fondamentale non è di soluzione difficile. E' bene tuttavia mettere ancora in rilievo, che non basta ottenere le armoniche, ma occorre anche misurare con la necessaria approssimazione il valore della frequenza fondamentale; e poichè questa misura non può di solito eseguirsi istantaneamente e contemporaneamente con la taratura del cimo metro su una data armonica, si pone un nuovo e più difficile problema, che è quello di mantenere assolutamente invariata la frequenza della fondamentale e quindi anche delle armoniche, in tutto l'intervallo di tempo in cui si misura la prima e si utilizzano le seconde.

Nel caso che le oscillazioni vengano prodotte da un circuito elettrico, alimentato coi triodi, è noto che la frequenza non si mantiene rigorosamente costante, per effetto delle variazioni a cui sono soggette le condizioni fisiche dei triodi stessi, e soprattutto per effetto delle reazioni che possono essere portate sul circuito oscillante, dagli accoppiamenti con altri circuiti. Nel caso poi che il generatore sia elettromeccanico, è noto altresì che anche il più accurato regolatore automatico del motore non può, per analoghe ragioni, assicurare la perfetta costanza della velocità. Occorre pertanto in ogni caso provvedere ad una continua e sicura verifica e, se necessario, ad una continua regolazione della frequenza base. In ciò sta una delle più importanti e delicate caratteristiche di ogni metodo di taratura dei cimo metri.

questa macchina avrebbe potuto essere notevolmente minore. In ambedue gli alternatori, è sempre un motore a corrente continua che mediante accoppiamento diretto mantiene in moto l'induttore. Nel caso del piccolo alternatore l'alimentazione del motore si fa direttamente sulla batteria di accumulatori. Nel caso del grande, si usa un gruppo convertitore da 20 kW che permette l'avviamento col sistema Leonard (fig. 1); finito l'avviamento si collega in parallelo con le sbarre di corrente continua la batteria a repulsione.

La regolazione della velocità delle macchine, viene, in ambedue i casi, eseguita con una continua fine variazione della corrente di eccitazione, o meglio con due tasti (com'è indicato nella figura 1, in cui è schematizzata tutta l'installazione), che permettono di dare leggeri, brevi e ripetuti impulsi nel senso di accelerare o di ritardare il moto del gruppo. Tale manovra è eseguita da un operatore assai esercitato, che vien messo in grado di apprezzare la costanza della velocità per mezzo di un sistema stroboscopico governato da un elettrodiapason. Questo ultimo organo comporta un ordinario corista a frequenza bassa (50 periodi circa), mantenuto in stabile oscillazione mediante un'elettromagnete (alimentato da un accumulatore) e controllato mediante un contatto vibrante, azionato direttamente dal diapason stesso.

Numerose prove preliminari, eseguite per ben verificare il regolare funzionamento del diapason, ci mostrarono esistere una dipendenza del valore della frequenza di oscillazione dal

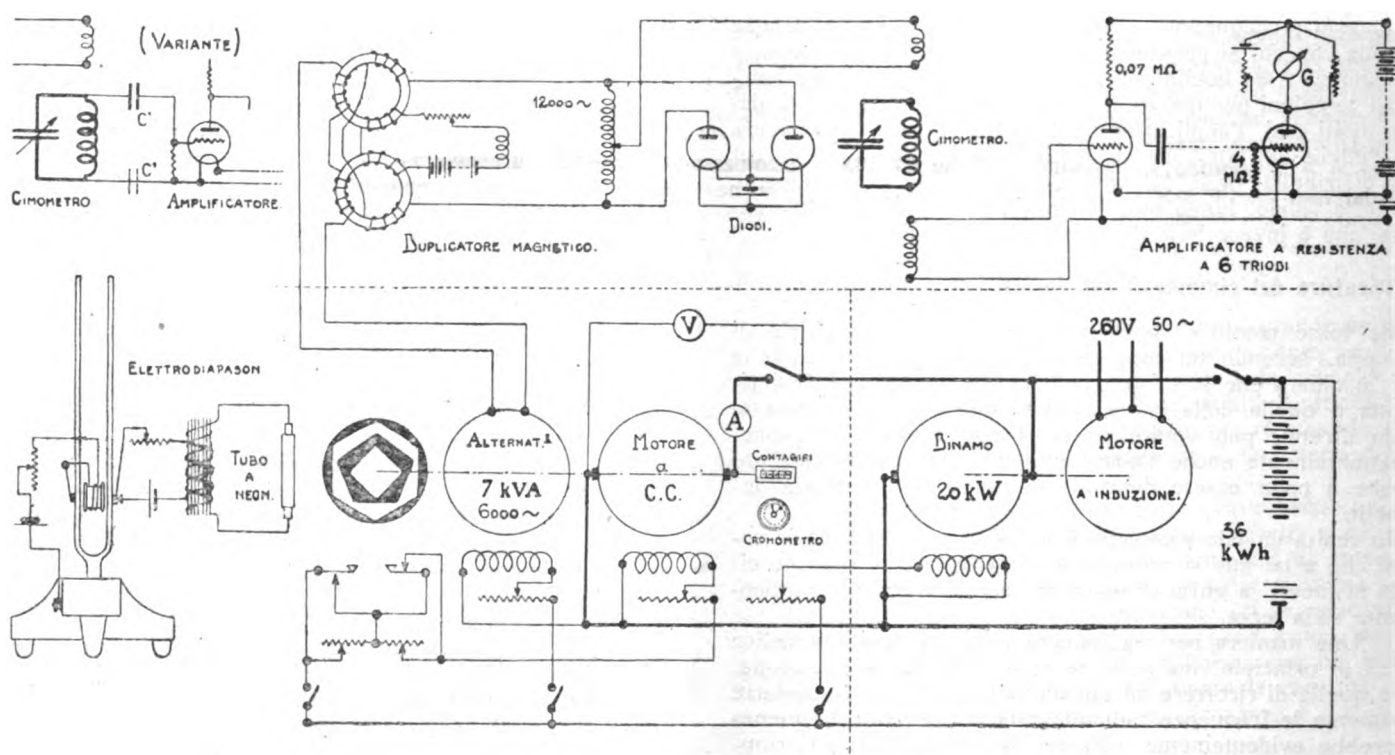


Fig. 1.

## 5. - Disposizione sperimentale.

Il procedimento da noi adottato per la taratura dei cimo metri si può riassumere nei punti seguenti: 1) La produzione della bassa frequenza per l'eccitazione ad impulso viene eseguita con un alternatore. 2) La corrente sensibilmente sinusoidale così ricavata viene deformata mediante un sistema di diodi per renderla atta all'eccitazione per impulso. 3) Un'amplificatore-raddrizzatore opportunamente accoppiato col cimo metro traduce la presenza delle oscillazioni di questo nella deviazione di un galvanometro.

Conviene pertanto esaminare singolarmente le varie parti dell'installazione.

a) *Produzione e misura della bassa frequenza.* — Come si è detto, la bassa frequenza, di cui è multipla la frequenza delle oscillazioni del cimo metro, viene ottenuta per mezzo di un alternatore. Nelle nostre prove abbiamo avuto occasione di servirci di due di queste macchine, aventi tra loro caratteristiche diverse: 1) alternatore di piccola potenza (200 VA) atto a funzionare alla velocità di circa 4000 giri per minuto, corrispondenti alla frequenza di 500 periodi; 2) alternatore di potenza più notevole (7 kVA) e di dimensioni più grandi con frequenza 6000 periodi, ottenuta alla velocità di 2000 giri per minuto. Va da sè che per il nostro scopo la potenza di

grado di eccitazione, ossia dal modo come è regolato e serrato il contatto vibrante e dal valore della resistenza ohmica inserita nel circuito d'alimentazione. Ma, lasciando invariati questi due elementi ed adoperando un accumulatore, ben caricato e di grande capacità, si è ripetutamente verificato potersi contare su di una costanza della frequenza nei limiti di 0,1 per mille, anche per parecchie ore di funzionamento. Ciò nondimeno la frequenza veniva ripetutamente verificata durante ogni serie di esperimenti.

Un altro contatto mobile, azionato direttamente dal diapason, chiude ed apre ritmicamente il circuito primario di un rocchetto d'induzione, alimentato da un altro accumulatore; il secondario di questo rocchetto, con una f. e. m. di alcune migliaia di volt di valor massimo, accende ritmicamente, con la stessa frequenza di 50 periodi, un tubo a neon illuminante il disco stroboscopico calettato sull'asse dell'alternatore. L'operatore deve quindi agire semplicemente in maniera da tenere ferma al proprio sguardo, una figura del disco, mentre un contagiri montato sull'asse ed un cronometro contasecondi permettono la determinazione del numero di giri per secondo e quindi della frequenza dell'alternatore. Una prova della durata di mezz'ora circa permette, con un comune contasecondi frazionato fino ad 1/5 di secondo, di ottenere una misura appros-

simata a meno del 0,1 %. E' noto come, mediante l'uso di un cronografo opportunamente collegato all'orologio ed al contagiri, si possa invece raggiungere una precisione maggiore con prove di minore durata.

La corrente alternativa a bassa frequenza, fornita dall'alternatore, può o non, a seconda che si desideri, passare attraverso ad un duplicatore statico Vallauri, che ne raddoppia esattamente la frequenza; tale organo, presentando un funzionamento perfettamente regolare, non viene in sostanza a complicare l'installazione.

b) *Deformazione della corrente a bassa frequenza.* — La corrente ricavabile dall'indotto di un alternatore o dal secondario di un duplicatore è di forma troppo vicina alla sinoidale per essere atta ad una efficace eccitazione per impulso. Occorre quindi deformare in qualche maniera la corrente stessa, e ciò nella nostra installazione viene conseguito con un sistema di due diodi raddrizzatori (fig. 1). I due diodi (in realtà triodi adoperati come diodi, griglia e placca in parallelo), lavorano, come è chiaro, ciascuno solamente per la semionda che rende la placca positiva rispetto al filamento; la corrente nel circuito che unisce il punto medio dell'autotrasformatore con i filamenti, risulta quindi della forma di tante semionde disposte tutte dalla stessa parte (raddrizzamento). Tali semionde sono di egual forma nell'ipotesi che i due diodi presentino le stesse caratteristiche; se per di più la tensione base applicata al sistema è sinoidale od almeno esente da armoniche pari (semionde sovrapponibili per ribaltamento), all'eguaglianza di forma si aggiunge anche l'eguaglianza di posizione. In tale caso, l'andamento della corrente nel tempo si ripete esattamente nella stessa maniera per ogni semionda; la rettificazione viene quindi a produrre per suo conto anche una duplicazione di frequenza.

La forma delle semionde della corrente raddrizzata varia a seconda delle caratteristiche dei diodi e della parte di queste impegnata nel funzionamento. Il nostro scopo essendo quello di ottenere diagrammi di forma quanto più possibile vicina alla rettangolare, abbiamo fatto arrivare alla placca di ciascun diodo una tensione relativamente alta rispetto alla tensione di saturazione (4-5 volte tanto). Con l'uso del duplicatore magnetico e della coppia di diodi, si ha il vantaggio di partire, nel circuito che eccita per impulso il cimometro, da una frequenza base già quadrupla della frequenza dell'alternatore. Per ottenere che i diodi producano, oltre al raddrizzamento anche la duplicazione di frequenza, è necessario, come si è detto, che essi sieno esattamente regolati in modo simmetrico. In pratica, se le caratteristiche dei due diodi non sono tra loro, molto dissimili, la condizione si può raggiungere con buona approssimazione, semplicemente mediante una regolazione separata delle due accensioni.

Passando in tal guisa da una regolazione dissimetrica alla simmetrizzazione, si ottiene un'intensificazione notevole delle armoniche pari che possono arrivare ad ordine pressapoco doppiamente elevato, dove le armoniche dispari sono invece praticamente inapprezzabili (<sup>1</sup>). Un miglioramento ancora più notevole si può infine ottenere per le singole armoniche ritoccando la regolazione delle due accensioni.

Non è detto che il procedimento di deformazione ora esposto sia il migliore, anche a voler rimanere nel campo dell'uso dei diodi; ad esso ci siamo limitati, perchè esso si è dimostrato ben rispondente allo scopo. Si sono avuti del resto, nelle nostre esperienze buoni risultati anche per altra via, ad esempio deformando il diagramma della corrente prodotta dal duplicatore, mediante inserzione di una lampada al neon del tipo comunemente adoperato per deboli illuminazioni (<sup>1/2</sup> candela 100-150 volt). Con l'aggiunta conveniente di una tensione continua di valore un poco inferiore a quello richiesto per l'accensione della lampada, si hanno addirittura effetti pressochè dello stesso ordine di quelli presentati dalla coppia di diodi, talchè è probabile che un sistema duplicatore costituito opportunamente con due lampade al neon in maniera analoga al sistema simmetrico dei diodi, sia questo notevolmente più efficace.

c) *Accoppiamento del cimometro con la sorgente d'eccitazione e coll'amplificatore.* — In genere l'accoppiare in qual-

che modo con un circuito oscillatorio altri circuiti, che comunque tolgano o cedano ad esso energia, produce, a parità di tutto il resto, una variazione delle condizioni di risonanza. Perchè gli accoppiamenti non introducano errori nella taratura del cimometro, è quindi necessario che essi siano o costituiti in maniera che se ne possa valutare esattamente l'influenza, o talmente ridotti che la loro presenza produca effetti completamente trascurabili. La seconda condizione è di gran lunga più semplice ad ottenersi, giacchè l'uso di un amplificatore può agevolmente compensare la minor disponibilità d'energia che consegue dall'estrema lentezza dell'accoppiamento.

Il genere di accoppiamento che abbiamo trovato più conveniente allo scopo è l'induttivo; e con esso abbiamo potuto facilmente metterci al riparo da ogni sensibile effetto di reazione sul cimometro. Poichè i cimometri adoperati hanno indutture in forma di bobine piatte di diametro medio circa 15 cm, si sono usate con vantaggio bobine di accoppiamento aventi all'incirca le stesse dimensioni e numero di spire da 6 a 12, disponendole parallelamente alle bobine del cimometro a distanze dell'ordine di 10 cm.

Ci si rende facilmente conto della entità affatto trascurabile dell'influenza apportata da queste bobine, se si pensa, oltre che alle loro dimensioni e alla loro distanza dalla bobina del cimometro, anche al fatto che ambedue vengono a risultare chiuse sopra impedenze di valore assai elevato, come quella del circuito di placca dei diodi per la bobina eccitatrice e quella del circuito di griglia del primo triodo amplificatore per la bobina ricevitrice. Quest'ultima impedenza, essendo prevalentemente costituita di una reattanza di capacità, fa sì che l'accoppiamento debba essere reso tanto più lento, quanto più alta è la frequenza su cui si opera. La riprova, che gli effetti di reazione sono trascurabili, si ha notoriamente ripetendo intere serie di misure con accoppiamenti sensibilmente variati, in ambedue i sensi, rispetto a quelli normali, e constatando che i risultati non subiscono alcuno spostamento sistematico. Si è avuta di ciò altra conferma, eccitando poi a parte il cimometro con un generatore ausiliario con triodo e determinando la condizione di risonanza del primo (su un gran numero di lunghezze d'onda) una volta col noto metodo dell'assorbimento, ed una per mezzo dell'amplificatore e del galvanometro ad esso collegato. L'accoppiamento fra generatore ausiliario e cimometro può essere nel secondo caso assai più lento che nel primo. Ciò nondimeno si è avuto anche qui perfetto accordo fra i risultati dei due procedimenti, nei limiti di precisione con cui si può fare la lettura sulla scala del condensatore del cimometro.

In una serie di prove preliminari si sperimentò anche l'accoppiamento capacitivo, in luogo di quello induttivo, fra cimometro e amplificatore. In tal caso si interponeva in uno o in ambedue i collegamenti (variante della fig. 1) un piccolo condensatore  $C'$  di capacità trascurabile rispetto alla capacità  $C$  del condensatore del cimometro. Si ebbero tuttavia a riscontrare, attraverso opportune prove di verifica, errori non del tutto trascurabili dovuti a capacità derivate verso terra.

Le misure di taratura furono quindi tutte eseguite coll'accoppiamento induttivo e coi procedimenti per esso accennati.

d) *Amplificazione delle oscillazioni del cimometro, raddrizzamento e rivelazione.* — Il fatto di aver usato accoppiamenti molto lenti, porta con sè, come si è già osservato, la necessità di amplificare convenientemente le oscillazioni determinatesi nel cimometro, prima di passarle all'apparecchio rivelatore. A tale esigenza si è potuto soddisfare assai bene, per tutte le lunghezze d'onda al di sopra di 600 metri circa, col ricorrere ad un ordinario amplificatore a resistenze-capacità, usato con sei triodi a consumo ridotto. L'ultimo di questi triodi, raddrizza per curvatura di griglia ed aziona l'apparecchio rivelatore costituito da un micro-amperometro Paul « unipivot » ( $10^{-6}$  A per 1 divisione di 1 mm; 50 ohm di resistenza interna) inserito nel circuito anodico. Il galvanometro viene compensato dall'effetto della componente continua della corrente anodica mediante l'azione della f. e. m. di un accumulatore a 2 volt (fig. 1), applicata in senso opportuno attraverso una resistenza regolabile. Per facilitare le operazioni di compensazione il galvanometro è anche dotato di uno shunt regolabile. Come è noto, un dispositivo di questo genere è stato, da taluni, chiamato « voltmetro amplificatore ».

Il metodo di apprezzare le risonanze al cimometro con un galvanometro è quello che, fra gli altri abitualmente adoperati, ci è sembrato permettere la maggiore sicurezza e precisione, insieme con la maggiore semplicità. Il metodo acustico, basato sul rilievo dei battimenti fra l'oscillazione del cimometro e quella di una eterodina, ci si è rivelato meno sensibile e di applicazione alquanto penosa per le armoniche, che

(<sup>1</sup>) Sotto questo riguardo il raddrizzamento ottenuto coi diodi ha presentato aspetti diversi a seconda che esso era preceduto oppure dalla duplicazione magnetica; nel caso affermativo l'ampiezza delle armoniche dispari si è mostrata addirittura dello stesso ordine di quella delle armoniche pari. Ciò si spiega facilmente ove si rifletta alla particolare forma della corrente nel secondario dei duplicatori, corrente ricca di armoniche pari, e perciò tale, che, dopo il raddrizzamento, presenta ancora per quanto si è sopra detto sia la fondamentale preesistente, sia abbondanti armoniche dispari di questa.



avessero oltrepassato l'ordine di una ventina di unità circa. Ci sembra che in tali condizioni non sia facile, ad un orecchio non molto esercitato, sceverare il suono utile tra molti altri di altezze svariate prodotti dagli incroci delle armoniche delle varie oscillazioni in giuoco. Per di più l'accoppiamento dell'eterodina costituisce un problema di più da risolvere e può dar luogo a difficoltà e ad incertezze. Altro vantaggio del galvanometro è infine quello di permettere un migliore apprezzamento dell'ampiezza relativa delle varie armoniche; il che può essere comodo in certi casi.

Data la natura del raddrizzamento (per curvatura di griglia), il portarsi dell'oscillazione nel cimometro da un minimo ad un massimo, si rivela al galvanometro come una diminuzione della corrente anodica. Come la teoria porta a prevedere, si è facilmente constatato, che la grandezza di tale diminuzione è rapidamente decrescente, coll'aumentare dell'ordine delle armoniche, mentre l'acutezza delle risonanze sulle varie armoniche aumenta, entro certi limiti, con l'ordine stesso. Per le armoniche basse e medie l'entità della variazione galvanometrica può, anche coi lenti accoppiamenti da noi stabiliti, divenire così notevole, da non essere più contenuta nella scala, e da obbligare quindi ad agire sul dispositivo di compensazione del galvanometro.

Occorre tuttavia evitare (agendo sugli accoppiamenti o diminuendo l'efficacia del dispositivo di eccitazione), che l'oscillazione arrivante all'ultimo triodo (raddrizzatore) dell'amplificatore, sia eccessiva; chè, al crescere della sua ampiezza, ad un certo punto il raddrizzamento comincia a diminuire notevolmente, passa per un valore nullo, ed infine s'inverte, perchè, per ampiezze notevoli, l'effetto raddrizzante per curvatura di griglia diviene più debole e ad esso si aggiunge il crescente raddrizzamento per curvatura di placca, che ha senso contrario. Ciò si può apparentemente rilevare, come uno sdoppiamento di armonica, giacchè in luogo di un minimo di corrente anodica, se ne hanno due comprendenti un massimo; l'acutezza del massimo è, come quella dei minimi, molto attenuata.

Per quanto riguarda il galvanometro, abbiamo avuto agio di persuaderci, come sia importante che esso, come quello da noi adoperato, possieda requisiti, oltre che di sensibilità, anche di prontezza ed aperiodicità.

e) *Determinazione dell'ordine delle armoniche.* — Dopo aver determinato il valore della frequenza fondamentale ed aver rilevato sul cimometro un certo numero di massimi, rimane da stabilire l'ordine dell'armonica cui ciascuna oscillazione corrisponde.

Il raggiungimento di tale fine è molto facile, se il cimometro su cui si opera dispone già di una taratura preliminare comportante un'approssimazione superiore all'errore relativo, che si commetterebbe prendendo un'armonica per una delle due immediatamente vicine; la maniera di procedere in tale caso è troppo intuitiva perchè ci si soffermi a descriverla. Se non ci si trova in simili condizioni, il procedimento più semplice è quello di procedere ad una taratura approssimata del cimometro, ad es. mediante misure di capacità e di induttanza.

Si può tuttavia farne a meno, se si conosce, sia pure approssimativamente, il tipo della legge di variazione della frequenza in funzione della lettura sulla scala del cimometro. In quest'ultimo molto spesso l'elemento variabile è rappresentato dalla capacità, ed in genere il condensatore è costruito in maniera che, per un tratto assai esteso della sua scala graduata, le variazioni di capacità avvengono all'incirca linearmente cogli spostamenti angolari (in qualche raro caso la costruzione del condensatore è tale da dare una variazione quadratica, anzichè lineare). Ne segue che nel medesimo tratto (essendo per esso di regola trascurabile l'effetto della variazione di capacità equivalente della bobina d'induttanza) i quadrati delle lunghezze d'onda variano pressochè linearmente cogli spostamenti angolari dell'armatura mobile (nel caso dei condensatori a variazione quadratica si ha diretta proporzionalità fra le variazioni di lunghezza d'onda e quelle di spostamento). Si capisce ora facilmente, come questa conoscenza della forma di dipendenza tra lunghezze d'onda e letture al condensatore permetta, in seguito all'esame di 3 armoniche contigue o del cui ordine si conosca l'intervallo, dedurre, dopo semplici e brevi tentativi, la grandezza dell'ordine stesso.

Può darsi che nessuno dei due metodi suesposti sia, applicabile ed allora rimane sempre la possibilità di ricorrere alla realizzazione sul cimometro di tutte le frequenze armoniche a partire dalla fondamentale fino a quelle di cui si desidera conoscere l'ordine; quest'ultimo sarà evidentemente misurato senz'altro dal numero dei massimi di oscillazione osservati al galvanometro. Per l'attuazione di un tale principio è quasi sempre

necessario aggiungere al cimometro capacità od induttanze supplementari, perchè esso possa risalire colla sua oscillazione naturale alle onde lunghe corrispondenti alla frequenza fondamentale del generatore ed alle prime armoniche di questa. Occorre poi in questi casi agire in maniera da non perdere, nè contare due volte una qualche armonica, quando si effettua una variazione discontinua d'induttanza o di capacità. Con procedimenti di questo tipo si potrebbe anche evitare di risalire alla fondamentale mediante l'uso di un oscillatore ausiliario, ricorrendo ai metodi detti delle ottave o simili. E' ovvio del resto come, a seconda delle condizioni speciali di esperienza, si possano ideare varie altre maniere per riconoscere con esattezza l'ordine delle armoniche adoperate.

## 6. - Pregi e difetti del dispositivo sperimentale.

Ci sembra che i vantaggi principali del metodo descritto siano:

1) Piena sicurezza della invariabilità della frequenza fondamentale, che non dipende in alcun modo dalle variazioni prodotte sul cimometro. Ciò deriva dalla maniera di generare e di verificare la frequenza stessa, che si mette al sicuro da qualunque effetto di reazione prodotto dal circuito oscillante attraverso gli accoppiamenti.

2) Facilità di determinazione del valore della frequenza base ed eliminazione d'incertezze circa eventuali variazioni di tale frequenza nel tempo, poichè le prove col contagiri possono essere eseguite contemporaneamente alle misure al cimometro, usando quindi l'elettrodiapason ed il dispositivo stroboscopico unicamente come mezzi per tenere costante la velocità.

3) Possibilità di variare facilmente, entro certi limiti, la frequenza fondamentale stessa e di poter quindi distribuire meglio i punti della curva di taratura del condensatore.

Abbiamo avuto occasione di persuaderci dell'importanza del primo di questi punti in un primo tempo, durante il quale le ricerche per la taratura erano condotte per mezzo del multivibratore di Abraham. Con esso ci accertammo che, nonostante gli accoppiamenti molto lenti da noi stabiliti, l'oscillazione generata per impulso nel cimometro reagiva sul multivibratore e produceva azioni sincronizzanti col risultato di far variare la frequenza base. E' vero che questa variazione di frequenza non dovrebbe impedire, che il massimo di oscillazione al cimometro avvenga ancora in corrispondenza di un'armonica della frequenza base, prodotta naturalmente dal multivibratore; ma è certo che l'acutezza del massimo stesso e quindi la precisione nell'individuare vengono ad essere notevolmente ridotte per questo effetto di reazione. Per di più gli oscillatori a valvole presentano, ed il multivibratore in massimo grado, una dipendenza notevole della frequenza prodotta dalle condizioni di alimentazione (tensione anodica, accensione, ecc.), il che può rendere necessaria una verifica frequente od addirittura continua della frequenza fondamentale.

Giova d'altra parte osservare, che gl'inconvenienti, cui ci è sembrato opportuno accennare, si possono eliminare, sempre rimanendo sulla stessa via, se si completa opportunamente l'installazione del multivibratore mediante organi sincronizzatori o si usano potenze oscillatorie più grandi o si ricorre ad altri artifici. La sincronizzazione sembra che si raggiunga molto bene adoperando elettrodiapason mantenuti in oscillazione da triodi ed agenti sul multivibratore in maniera da stabilizzarne la frequenza (\*). Andando ancora oltre in questo concetto, si possono addirittura mettere in evidenza, attraverso opportuni sistemi di deformazione, le armoniche del diapason medesimo; noi stessi abbiamo potuto ottenere per questa via ottimi risultati che ci riproiettiamo di esporre e discutere in una prossima relazione. (\*\*)

Il secondo punto, dei tre sopra esposti, merita anch'esso di essere messo in un certo rilievo, giacchè verte su di un apprezzabile vantaggio della nostra installazione. In questa il problema della misura della frequenza base viene risolto in una maniera assai semplice. In tutti gli altri procedimenti più generalmente noti la determinazione della frequenza fondamentale si riduce alla misura del numero di oscillazioni compiute da un diapason in un tempo adeguato; ciò non risulta sempre molto semplice come a prima vista potrebbe sembrare.

Infine il vantaggio accennato al terzo punto è sensibile, specie per le onde lunghe, ossia in corrispondenza delle prime armoniche.

Per contro la nostra installazione presenta qualche inconveniente, di cui è bene dar cenno e che è legato sopra tutto al

(\*) Phil. Trans. Roy. Soc. Lond., vol. 224, anno 1924, pag. 259-300.

modo di produrre la frequenza fondamentale. E' infatti difficile mantenere il valore istantaneo della velocità dell'alternatore perfettamente costante a malgrado di tutte le cause accidentali tendenti comunque a ritardare od accelerare il moto. Tale inconveniente assume diversi aspetti a seconda della macchina su cui si opera ed anche a seconda della maniera con cui si alimenta il gruppo. Così nel piccolo alternatore a 500 periodi le variazioni sono di piccola entità, ma brusche e frequenti e producono il risultato di rendere alquanto instabile l'indice galvanometrico in corrispondenza di ogni massimo di oscillazione al cimometro; conseguenze di ciò sono una maggiore difficoltà nell'eseguire i vari rilievi ed una perdita di precisione nelle misure. Nel caso della grande macchina a 6000 periodi, la notevole inerzia del rotore riesce a vincere i piccoli e bruschi intoppi accidentali, ma rende meno pronta la regolazione di velocità contro le variazioni più lente degli altri fattori dell'alimentazione. Perciò l'indice del galvanometro si mostra assai più quieto e permette misure meno laboriose e più definite, ma a volte può accadere di dover interrompere le misure stesse a causa di una variazione di velocità che non si riesce a correggere bene per tempo. Per questo motivo un opportuno sistema di segnalazione luminosa è stabilito tra l'operatore che regola la velocità osservando il disco stroboscopico nella sala dell'alternatore e l'operatore che sta dinanzi al cimometro nella sala di taratura.

In ambedue i casi l'ampiezza dei piccoli scarti di velocità è tanto più ristretta quanto più abile è l'operatore che governa l'eccitazione del motore, osservando il disco stroboscopico. Gli effetti di tali scarti, se la figura del disco viene mantenuta mediamente ferma, si eliminano nelle medie di un numero di misure sufficientemente grande. Si è constatato infatti, che, per effetto di insufficiente abilità dell'operatore, viene a soffrire piuttosto la speditezza della taratura, che non la precisione dei risultati.

E' tuttavia una indiscutibile complicazione del metodo questa necessità di un operatore adibito a sorvegliare e correggere continuamente il moto dell'alternatore. Ciò non potrebbe essere evitato, se non con l'uso di regolatori automatici di velocità aventi un grado elevatissimo di perfezione, che non sappiamo se sia stato finora raggiunto fino al punto, che qui sarebbe necessario.

## 7. - Applicazione del metodo alle onde medie e corte.

Col descritto dispositivo di deformazione della corrente fornita dagli alternatori ci è stato possibile mettere facilmente in evidenza tutte le armoniche fino al 50° ordine circa e le pari fino al centinaio. Coll'alternatore funzionante a 6000 periodi, le armoniche dall'ordine 70-80 in su, corrispondenti ad onde di 700-600 metri, già cominciano a trovare nell'amplificatore una sensibilità insufficiente; ne deriva che l'impiego del duplicatore Vallauri per portare la frequenza fondamentale a 12.000 periodi, non permette di conseguire vantaggi nel senso del raggiungimento di onde corte, se non si provvede ad usare un sistema di amplificazione adatto per frequenze così elevate. E' probabile che un amplificatore tuttora del tipo a resistenze, realizzato con lampade a piccola capacità griglia placca, e composto secondo gli accorgimenti suggeriti da Beauvais e Brillouin <sup>(9)</sup> possa permettere il rilevamento di armoniche sino ad onde di 300 metri circa.

La difficoltà può del resto essere evitata seguendo altre vie, una delle quali potrebbe consistere nell'adottare il principio della supereterodina, nel far cioè interferire coll'armonica da misurare una frequenza nota, variabile di tanto in tanto, in maniera che la frequenza differenziale dei battimenti raddrizzati cadesse nella gamma per cui l'amplificatore a resistenze funziona con buon rendimento (1500-50.000 metri ad esempio). Tale sistema dovrebbe anche presentare una maggiore sensibilità, tutta a vantaggio del rilievo delle armoniche elevate.

Infine non c'è impedimento a sostituire l'amplificatore a resistenze con un amplificatore munito di circuiti sintonizzati e di reazione. Unico inconveniente di questa soluzione è di dover eseguire in più le manovre per mettere in risonanza l'amplificatore; ma il cimometro potrà essere tarato per assorbimento e così si avrà anche il vantaggio di rendere completamente indipendenti queste ricerche di sintonia. Il sistema di taratura armonica per assorbimento ha anche il vantaggio di essere praticamente immune dalle limitazioni causate dal decremento,

giacché quello del circuito sintonizzato dell'amplificatore può venire ad assumere, per effetto della reazione, un valore notevolmente piccolo. Ma anche raggiunti all'incirca i 300 metri di lunghezza d'onda, rimane pur sempre da risolvere il problema delle onde al di sotto di questo valore. Ci sembra intuitivo che una delle soluzioni più convenienti possa essere quella di ricorrere ad un oscillatore ausiliario fornito di armoniche, la cui fondamentale venga a cadere nella zona più alta e già tarata del cimometro.

Una volta misurata col cimometro stesso la frequenza della fondamentale non rimarrebbe altro che determinare l'ordine delle armoniche ed assicurarsi pienamente, che per l'intervallo di tempo in cui si estendono le misure, la fondamentale stessa non subisce apprezzabili variazioni. Ciò non è difficile ad ottenersi entro limiti bastevoli di approssimazione ed il procedimento può per di più essere applicato successivamente fino alle onde di qualche metro.

Come oscillatore serve bene per lo scopo un ordinario oscillatore a triodi, fatto funzionare con abbondanza di accoppiamenti griglia-placca e tenuto piuttosto lontano dal cimometro e dall'amplificatore. Oscillatore ideale sarebbe certamente quello che permettesse un'assoluta invariabilità di frequenza e per questo riguardo potranno servire egregiamente gli oscillatori piezoelettrici comandati ad es. da pezzi di quarzo opportunamente sagomati <sup>(10)</sup>, sui quali sono state eseguite promettenti esperienze di confronto col cimometro da noi tarato.

Invece del procedimento accennato potrebbe essere seguito quello della sincronizzazione della fondamentale dell'oscillatore con qualche armonica dell'eccitazione; Mercier e Dye hanno trattato questo punto e rimandiamo quindi alle loro memorie <sup>(11)</sup>.

## 8. - Risultato di alcune misure eseguite secondo il metodo esposto.

Crediamo non privo d'interesse il riferire su di alcune misure da noi eseguite per la taratura di un buon cimometro ad onde lunghe e medie, partendo dalla frequenza di 6000 periodi del grande alternatore.

Il cimometro adoperato è costituito da un condensatore variabile ad aria di capacità massima 4,5 mμF, con graduazione da 0° a 180° e con diagramma di taratura praticamente lineare per una regione centrale, assai estesa. Il circuito oscillante è completato da una bobina d'induttanza che si collega all'apparecchio attraverso un nastro flessibile. Le bobine sono in numero nove e la gamma di lunghezze d'onda complessivamente abbracciata va da 75 a 60.000 metri. Il decremento medio del circuito sulle varie bobine è compreso fra 0,021 e 0,075.

La variazione di capacità si può eseguire, sia con una manopola solidale con l'armatura mobile, sia, molto più vantaggiosamente, per mezzo di un bottone girevole agente su di un dispositivo demoltiplicatore. Le letture sulla graduazione del condensatore, che va da 0 a 180, si eseguono con l'aiuto di un nonio, che consente di apprezzare con sufficiente sicurezza 1/10 di divisione. Le leggere oscillazioni di velocità dell'alternatore, a cui si è già accennato (§ 6) rendono necessario rilevare ciascun punto della curva di taratura del cimometro come media di più letture, eseguite successivamente nelle stesse condizioni. Tale maniera di procedere, permette d'altra parte di eseguire la taratura con una precisione notevolmente superiore che quella consentita dall'apprezzamento immediato del valore C delle divisioni al condensatore.

La particolare forma della curva di taratura del condensatore, la quale è, come si è detto, per lungo tratto sensibilmente rettilinea, ci ha indotto a costruire la curva di taratura del cimometro prendendo come ordinate i quadrati delle lunghezze d'onda invece che le lunghezze d'onda stesse. Si constata così che per lungo tratto anche questo diagramma è praticamente rettilineo e ciò permette non solo un apprezzamento assai più facile di eventuali divergenze ed errori, ma anche la traduzione del diagramma stesso in una relazione numerica  $\lambda^2 = x(C + C_0)$  dalla quale più vantaggiosamente che da un grafico si può ricavare il valore della lunghezza d'onda corrispondente ad un certo valore C della lettura al condensatore.

<sup>(10)</sup> G. VALLAURI: Confronti fra misure di frequenza, per mezzo dei piezorisuonatori. — *L'Elettrotecnica* 1927, vol. XIV e Pubbl. n. 40 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(11)</sup> M. MERCIER: Sur la synchronisation harmonique des oscillateurs électriques. *Comptes Rendus Ac. des Sc.*, 1922, tome CLXXIV, pag. 448.

DYE: loc. cit. nota <sup>(8)</sup>.

<sup>(9)</sup> Les amplificateurs à résistance et les ondes courtes. — *L'Onde électrique*, mai 1923, tome II, n. 17, pag. 267.

Se la relazione numerica non traduce l'andamento reale con tutta la precisione desiderabile, si avrà, tuttavia, ancora vantaggio dal suo uso, avendo provveduto a completarla con l'aggiunta di un termine correttivo che si può, ad esempio, riportare nella lettura al condensatore scrivendo:

$$\lambda^2 = \alpha (C + C' + C_0).$$

L'andamento di  $C'$  in funzione di  $C$  sarà fissato per mezzo di una tabella o di una curva. Per ogni bobina d'induttanza,  $\alpha$ ,  $C_0$ , e la serie di valori di  $C'$ , potranno essere determinati mediante procedimenti numerici abbastanza intuitivi.

TABELLA I.

$\lambda$  Lunghezza d'onda ricavata dalla relazione numerica.

$\lambda_m$  Lunghezza d'onda risultante dalla misura.

Ordine della armonica	C	$\lambda^2_m / 10^2$	$\frac{\lambda^2_m - \lambda^2}{10^2}$	S = scarto % della lunghezza d'onda $\lambda_m$	C' = scarto delle letture C al condensatore
30	161,82	24632	- 10	- 0,18	- 0,06
32	172,30	24286	+ 5,5	+ 0,11	+ 0,03
34	126,20	21512	+ 4	+ 0,08	+ 0,02
36	112,72	19190	+ 3	+ 0,08	+ 0,015
38	101,36	17224	- 7	- 0,20	- 0,04
40	91,60	15544	- 6	- 0,19	- 0,04
42	83,20	14099	- 5	- 0,18	- 0,03
46	69,54	11753	+ 1	+ 0,04	- 0,035
48	63,91	10793	+ 7,5	+ 0,36	+ 0,06
50	58,90	99481	+ 28	+ 1,40	+ 0,164
52	54,35	91976	+ 44	+ 2,40	+ 0,225
54	50,41	85289	+ 71	—	+ 0,412
56	46,78	79304	+ 97,5	—	+ 0,566
58	43,42	73931	+ 138,7	—	+ 0,806
60	40,50	69089	+ 156,5	—	+ 0,909
62	37,93	64698	+ 160,8	—	+ 0,933
64	35,50	60718	+ 181,2	—	+ 1,052

La tabella acclusa mostra i risultati di tale maniera di procedere per le misure nella gamma da 1700 a 700 metri ottenuta tutta con la medesima induttanza mediante le armoniche di una frequenza base = 6015,65 periodi. Risultati analoghi si sono avuti con le altre bobine d'induttanza, nelle altre gamme di lunghezze d'onda. La tabella è completata da due curve rappresentanti, in funzione delle letture C al condensatore, l'andamento degli scarti % dalla relazione numerica:

$$\lambda^2 = \alpha (C + C_0) \quad (\alpha = 17.219, C_0 = - 1,29),$$

calcolati rispettivamente per le lunghezze d'onda (fig. 2) e per le letture al condensatore (fig. 3).

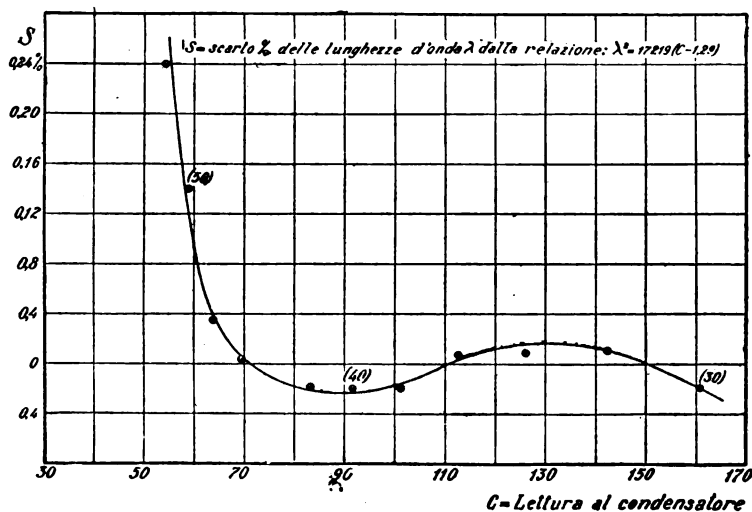


Fig. 2.

Le curve mostrano che:

1) Per la regione del condensatore da 70 a 160, la relazione numerica vale con un'approssimazione del 0,25 % nelle lunghezze d'onda.

2) Gli scarti delle singole misure sui valori interpolati per mezzo della curva, non sono superiori al 0,1 %. Giacchè è in questo punto che risiede la causa più notevole che limita la precisione della taratura, si può quindi ritenere che essa (sem-

pre nella regione da 70 a 160) sia effettuata con la medesima approssimazione del 0,1 %.

3) Per i valori di C inferiori a 70 gli scarti dalla relazione numerica, divengono ben presto notevoli, tali da rendere necessaria l'introduzione del termine correttivo  $C'$ : la curva di fig. 3 ne mostra l'andamento; esso è assai regolare e presenta, tra l'altro, la caratteristica di una ondulazione assai marcata, dovuta probabilmente alla costruzione del condensatore o ad imperfetta divisione del quadrante graduato. Questo fatto obbliga pertanto ad effettuare una taratura mediante una serie piuttosto fitta di armoniche, se si desidera raggiungere le precisioni elevate che la natura del metodo adoperato consente; è specialmente a questo proposito che si rivela il vantaggio consentito dal nostro procedimento sperimentale, di poter facilmente cambiare il valore della frequenza base.

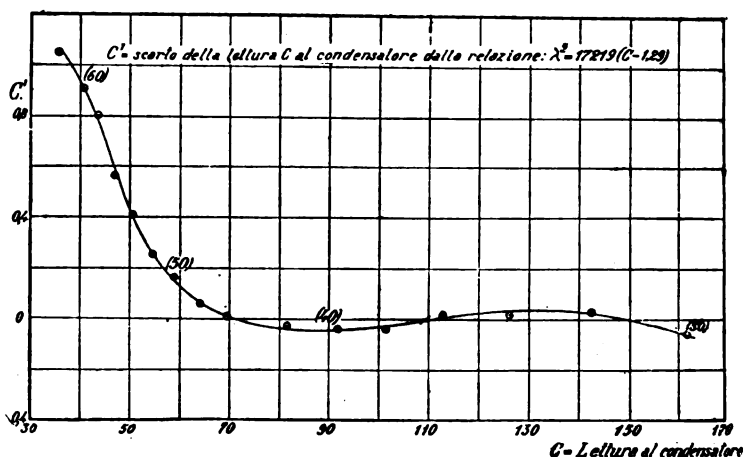


Fig. 3.

Il diagramma di  $C'$  in funzione di C, mostra al diminuire di C per valori inferiori a 70, un aumentare notevole di  $C'$ ; ciò avviene nel senso che l'aumento stesso potrebbe essere in parte imputato all'effetto della capacità distribuita della bobina d'induttanza: per poter affermare questo occorrerebbe, evidentemente, conoscere l'andamento della capacità del condensatore in funzione di C, ed essere certi, a prescindere dall'ondulamento, che esso è lineare o quasi, anche nella regione considerata.

La taratura di cui abbiamo riportato i risultati, è stata ricavata in un'ora circa, stabilendo le letture al condensatore come media di 4 o 5 osservazioni. Abbiamo riscontrato che c'è generalmente convenienza a non tener conto di qualche osservazione se i suoi risultati non sono molto concordanti con quelli delle altre, e che è opportuno, a pari tempo disponibile, allo scopo di poter eliminare più facilmente gli errori accidentali, limitarsi nel numero di osservazioni con cui ogni volta si identifica, sul condensatore, la posizione di un'armonica, percorrendo piuttosto (e a preferenza, nei due sensi) due volte la estensione della scala, come per eseguire due tarature distinte.

Si è infine constatato che, ripetendo in modo affatto indipendente la taratura assoluta di un medesimo cimmometro a distanza di tempo e in condizioni di temperatura e di ambiente più o meno mutate, i valori ottenuti non sono esattamente concordi anche per i cimmometri di più accurata costruzione. Ciò sembra dimostrare, che non si possono considerare senz'altro i cimmometri come campioni secondari di sufficiente stabilità e bisogna ripetere la loro taratura assoluta ogni qual volta si vuole effettuare una misura di precisione.

## 9. - Riassunto e conclusioni.

Dopo aver richiamato alcuni concetti fondamentali sulla misura delle frequenze in genere, abbiamo esposto il principio generale della taratura per mezzo delle armoniche, trattando quindi in particolare la nostra applicazione sperimentale del principio stesso.

Nella nostra installazione viene prodotta una bassa frequenza (500 o 6000 periodi) con un alternatore, la cui corrente, che può essere preventivamente raddoppiata per mezzo del duplicatore magnetico Vallauri, è deformata opportunamente per mezzo di un sistema di diodi raddrizzatori, in modo da essere resa atta all'eccitazione per impulso del cimmometro sulle frequenze armoniche. L'alternatore è dotato di un sistema stroboscopico azionato da un elettrodiapason e ciò permette la rego-

lazione della velocità ad un valore costante e la determinazione di tale velocità e quindi della frequenza base in qualunque momento della misura per mezzo delle letture su un contagiri ed un cronometro.

L'oscillazione generata per impulso nel cimometro viene, mediante l'ausilio di un amplificatore raddrizzatore, tradotta in una deviazione galvanometrica. Particolare esame ha richiesto il problema dell'accoppiamento del cimometro col sistema eccitatore e coll'amplificatore. Descritti brevemente i vari organi della installazione, si sono discussi i pregi e i difetti del procedimento adottato e si sono riportati a titolo di esempio i risultati di una taratura. Si è infine accennato all'applicazione del metodo anche alle onde più corte oggi in uso nella radiotecnica.

In conclusione i risultati ottenuti, aggiunti a quelli degli sperimentatori che ci hanno preceduto ed hanno già dato buone soluzioni al problema della taratura dei cimometri, mostrano, secondo il nostro modo di vedere:

a) che il metodo delle armoniche è il più attendibile ed il più preciso di quanti altri siano stati fino ad ora adoperati e che esso ben si presta nella particolare realizzazione studiata ed effettuata nella presente ricerca.

b) che il limite di precisione raggiungibile (dell'ordine di 0,2-0,1 %) è più che bastevole per gli attuali bisogni della tecnica e può spesso dipendere più dalle inevitabili imperfezioni di costruzione del cimometro, che non dagli inconvenienti dell'applicazione del metodo di taratura. L'approssimazione può essere, infatti, portata ad un valore ancora più favorevole, servendosi, nel circuito cimometrico di un condensatore variabile a piccola capacità massima, collegato in parallelo con buone capacità fisse, e facendo la taratura con un numero rilevante di punti, ossia con frequenze tra loro molto vicine.

\*

Il presente lavoro è stato eseguito nei laboratori dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina in Livorno sotto la direzione e la guida del prof. Vallauri, a cui l'autore rivolge per ciò vivissimi ringraziamenti <sup>(12)</sup>

<sup>(12)</sup> A tutto lo svolgimento della parte sperimentale di questo lavoro ha collaborato assiduamente l'Ing. C. Hreglich.

## □ INDUZIONE MUTUA FRA CIRCUITI E PROPAGAZIONE DELLE PERTURBAZIONI ELETTROMAGNETICHE □ □ □ □

V. GORI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

In alcune sue ricerche sperimentali sulla propagazione dei flussi d'induzione magnetica nel ferro, il Donati <sup>(1)</sup> ha trovato, che la f. e. m. indotta in una spirale il cui piano medio sia posto ad una certa distanza  $x$  da quello di un'altra spirale, percorsa da corrente variabile nel tempo, ritarda di un angolo non sempre trascurabile rispetto alla f. e. m. che in essa si indurrebbe per  $x = 0$ .

L'interpretazione di quel rilievo sperimentale può farsi agevolmente introducendo il concetto della velocità finita con cui si propaga l'induzione magnetica: velocità la quale, in determinate condizioni, assume valori relativamente piccoli, dell'ordine di 1000 m/sec. A dire il vero quella velocità, intesa come manifestantesi con valori così limitati, sembra avere un significato puramente figurativo, formale, e la sua reale esistenza è stata posta in dubbio da vari Autori, fra cui particolarmente il Lombardi <sup>(2)</sup>. Questi, in un suo notevole studio teorico-sperimentale *Sulla propagazione del magnetismo nelle aste rettilinee di ferro*, ha dimostrato, che il ritardo della fase del flusso nelle varie sezioni di una sbarra di ferro magnetizzata

periodicamente, deve intendersi, non già come il risultato di una vera e propria velocità di propagazione, ma piuttosto come dovuto esclusivamente all'azione di correnti parassite che si sviluppano nella massa metallica. Ove questa fosse finemente suddivisa, ogni differenza di fase tenderebbe a sparire.

Sta tuttavia di fatto che, pur ammettendo nulle quelle correnti parassite, la velocità di propagazione del flusso, come quella di una qualsivoglia perturbazione elettromagnetica, non è infinita: il calcolo delle f. e. m. indotte non può logicamente, nè quindi rigorosamente, farsi seguendo le ordinarie leggi dell'induzione elettromagnetica. Invero queste ultime, sono il risultato di « una mentalità nettamente newtoniana » <sup>(3)</sup> e si dimostrano incapaci di render conto del fatto che, sia nelle esperienze del Donati, sia in quelle del Lombardi, sia infine in qualsiasi fenomeno di induzione mutua fra circuiti, indipendentemente da ogni causa che riduca il valore della velocità di propagazione del flusso di induzione, la f. e. m. indotta nella spirale secondaria deve necessariamente presentare una componente in opposizione con la corrente inducente.

La breve nota che segue tende appunto a dimostrare analiticamente l'esistenza di quella componente. A tale scopo, seguiremo qui un procedimento di ricerca perfettamente analogo a quello già indicato dal Brillouin <sup>(4)</sup> nel suo ben noto studio *Sulla resistenza di radiazione* degli oscillatori usati in radiotelegrafia.

\*

Siano date due spirali (A) e (B) poste in un mezzo omogeneo ed isotropo, a coefficiente di permeabilità  $\mu$  e costante dielettrica  $\epsilon$ . Per semplicità, supponiamo non solo che  $\mu$  ed  $\epsilon$  siano indipendenti dal tempo, ma altresì che il mezzo e le condizioni di funzionamento in cui ci porremo siano tali da poter prescindere da fenomeni di isteresi, saturazione, ecc.

In tale ipotesi, se la spirale (A) è percorsa da una corrente  $i_1$  variabile nel tempo, il campo elettrico  $\mathbf{F}$  e quello magnetico  $\mathbf{H}$  in qualunque punto  $P$  dello spazio, sono individuati dalle note espressioni:

$$\mathbf{F} = -\text{grad } \varphi - \frac{\partial \mathbf{U}}{\partial t}$$

$$\mu \mathbf{H} = \text{rot } \mathbf{F}$$

dove  $\mathbf{U}$  è il potenziale vettore ritardato con velocità  $c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$  definito, per la distribuzione di corrente  $i_1$  che penseremo filiforme, dalla relazione:

$$\mathbf{U} = \mu \int_{i_1} \frac{1}{r} i_1 \left( t - \frac{r}{c} \right) \cdot \mathbf{t}_1 \cdot dL_1$$

$i_1$  essendo il modulo dell'intensità istantanea della corrente lungo l'elemento lineare  $dL_1$ ;  $\mathbf{t}_1$  è un vettore unitario tangente all'elemento  $dL_1$ , orientato positivamente nel verso di  $i_1$ ;  $r$  è la distanza fra  $dL_1$  e il punto  $P$  in corrispondenza del quale si calcola il potenziale vettore. Il significato di *ritardato* deve intendersi nel senso, che il potenziale vettore in  $P$  all'istante attuale  $t$ , è quello che compete ad una distribuzione anteriore di corrente, ossia alla distribuzione che si aveva all'istante  $\left( t - \frac{r}{c} \right)$ .

$\varphi$  è il potenziale scalare (esso pure ritardato con velocità  $c$ ) dovuto ad una distribuzione di cariche eventualmente esistenti su (A).

La differenza caratteristica fra  $\mathbf{U}$  e  $\varphi$  sta in ciò che, mentre il primo è un vettore essenzialmente solenoidale,  $\text{grad } \varphi$  ha una distribuzione essenzialmente lamellare; pertanto la circuitazione di quest'ultimo lungo un qualsivoglia contorno chiuso dà un contributo eguale a zero.

Orbene, per effetto delle variazioni di flusso dovute ad  $i_1$ , si manifesta nella spirale (B) una f. e. m. indotta tale che

$$E_2 = \int_{L_2} \mathbf{F}_1 \times \mathbf{t}_2 \cdot dL_2$$

$L_2$  essendo il contorno (filiforme) di (B);  $\mathbf{t}_2$  è un vettore unitario tangente a  $dL_2$  e orientato positivamente in modo opportuno.

Se la (B) è chiusa sopra sè stessa ed è posta sufficientemente lontana da (A) sì da evitare reazioni, è ovvio che, tenendo conto dell'osservazione fatta circa la lamellarità di  $\text{grad } \varphi$ ,

<sup>(1)</sup> L. DONATI. — *Memorie e note scientifiche*, pag. 290 - Ed. Zanichelli, Bologna.

<sup>(2)</sup> L. LOMBARDI. — *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei*, vol. 7, 1909, pag. 487.

<sup>(3)</sup> G. VALLAURI. — *Radiocomunicazioni* - « L'Energia Elettrica », 1927, vol. IV.

<sup>(4)</sup> L. BRILLOUIN. — *Radioélectricité*, vol. 3, n. 4, aprile 1922, pag. 147.



si può scrivere (\*)

$$E_2 = - \int_{l_2} \frac{\partial U}{\partial t} \times t_2 dl_2$$

ossia :

$$E_2 = - \mu \int_{l_1} \int_{l_2} \frac{1}{r} \frac{\partial i_1}{\partial t} \left(1 - \frac{r}{c}\right) t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 ;$$

ma per lo sviluppo in serie di Taylor ; è

$$\frac{\partial i_1}{\partial t} \left(1 - \frac{r}{c}\right) = \frac{\partial i_1}{\partial t} - \frac{r}{c} \frac{\partial^2 i_1}{\partial t^2} + \frac{r^2}{2c^2} \frac{\partial^3 i_1}{\partial t^3} - \frac{r^3}{1.2.3c^3} \frac{\partial^4 i_1}{\partial t^4} + \dots$$

quindi :

$$E_2 = - \mu \left\{ \frac{\partial i_1}{\partial t} \int_{l_1} \int_{l_2} \frac{1}{r} t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 i_1}{\partial t^2} \int_{l_1} \int_{l_2} r t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 + \frac{1}{2c^2} \frac{\partial^3 i_1}{\partial t^3} \int_{l_1} \int_{l_2} r^2 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 - \frac{1}{1.2.3c^3} \frac{\partial^4 i_1}{\partial t^4} \int_{l_1} \int_{l_2} r^3 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 + \dots \right\}$$

Peraltro, nel caso di due circuiti chiusi :

$$\int_{l_1} \int_{l_2} t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 = 0$$

poichè il secondo integrale rappresenta la proiezione completa della (A) sulla tangente a  $dl_2$ .

Resta quindi :

$$E_2 = - \mu \left\{ \frac{\partial i_1}{\partial t} \int_{l_1} \int_{l_2} \frac{1}{r} t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 + \frac{1}{2c^2} \frac{\partial^3 i_1}{\partial t^3} \int_{l_1} \int_{l_2} r^2 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 - \frac{1}{1.2.3c^3} \frac{\partial^4 i_1}{\partial t^4} \int_{l_1} \int_{l_2} r^3 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 + \dots \right\},$$

relazione nel secondo membro della quale il primo integrale non è altro che l'espressione (di Neumann) del coefficiente  $M$  di mutua induzione fra (A) e (B).

Se poi, come d'ordinario avviene, la corrente primaria  $i_1$  è una grandezza alternativa sinoidale di pulsazione  $\omega$ , allora :

$$\frac{\mu}{2c^2} \frac{\partial^3 i_1}{\partial t^3} \int_{l_1} \int_{l_2} r^2 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 = -k_1 \omega^2$$

$$\left( k_1 = \frac{\mu}{2c^2} \int_{l_1} \int_{l_2} r^2 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 \right)$$

mentre :

$$\frac{\mu}{1.2.3c^3} \frac{\partial^4 i_1}{\partial t^4} \int_{l_1} \int_{l_2} r^3 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 = k_2 \omega^4 \cdot i_1$$

$$\left( k_2 = \frac{\mu}{1.2.3c^3} \int_{l_1} \int_{l_2} r^3 t_1 dl_1 \times t_2 dl_2 \right)$$

In definitiva, se limitiamo lo sviluppo in serie al 4° termine, la f. e. m. indotta  $E_2$  dalle sole variazioni di  $i_1$ , può esprimersi, in funzione di quest'ultima, sotto la forma :

$$E_2 = - \left\{ k_2 \omega^4 i_1 + (M - k_1 \omega^2) \frac{\partial i_1}{\partial t} \right\} \quad [1]$$

laddove la teoria elementare (newtoniana) avrebbe fornito :

$$E_2 = - M \frac{\partial i_1}{\partial t} \quad [2]$$

Il confronto fra [1] e [2], pone inoltre in evidenza il fatto che, ove nei fenomeni di induzione mutua si tenga conto della velocità di propagazione della corrispondente azione, il coefficiente  $M$  di mutua induzione inteso nel senso ordinario è diminuito di

$$k_1 \omega^2.$$

Si rileva infine, che, quando le variazioni di corrente siano estremamente lente, ossia quando  $\omega$  tenda a zero, la equazione [1] tende a confondersi con la [2], il che conferma, che gli enunciati dalla fisica newtoniana possono essere considerati come enunciati « al limite » della fisica maxwelliana.

Roma, marzo 1927.

(\*) Ben s'intende, che, avendo supposta la (B) chiusa sopra sè stessa, la  $E_2$  non rappresenta la f. e. m. risultante agente nella spira, ma solo quella parte di essa che è indotta dalle variazioni della corrente  $i_1$ , che circola in (A).

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla "marcatuta" delle lampade ad incandescenza.

Riceviamo :

Dopo l'importante scritto del Prof. Bordoni l'argomento si può dire completamente trattato. Ci sono le « Norme » che costarono non poca fatica al Comitato della Illuminazione ed a quelle dovrebbero uniformarsi e fabbricanti e consumatori. Perché questo non avviene e si cerca ancora di trovare un *modus vivendi* intermedio?

Si dà la colpa al pubblico che ha delle cattive abitudini e che si suppone non voglia rinunciarvi, ma noi sappiamo tutti che il pubblico è assai più ragionevole di quanto lo si voglia far sembrare. Quando in Milano si doveva tenere la sinistra ed i tram passavano tutti per Piazza del Duomo si era presa l'abitudine di tale illogico sistema, talchè quando si tornò alla logica si prevedero rivoluzioni e disastri ed invece tutto andò liscio con generale soddisfazione. Se domani tutte le lampade fossero marcate secondo logica accadrebbe lo stesso. Ma... ci sono dei Comitati internazionali che studiano la faccenda per conto di tutti i Fabbricanti di lampade europei e naturalmente trovano grandi difficoltà a mettere d'accordo gli interessi della tecnica con quelli del commercio.

Segnalo per esempio il fatto che qualche importante Nazione non ha ancora adottato la Candela internazionale come unità base di fotometria e ne deduce quindi un Lumen Hefner più piccolo del Lumen Internazionale.

Ecco una delle principali ragioni per cui non si vuole ancora mettere sulle lampade l'indicazione dei Lumen. Siccome molte grandi fabbriche devono mandare le loro lampade in varie Nazioni dovrebbero marcarle diversamente a seconda della destinazione. C'è poi il rischio che venditori poco scrupolosi giochino sulla differenza di marcatura facendo credere di dare più luce, per la stessa energia mostrando una cifra più grande di Lumen Hefner invece che Internazionali. Insomma si ricadrebbe in uno dei più gravi difetti delle « Candele ».

Non credo che la difficoltà consista nei fotometri sferici che ormai sono di uso generalizzato e di più facile maneggio che non gli ordinari.

Così pure per l'abbandono dei termini scorretti di « Mezzowatt » e simili c'è resistenza nel campo commerciale in cui prevale l'idea che tali termini aiutino la vendita ai clienti meno avveduti.

Lo stesso dicasi delle espressioni : « nel vuoto », « nel gas nitrogeno », « nel gas azoto », nel « gas argon », che qualche cliente crede ancora gas misteriosi di esclusiva dell'una o dell'altra Ditta.

I tecnici delle varie Nazioni si sono finora trovati d'accordo sul punto che sui Volt e Watt non vi è discussione, sono uguali per tutti. Siccome essi rappresentano due dati indispensabili per individuare le lampade, cioè la tensione di funzionamento e la spesa di esercizio, i Tecnici riuniti a Ginevra consigliarono ai fabbricanti di marcare le lampade per ora coi Volt e Watt.

Certo che, come ben osserva Bordoni, dalla lampada si chiede soprattutto Luce e non solo consumo e bisognerebbe dire quanti Lumen da. Ma per la difficoltà già accennata per l'ambiguità tra Lumen Internazionali ed Hefner, poi ancora per la necessità di spiegare che per ogni tipo di lampada si possono dare più o meno Lumen a seconda che si possa tollerare una vita breve o si desideri lunga è meglio lasciare queste indicazioni ai listini delle Ditte od alla corrispondenza o contratto tra fabbricante e consumatore, almeno finchè non sieno stati concordati certi punti.

Per voler marcare bene una lampada bisognerebbe inscrivere una dozzina tra cifre e simboli il che certo ingenererebbe confusione.

L'ottenere che le lampade sieno marcate in Volt e Watt tralasciando per ora i Lumen e l'indicazione se nel Vuoto o nel Gas parve ai tecnici di tutte le fabbriche un grande passo in avanti.

Il consumatore dovrà per ora, in mancanza di speciali accordi, fidarsi che il fabbricante a seconda della tensione e della potenza luminosa fabbricherà la lampada del tipo e con consumo specifico che ritiene più conveniente sia per la durata che per la costanza del flusso, annerimento, ecc., dati che in massima avrà già esposti nei suoi listini.

Accenno ancora a qualche piccola difficoltà della marcatura in Lumen.

Mentre i Volt delle reti di distribuzione sono in generale numeri tondi (110, 125, 150, 220) ed i Watt si possono fissare pure in cifre tonde (sono proposti tipi 15, 25, 40, 50, 75, 100) (oltre si intende i maggiori tipi sia in serie che in derivazione specie per illuminazioni stradali) i Lumen risulterebbero in cifre rotte come 112, 212,5, ecc. Per di più mentre è assai poco probabile e nella maggior parte dei casi non pregiudizievole per la lampada, che si interpreti a rovescio la mar-

catura scambiando i Watt per i Volt, potrebbe succedere con maggior frequenza leggendo 100/125/15 di ritenere 125 come Volt e 100 come Lumen col risultato di avere la lampada spinta e quindi di corta vita.

Come si vede l'argomento è più complesso di quanto pare a prima vista e per vero molto ancora resterebbe a dire, ma per concludere, pur tenendo presente quanto consiglia Bordini e quanto fissato nelle « Norme » accettiamo di buon grado il primo passo della marcatura in Volt e Watt che presenta già tanti vantaggi, anzi cerchiamo di imporla ai restii, lasciando l'indicazione dei lumen ai listini; il resto verrà poi.

Ing. CARLO CLERICI.

## :: Sunti e Sommari ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

R. W. SORENSEN e HALLAN E. MENDENHALL — **Esperienze con interruttori nel vuoto.** (J. A. I. E. E., dicembre 1926, pag. 1203).

Gli AA. riferiscono su esperienze eseguite presso il California Institute of Technology intese a stabilire se l'uso di alti gradi di vuoto potesse permettere di realizzare dei miglioramenti nel funzionamento degli interruttori.

Il primo quesito era quello di sapere se la vaporizzazione delle superficie metalliche all'atto dell'apertura non sarebbe stata sufficiente a rendere conduttore l'ambiente annullando quindi l'effetto del vuoto previamente realizzato. Applicando la formula di Carpentier secondo la quale la energia dissipata in un interruttore in olio all'atto dell'apertura sarebbe data da  $W = 0,07 E It$ , gli AA. hanno calcolato che in un interruttore monopolare a 15.000 V, 100 A, 50 periodi si sarebbe potuto vaporizzare circa 0,2 grammi di rame, ciò che avrebbe reso conduttore l'ambiente anche con casse di dimensioni rilevanti.

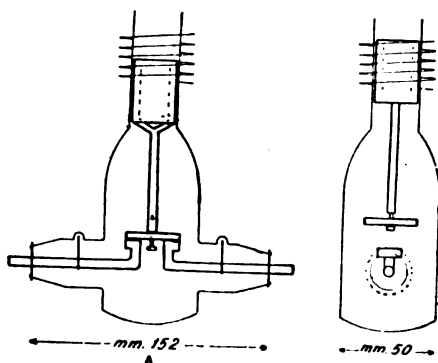


Fig. 1. — Interruttore nel vuoto.

Però gli AA. facendo uso di elettrodi previamente privati dei gas che contengono assorbiti, secondo il metodo del Millikan, riuscirono a interrompere correnti di intensità relevantissima senza che si formassero atmosfere di vapori capaci di rendere conduttore l'ambiente.

Il primo tipo di interruttore usato per le esperienze è quello di figura 1. Esso è formato da una camera in vetro, in cui si pratica il vuoto. La interruzione del circuito è prodotta dal sollevamento, provocato da un solenoide, di un contatto orizzontale portato da un albero verticale. Si hanno così due interruzioni in serie. Entro la camera in vetro si realizzava il vuoto fino a una pressione di  $10^{-6}$  centimetri di mercurio.

Questo tipo di interruttore fu usato con successo, come interruttore monofase, con correnti di 100 A a 15.000 V.

Un interruttore dello stesso tipo, ma di maggiori dimensioni, fu costruito col pezzo mobile formato da lastre di rame in modo da realizzare un'area, di ciascun contatto, di 480 mm<sup>2</sup>. Esso compì più di 500 interruzioni in un circuito a 15.000 V e 120 A senza che i contatti presentassero indizi di bruciatura. Dopo tre mesi, esso fu nuovamente adoperato per aprire ripetutamente dei corti circuiti sperimentali su un condensatore sincro; l'interruttore funzionò perfettamente dimostrando che il grado di vuoto si era completamente conservato.

Il confronto sperimentale con interruttori in olio ha permesso di riconoscere mediante la registrazione oscillografica che quando l'apertura di un circuito viene operata mediante un interruttore in olio si verifica un aumento di tensione superiore a quello che si verifica coll'uso dell'interruttore nel vuoto. Con questo la interruzione della corrente avviene sempre nel primo mezzo periodo dall'apertura mentre con gli interruttori in olio molte volte non vi si riesce.

L'interruttore a vuoto fu perfezionato ulteriormente per evitare di dover mantenere sempre in funzione l'elettromagnete per tutto il tempo durante il quale l'interruttore deve restare aperto, come occorreva fare coi modelli precedentemente visti.

A tale scopo si è adottato un contatto mobile del tipo a baionetta

costituito da una corda di rame scorrente entro un involucro cilindrico in modo da avere una superficie totale di contatto di circa 1500 mm<sup>2</sup>. L'interruttore può così essere azionato da un ordinario meccanismo di comando come per gli interruttori comuni, e può a volontà essere lasciato chiuso o aperto.

L'interruttore fu provato nell'apertura di corti circuiti monofasi su un condensatore sincro da 30.000 kVA. L'oscillogramma di figura 2 si riferisce appunto ad una esperienza di rottura di un circuito a 41.500 V e 926 A.

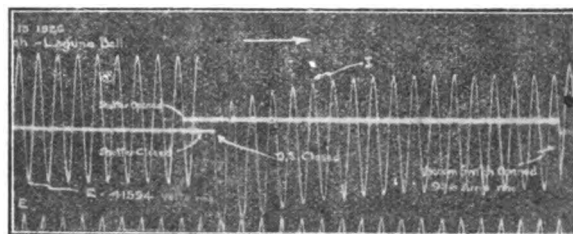


Fig. 2. — Oscillogramma dell'apertura di un circuito a 41500 V, 926 A con interruttore nel vuoto.

La rottura dell'arco avviene sempre alla fine del primo mezzo periodo dopo l'apertura. All'atto dell'apertura si produce un arco visibile ma sempre di dimensioni assai più ridotte di quanto avverrebbe nell'aria o nell'olio. L'assenza di bruciature ai contatti e il fatto che il vuoto si mantiene inalterato dimostrano che l'energia che si consuma per vaporizzare materiale metallico dei contatti, è minima.

Le esperienze sembrano opporsi alla teoria comunemente tenuta che l'arco sia mantenuto per effetto di emissione di ioni per via termica da parte degli elettrodi fra cui avviene la rottura; esse sembrano invece confermare l'ipotesi che l'arco si formi presso la superficie dei metalli degli elettrodi in causa delle alte temperature derivanti dalle grandi densità di corrente nei gas che circondano immediatamente gli elettrodi.

Pur riconoscendo che il nuovo tipo di interruttore deve ancora essere molto studiato specialmente nei dettagli costruttivi, gli AA. ritengono che il risultato delle esperienze fino ad ora compiute debba ritenersi molto incoraggiante.

R. S. N.

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

G. LAUE — **Nuovi perfezionamenti alle lampade ad arco.** (E. T. Z., 9 dicembre 1926).

La sostituzione delle lampade ad arco nelle grandi strade delle città con lampade ad incandescenza è stata pressoché imposta durante la guerra dalla deficienza del personale di esercizio (occorrente, ad es., per i ricambi dei carboni) richiamato sotto le armi; ma ora che questo impedimento più non sussiste e d'altra parte il costo dell'energia elettrica è particolarmente elevato, è ragionevole che si prenda di nuovo in considerazione la possibilità di usare lampade ad arco.

L'impiego delle lampade ad incandescenza è pienamente giustificato per l'illuminazione dei locali interni e per l'illuminazione di strade secondarie, dove non richiede che una illuminazione modesta; le cose cambiano quando si tratta di illuminazione di strade principali, grandi stazioni ferroviarie, e di grandi spazi aperti dove si rende necessario l'impiego di lampade da 1000 watt e oltre. Le lampade ad arco hanno un consumo di solo  $2,23 \div 0,35$  watt per candela internazionale emisferica, mentre le lampade ad incandescenza consumano non meno di 0,5 watt per candela (l'impiego di riflettori diminuisce però questo consumo. N. d. R.), e tutto considerato, con la lampada ad arco possono aversi economie sensibili.

Queste ragioni hanno consigliato la Casa Körting e Mathiesen a perfezionare le sue lampade ad arco a lunga durata; essa è ora riuscita a costruire una lampada ad arco i cui carboni durano circa 120 ore, e che presenta la maggior sicurezza di funzionamento, nella quale è stato in gran parte eliminato l'inconveniente del deposito di sostanze (provenienti dalla combustione del carbone) sul globo di vetro, che diminuivano notevolmente il rendimento luminoso della lampada.

La fig. 1 rappresenta schematicamente la lampada in questione: l'arco è racchiuso in uno speciale globo 1, ideato da T. L. Carbone, allargato alla parte superiore 2, che costituisce lo spazio di condensazione dei vapori emessi dall'arco e prolungato inferiormente in una parte cilindrica 3, che parimenti funziona da spazio di condensazione.

Intorno poi alla zona mediana 1 dalla quale essenzialmente dovrebbero uscire i raggi luminosi utili, è disposto un secondo globo foggato a mantello, che ha lo scopo di mantenere elevata la temperatura di questa zona, impedendovi la formazione di depositi.

Speciali perfezionamenti sono stati apportati anche al meccanismo di regolazione, onde rendere sicuro il funzionamento della lampada. Il tipo di regolazione adottato è quello differenziale, e le cose sono disposte in modo che i gas dell'arco non abbiano a influenzare in alcun modo il meccanismo di regolazione. Un interruttore automatico in derivazione, o una resistenza di sostituzione ad inserzione automatica proteggono le bobine contro l'eventualità di bruciamento. Con l'ado-

zione delle resistenze di sostituzione viene assicurato il funzionamento di più lampade in serie, quando qualcuna di esse si spegne.

Speciale attenzione è stata portata alla fabbricazione dei carboni, in modo da assicurarne la durata, una elevata efficienza della lampada, e la tenuità relativa dei depositi. I carboni adottati sono ad effetto, omogenei: il diametro varia, secondo l'intensità della corrente, da 14 a 27 millimetri. Il deposito che il carbone lascia è una polvere fine, bianca, che può facilmente asportarsi.

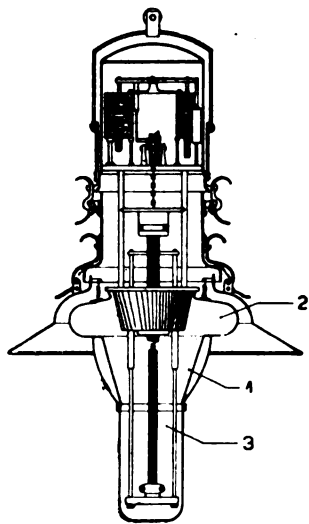


Fig. 1.

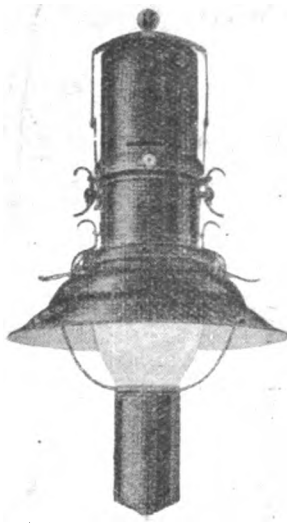


Fig. 2.

I carboni più adoperati danno una luce giallognola. Si costruiscono però anche carboni per luce bianca, ma a parità di consumo il flusso luminoso emesso è del 30 % minore che nell'altro caso.

La fig. 2 rappresenta l'aspetto della lampada.

La lampada si costruisce per corrente continua e per corrente alternata; per corrente continua per 8, 10, 12, 15 amp., e per corrente alternata per 10, 12, 15, 18 amp. L'intensità luminosa varia, secondo l'intensità della corrente, da 1300 a 3000 candele emisferiche. La tensione richiesta dalla lampada, tanto per corrente continua che per corrente alternata, è di 42 a 43 volt, in modo che è possibile l'inserzione di due lampade in serie su 110 volt, e di quattro lampade su 220 volt.

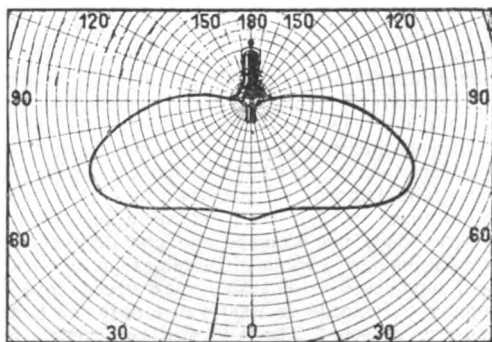


Fig. 3.

Il consumo specifico, come è stato accennato, varia da 0,23 a 0,35 watt per candela internazionale media emisferica, compreso il consumo della resistenza addizionale, ciò che corrisponde ad una efficienza di 18 a 27 lumen utili (emessi, cioè, verso il basso per watt. Per la lampada a corrente alternata la resistenza addizionale è di regola induttiva. Questo porta ad un peggioramento del  $\cos \phi$ , che da 0,9 (res. ohmica) scende a 0,7; ma la efficienza è maggiore.

La figura 3 rappresenta la curva fotometrica della lampada (fig. 2), per corrente alternata, con globo esterno opalino. A. M.

#### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

A. V. MERSHON — **Micrometro elettrico.** (Gen. El. Rev., novembre 1926, pag. 815).

Il micrometro elettrico è stato costruito allo scopo di misurare le vibrazioni di parti rotanti, in posizioni difficilmente accessibili, come quelle delle giranti delle turbine a vapore.

Un ponte a corrente alternata è alimentato da un generatore a 500 periodi e permette di confrontare ad ogni istante l'impedenza di una bobina di paragone, il cui circuito magnetico è chiuso da una

sbarretta con aggiustaggio micrometrico, con quella di una bobina di prova, situata nel punto, in cui si vuole effettuare la misura, ed il cui circuito magnetico è chiuso spesso dall'organo, di cui si studiano le vibrazioni, quando questo è costituito da materiale magnetico. Un trasformatore differenziale, inserito sui due circuiti, alimenta col suo terziario un oscillografo; due resistenze e due induttanze permettono di regolare le correnti nei due circuiti allo stesso valore ed alla stessa fase.

Con tale apparecchio si sono misurate vibrazioni di due decimillimetri alla periferia della girante di una turbina e le vibrazioni di un albero rotante.

Applicando alla bobina un diaframma magnetico si è potuto seguire l'andamento della pressione durante un'esplosione provocata dall'apertura di un interruttore in olio ad alta tensione, in ambiente completamente chiuso.

Lo spostamento di due centomillesimi dell'organo di prova viene ingrandito di circa 150 volte ad un valore da 2 a 5 millimetri, e per valori dello spostamento maggiori di un decimillesimo si ottiene un'accuratezza del 5 per cento.

Lo strumento di misura, portatile, è costituito da due metà perfettamente uguali e porta un amperometro normale in un circuito accordato con la frequenza del generatore.

Si calibra lo strumento equilibrando le correnti col variare l'intraferro della bobina di paragone e poscia variando quello della bobina di prova nella misura desiderata.

Lo strumento è affetto in misura trascurabile dalle variazioni di tensione e frequenza del generatore e dalle variazioni di temperatura dei circuiti sotto prova.

L'A. riporta un oscillogramma ottenuto facendo vibrare una lamina elastica a solo scopo di dimostrazione e spiega le relazioni tra i vari punti dell'oscillogramma e le varie fasi del periodo.

C. G. E. (\*)

#### MOTORI ELETTRICI

W. C. RAUBE — **Paragone fra il sistema di comando Ward Leonard e quello reostatico per gru a ponte per trasporto di carbone e di minerali.** (Gen. El. Rev., settembre 1926, pag. 654).

Dato il diffondersi del sistema di comando Ward Leonard è interessante uno studio comparativo fra questo sistema e quello reostatico nei comandi delle gru a ponte per carbone e per minerali.

Per il paragone vengono considerati tutti gli apparecchi elettrici, compresi gli interruttori principali ad alta tensione della linea di arrivo; per il sistema reostatico si è considerata una sottostazione di capacità sufficiente per comandare due gru a ponte e quindi si è compreso nel costo dell'impianto con questo sistema metà del costo della sottostazione stessa; si è compreso anche il costo del fabbricato necessario per la sottostazione.

Nel sistema Ward Leonard le linee ad alta tensione arrivano direttamente alla gru, poichè il gruppo del motore dinamo viene montato su di una cabina metallica collegata alla struttura del ponte.

Nel sistema reostatico oltre alla sottostazione su menzionata sono considerati anche i motori per il sollevamento e per il carrello, i controller per il comando indiretto dei motori (comando elettromagnetico), l'apparecchiatura di protezione, le resistenze, il freno elettromagnetico, ecc.

Il sistema Ward Leonard comprende il gruppo motore dinamo (motore sincrono, una dinamo per l'azionamento del motore di sollevamento, ed una per il motore del carrello) i quadri di manovra, i controller per le correnti di campo, i reostati dei motori, i motori, ecc.

Ciò premesso, si hanno per il sistema reostatico i seguenti vantaggi: minor peso portato dalla struttura del ponte; minor costo di impianto; assenza di corrente alternata ad alta tensione sulla struttura della gru a ponte; motori con campi in serie meno soggetti a guasti negli isolamenti dei motori in derivazione. Ed i seguenti svantaggi: maggior peso portato dal carrello e maggiori dimensioni dello stesso per la presenza di resistenze pesanti ed ingombranti; maggior costo di manutenzione; apparecchiature di comando più complicate, ecc.

Per il sistema Ward Leonard si può dire invece che le caratteristiche dell'impianto sono del tutto opposte di quelle prima accennate. Esso si raccomanda specialmente per la dolcezza dell'avviamento ed in genere per la più facile regolazione della velocità.

Le punte di carico richieste alla linea si riducono notevolmente. Il maggior costo di questo sistema si può ritenere sia nel rapporto di  $1 = 1,31$  rispetto a quella del tipo reostatico. Circa i consumi si può dire che se la gru a ponte è tenuta quasi permanentemente in movimento, il consumo è minore col sistema W. L., per l'economia d'energia che esso permette all'avviamento, all'arresto e durante la frenatura, che può essere del tipo a recupero.

C. G. E.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

**E. F. CARTER — Impianti di telefonia ad onde convogliate su linee di trasmissione di energia.**  
(Gen. El. Rev., dicembre 1926, pag. 833).

La prima applicazione pratica della telefonia ad onde convogliate venne fatta nel 1922 sulle linee della Utica Gas e Electric Co. fra Utica e Trenton Falls negli Stati Uniti d'America. Da quell'epoca relativamente recente sono state eseguite sino ad oggi circa 200 installazioni del genere.

La frequenza utile per comunicazioni ad onde convogliate è stata fissata entro i limiti da 50.000 a 150.000 periodi. Sotto il valore più basso non si deve scendere allo scopo di non causare interferenze nel servizio telefonico ad onde convogliate, poichè la riflessione è assai pronunciata usando frequenze inferiori a 50.000 periodi su una linea di trasmissione di media potenza.

L'A. descrive gli equipaggiamenti adottati per ottenere l'intercomunicazione anche in tre sistemi di trasmissione di energia. Ogni sistema ha il suo proprio conduttore operante con una frequenza propria. Il fattore di sicurezza viene aumentato con l'uso di capacità di accoppiamento. Descrive i diversi metodi di chiamate selettive; metodo ad amplificazione audio e metodo chiamato eterodina. Occorre scegliere caso per caso, poichè entrambi presentano vantaggi e svantaggi.

Nell'articolo si trovano pure descritti gli apparecchi portatili ricevitori e trasmettenti; essi servono per comunicare dai vari punti lungo la linea di trasmissione. La potenza normale di questi equipaggiamenti portatili è al di sotto di 1 1/2 watt, ma data l'alta efficienza generale di trasmissione, essa è sufficiente per coprire le distanze con un buon fattore di sicurezza.

In merito alle caratteristiche dell'energia, per non usare nel ricevitore un grado estremo di amplificazione, si trovò conveniente usare una maggiore quantità di energia al trasmettitore.

Per tale ragione sono stati ideati equipaggiamenti trasmettenti molto elastici, in modo da poter usare energia molto scarsa per giungere fino a 250 watt.

Naturalmente non è bene usare corrente più intensa di quella necessaria, a causa delle interferenze con le altre comunicazioni pure ad onde convogliate ed anche perchè una delle ragioni per le quali si preferisce la trasmissione ad onde convogliate a quella per radio, è appunto il risparmio di energia che si ha col primo sistema.

L'A. cita come esempio l'impianto della Oklahoma Gas e Electric Company, nel quale la stazione primaria si trova ad Oklahoma City. Durante le prove eseguite nel 1925 su questo impianto fu possibile comunicare fra Oklahoma City e Sapulpa (360 km) usando un apparecchio portatile di potenza inferiore a 1 1/2 watt.

Un altro esempio è dato dal sistema della Minnesota Power e Light Company. Fu possibile ottenere un certo numero di comunicazioni a distanze superiori ai 300 km, usando l'apparecchio portatile ad una estremità della linea e gli equipaggiamenti della stazione dall'altra.

L'A. parla poi della possibilità di poter collegare ad un impianto ad onde convogliate una linea telefonica privata. Nella maggior parte dei casi è però utile avere anche un controllo completo degli equipaggiamenti a onde convogliate dai punti più remoti, il che non rende più necessaria la sorveglianza da parte dell'operatore, che sta presso gli equipaggiamenti della stazione, degli equipaggiamenti di emissione e permette di arrestarli quando le chiamate sono completate.

Descrive le stazioni secondarie da installarsi presso posti di importanza limitata, non tali da richiedere installazioni di equipaggiamenti primari. A questo scopo è stato ideato un tipo di stazione secondaria della potenza di 7 1/2 watt. Su linee di sensibile sviluppo un equipaggiamento a onde convogliate risulta relativamente poco costoso se viene comparato al costo delle linee telefoniche e alla loro manutenzione.

L'A. si sofferma infine, brevemente, sulla descrizione delle operazioni dell'equipaggiamento duplex — frequenza singola, riferendosi ad uno schema del circuito contenuto nell'articolo.

Le operazioni del trasmettitore e del ricevitore sono entrambe praticamente istantanee, cosicchè in effetto il trasmettitore opera soltanto durante la trasmissione della voce o dei suoni, e il ricevitore invece opera in tutti i momenti.

C. G. E.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

## NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche,	4,—
più per postali	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana,	2,—
più per postali	0,80
Norme per gli olii	2,—
più per postali	0,80
Norme per gli Impianti di bordo	2,—
più per postali	0,80

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (102) - Via Annunziata, 4.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

## APPLICAZIONI TERMICHE.

Stazioni tramviarie in ferro saldato ad arco vengono costruite correntemente in America. La Gen. Elec. Rev. dell'ottobre 1926 riporta un confronto fra le piccole stazioni tramviarie costruite normalmente in America in mattoni, con struttura metallica, e quelle puramente metalliche interamente saldate, e dà la preferenza a queste ultime, le quali, pur costando quanto le prime, presentano rispetto a queste il vantaggio di una maggiore rapidità di costruzione e di una maggiore stabilità. Nello stesso articolo viene anche dato qualche cenno costruttivo di una piccola stazione costruita con questo sistema mettendone soprattutto in rilievo la rapidità di esecuzione.

\*

La relazione tra la purezza e la temperatura dell'ossigeno nel taglio dei metalli colla fiamma ossidrica è studiata nella Gen. Elec. Rev. dell'ottobre 1926. Circa l'effetto derivante dalla purezza dell'ossigeno, c'è chi ritiene che un aumento della purezza dal 98,5 al 99,5 % porti una differenza del 40 % nel rendimento del taglio, mentre altri invece è d'avviso che già con una purezza del 98,5 si abbiano, nel taglio di metalli di medio spessore, i massimi risultati. In generale le variabili che entrano in gioco sono principalmente: la purezza, la velocità di taglio, la qualità, lo spessore e la temperatura del materiale da tagliare, il tipo di taglio eseguito e la temperatura dell'ossigeno. Si è riconosciuto che con una temperatura di 200° nel cannello in prosimità della punta, si ha una economia di ossigeno del 35 % rispetto al consumo con gas ad una temperatura di 18° C.

Inoltre col riscaldare l'ossigeno a 200° C si eliminano quasi totalmente gli effetti delle eventuali impurità nell'ossigeno.

## APPLICAZIONI VARIE.

Il ricupero di particelle metalliche sospese nel fumo, con metodi elettrici può riuscire molto profittevole. Ne è esempio quanto è stato fatto nel distretto metallurgico di Birmingham (Ala. S. U.) in America. Si è riconosciuto che ogni anno si perdono circa 75.000 tonnellate di ferro che vengono disperse coi fumi nell'atmosfera. L'U. S. Bureau of Mines ha preso l'iniziativa del ricupero di tale ingente quantità di metallo mediante la installazione di un elettrodo metallico entro il camino; le particelle metalliche in sospensione vengono attratte e fatte cadere in un apposito raccoglitore. Le particelle di ferro che costituiscono le 70.000 tonnellate suddette, si scaricano nell'atmosfera insieme ad altre 300.000 tonnellate di polveri varie contenute nei fumi; circa il 25 per cento cioè della portata solida del fumo è costituita da ferro. Le 70.000 tonnellate fino ad oggi perdute annualmente rappresentano circa il 3 % della produzione di ferro totale del distretto di Birmingham ogni anno.

## ELETTROFISICA.

Un flusso emanante dal corpo umano e di natura analoga agli agenti di origine elettrica o magnetica sarebbe stato riconosciuto da E. K. Muller di Zurigo, secondo una comunicazione apparsa sul Bull. de l'Ass. Suisse des Electr., XVIII, n. 3. Questo flusso, che l'A. chiama antropoflusso, ancora di natura non ben definita, produrrebbe degli effetti analoghi a quelli della luce sul selenio e simili, vale a dire tenderebbe ad aumentare la conduttività elettrica dei mezzi. La sua emissione sarebbe connessa a certi particolari stati patologici; sarebbe ad esempio, particolarmente intensa nei casi di congestione. Secondo l'A. sarebbe possibile incanalare tale flusso entro tubi di ebanite, o immagazzinarlo in tubi chiusi capovolti come i gas più leggeri dell'aria. Per metterlo in evidenza l'A. si serve di condensatori ad aria la cui capacità varierebbe notevolmente in presenza del flusso stesso. Gli agenti che producono una reazione organica, come il caffè, il the, ecc., modificherebbero la emissione dell'antropoflusso. Secondo l'A. il fenomeno spiegherebbe certi casi strani di accidenti successi a persone in impianti elettrici.

## ELETTROTECNICA GENERALE.

Per l'impiego pratico della formula di Nagaoka per il calcolo della induttanza delle bobine ad avvolgimento a un solo strato e senza nucleo di ferro, come vengono spesso impiegate quali apparecchi di protezione o di regolazione, è proposta la costruzione di un abaco speciale descritto nella Revue Gén. de L'Electricité del 22 gennaio 1927, pag. 142. La formula originale ( $L = 2 \pi^2 \left(\frac{2a}{b}\right)^2 n^2 a k$ ) può essere ridotta alla forma  $L = K' a n^2$  (essendo  $a$  il raggio della bobina in cm;  $n$  il numero delle spire; in cui  $k' = 2 \pi^2 \left(\frac{2a}{b}\right)^2 K$  (essendo  $b$  la lunghezza della bobina in cm; e  $K$  un coefficiente numerico dipendente dal rapporto  $2a : b$ ). Il prodotto dei tre termini può essere facilmente eseguito per via grafica mediante apposito abaco rettilineo



triangolare che permette di fare la somma di tre termini e quindi, operando sui logaritmi, anche il prodotto. L'uso della formula riesce così molto comodo nella pratica corrente.

### MATERIALI.

La produzione dei combustibili liquidi, e specialmente del petrolio, nel mondo non accenna ad aumentare sensibilmente mentre cresce con grande rapidità il consumo. Mentre nel 1925 si erano prodotti 1.065.765.649 barili (un barile equivale a 168 litri circa), nel 1926 si è arrivati a 1.067.255.000 segnando un aumento meschino. In particolare, mentre la produzione è rimasta quasi costante (si nota una leggera diminuzione) agli Stati Uniti, essa è fortemente diminuita al Messico; aumenta invece la produzione dei Paesi da poco entrati in gara come il Venezuela, la Colombia e l'Argentina. La Romania è passata da 16 milioni di barili nel 1925 a circa 22 milioni nel 1926, e la Russia da 51 milioni a quasi 59 milioni.

### STATISTICA.

Il capitale investito nell'industria elettrica negli Stati Uniti d'America alla fine del 1926, ammontava a 19.500 milioni di dollari, con un aumento di 1570 milioni verificatosi durante l'anno. Le corrispondenti entrate sono state durante l'annata di 5934 milioni di dollari. Le industrie di distribuzione di luce e forza hanno un capitale di 8400 milioni di dollari, e hanno introitato 1684 milioni durante l'anno; l'energia prodotta fu di 68.732 milioni di kWh. Furono spesi 841 milioni di dollari in linee di trasmissione e reti di distribuzione durante il 1926. Nella trazione elettrica sono investiti 6000 milioni di dollari, con una corrispondente entrata annua di 1150 milioni. Vi sono 1800 costruttori di materiale elettrico con un capitale investito di 2500 milioni e un volume di affari di 2375 milioni di dollari all'anno.

### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

I vantaggi che possono ottenersi con un accurato studio dei particolari costruttivi nei trasformatori in aria per alte tensioni, sono messi bene in evidenza da una relazione, pubblicata nell'Elektr. und Maschinenbau del 5 settembre 1926, pag. 641, intorno ai trasformatori di prova costruiti dalla Società Haefely di Basilea. La Casa costruttrice ha potuto passare dai tipi a 300.000 V, fino a quelli a 750.000 V e anche 1.000.000 V senza modificazioni profonde, ma soltanto curando in modo speciale quei particolari costruttivi che potevano giovare a realizzare una migliore distribuzione del campo elettrostatico fra gli avvolgimenti ad alta e bassa tensione. Questi accorgimenti costruttivi sono descritti nell'articolo citato.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

## Movimento delle Società Elettriche.

### BILANCI E DIVIDENDI.

*Soc. Emiliana di Eserc. Elettrici* — Parma — Cap. L. 91.000.000. Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 dicembre 1926 e che presenta un utile netto di L. 9.783.833 che consente un dividendo di L. 3,60 per azione.

*Tecnomasio Italiano Brown Boveri* — Milano Cap. L. 50.000.000. E' stato approvato il bilancio dell'anno 1926 con un utile di L. 5.727.020 sul quale viene distribuito un dividendo di L. 10 per azione.

*Società Elettrica Interregionale Cisalpina* — Milano — Capitale L. 100.000.000.

Venne approvato il bilancio a chiusura del 31 dicembre 1926 che riflette però unicamente la situazione patrimoniale.

*Terni - Società per l'Industria o l'Elettricità* — Cap. L. 600 milioni.

E' stato approvato il bilancio del passato esercizio che chiude con un saldo attivo di L. 41.742.218 che permette di assegnare un dividendo di L. 32 per azione.

*Soc. Idroelettrica del Barbellino* — Milano — Cap. L. 20 milioni. Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1926 che presenta una perdita di L. 10.662.

*Società Trazione Elettrica Lombarda S.T.E.L.* — Milano — Capitale L. 12.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1926 che ha dato un avanzo netto di L. 1.338.133 che permette di dare agli azionisti un dividendo del 10 per cento.

*Società Elettricità e Gas di Roma* — Cap. L. 160.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che consente di distribuire un dividendo di L. 45 per azione.

*Soc. Adriatica di Elettricità* — Venezia — Cap. L. 200.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1926 che chiude con un saldo attivo di L. 31.424.980; si distribuisce un dividendo di L. 16 per azione.

*Elettricità Alta Italia* — Torino — Capitale L. 250.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1926 con un utile di L. 16.604.396 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 20 per azione.

*Piemonte Centrale di Elettricità* — Torino — Cap. L. 60.000.000. Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1926 che presenta un utile netto di L. 4.108.837 sul quale si distribuisce un dividendo dell'8 per cento.

*Società Varesina per Imprese Elettriche* — Varese. Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio, chiuso con un avanzo netto di L. 1.851.244; si assegna alle azioni un dividendo di L. 8 ciascuna.

### COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

*Società Termoelettrica Italiana* — Firenze. Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la messa in liquidazione.

*Società An. Zerowatt* — Milano. E' stato approvato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

*Società An. di Elettricità Valle Versa.* Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la messa in liquidazione della Società.

### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Standard Elettrica Italiana* — Milano. Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 5.000.000 a L. 9.000.000 emettendo 8000 azioni da L. 500.

\* \*

La Commissione preparatoria per la Conferenza per il disarmo, ha chiuso, a Ginevra, i suoi lavori. Essa ha compilato uno schema di progetto di convenzione che verrà presentato a tutti i Governi interessati ma che in realtà è soltanto una raccolta delle proposte avanzate dalle diverse Delegazioni le quali in ben pochi casi sono riuscite a mettersi d'accordo. Il problema del disarmo verrà ripreso nella grande Assemblea della Lega delle Nazioni in settembre.

Pure a Ginevra è convocata pel giorno 4 maggio la Conferenza internazionale economica. Anche a questo riguardo non pare probabile che si possano raggiungere risultati molto concreti.

In relazione ad essa è interessante notare che si è giunti a superare il vecchio conflitto fra la Svizzera e la Russia, risalente all'assassinio del Capo della Missione commerciale russa in Italia da parte di un originario svizzero, ex ufficiale dell'esercito russo. I due Stati hanno firmato un protocollo che segna la ripresa dei rapporti ufficiali.

A proposito della Conferenza economica, merita pure di essere rilevata la polemica accesa improvvisamente fra l'America e l'Inghilterra intorno al problema dei debiti di guerra, in seguito a pubbliche affermazioni fatte da Mellon e che l'Inghilterra giudica inesatte.

L'Inghilterra attraverso un periodo di crisi finanziaria e sociale piuttosto acuta. Il bilancio, come è noto, si presentava in forte deficit e ha dovuto essere sanato mediante provvedimenti economici gravosi. La massa operaia è in grave malumore per la nuova legge sindacale proposta dal Governo e che contiene misure draconiane contro gli scioperi. Il partito laburista si è dichiarato disposto a combattere la legge con ogni mezzo e non sarebbe a meravigliarsi se dovessimo assistere a nuove agitazioni e perturbazioni nello andamento delle industrie inglesi.

E' stato firmato a Parigi l'accordo commerciale franco-tedesco, mediante il quale si propaga fino al 30 giugno la Convenzione vigente, mentre per quella data i due Governi prepareranno il testo del Trattato di Commercio definitivo.

La Jugoslavia ha subito una nuova crisi ministeriale. La instabilità dei Governi nel vicino Stato è incresciosa anche nei riguardi delle relazioni internazionali. Non è evidentemente possibile arrivare a conclusioni proficue ed efficaci nelle questioni di alta importanza che ora si agitano specialmente fra l'Italia e la Jugoslavia fino a quando non vi sia da quella parte un negoziatore rivestito di tutta l'autorità che deriva da una solida base politica interna. Il malessere dei partiti si ripercuote in una limitazione della libertà di manovra negli uomini di Governo, causa non ultima dell'incertezza dell'azione politica internazionale dello Stato.

L'azione della Jugoslavia è naturalmente seguita attentamente in tutta la penisola Balcanica, specialmente da parte della Ungheria e della Bulgaria. Si è anche parlato di intese militari fra Belgrado e Angora e tali notizie, per quanto ufficialmente smentite, non contribuiscono certo allo stabilimento di uno stato di calma e di reciproca fiducia fra gli Stati della penisola.

Si ritorna a parlare del Marocco dove pare che si manifesti una ripresa di attività da parte dei ribelli specialmente nella zona spagnola. Si sono avuti combattimenti di qualche importanza e il movimento si va estendendo. La questione di Tangeri è sempre in discussione.

Le preoccupazioni cinesi continuano e i pericoli di complicazioni anziché scomparire, accennano ad acuirsi.

\*

Come avevamo annunciato nelle precedenti Note, le relazioni di buona amicizia italo-ungheresi hanno avuto larghi sviluppi. Superato il complesso periodo politico dell'immediato dopo guerra, ritrovata da parte della Nazione ungherese la sua libertà di sentimento e di azione fuori dai vincoli tedeschi, la affinità di tendenze e di inclinazioni, che

già aveva fatto tante volte incontrare la storia dell'Italia e dell'Ungheria, ha ripreso il sopravvento. Ancora una volta i due Paesi, che spesso si sono trovati a fianco a fianco nei momenti tragici e dolorosi della loro vita, hanno rinsaldato una amicizia che trova cordiale rispondenza nell'animo delle rispettive popolazioni.

La venuta a Roma del Conte Bethlen, Presidente del Consiglio dei Ministri ungherese, ha dato occasione appunto ad una larga manifestazione ufficiale di simpatia, alla quale la stampa e la opinione pubblica dei due Paesi si sono cordialmente intonate.

Ciò dà maggior valore agli atti ufficiali di politica internazionale con cui tale simpatia è stata suggellata. Fra l'Italia e la Ungheria è stato infatti firmato un Trattato di amicizia, di conciliazione e di arbitrato nel quale viene affermato che fra le due Nazioni correrà «pace costante e amicizia perpetua». L'espressione ufficiale può lasciare scettici coloro che abbiano esperienza di vita politica internazionale; ma appunto per questo abbiamo messo in rilievo l'adesione dello spirito popolare a tale clausola, poichè tale adesione trovando il suo fondamento in ragioni non periture di affinità di storia, di tendenza, di civilizzazione, può meglio di ogni altra cosa mettere il suggello della perennità allo stato di buone relazioni politiche.

Il trattato è stato prontamente sanzionato dalle Camere di Roma e di Budapest, e la sua discussione ha dato luogo a nuove manifestazioni di reciproco compiacimento.

Esso è considerato come una tappa verso il progressivo sviluppo di più ampi rapporti culturali, commerciali e finanziari. Fra poco verranno iniziate le trattative per la compensazione dei debiti di anteguerra fra Italia e Ungheria; l'argomento coinvolge questioni importanti e interessi gravi specialmente per quanto riguarda le provincie residenti e in particolarissimo modo la città di Fiume, colla quale l'Ungheria aveva, sotto l'impero austriaco, relazioni di affari estesissime.

Tutta l'Ungheria gravita naturalmente verso il porto di Fiume. E anche della grave questione dello sbocco ungherese sul mare si è ampiamente discusso nei colloqui romani del Conte Bethlen che ha nettamente smentito le voci secondo le quali l'Ungheria intenderebbe rivolgere le correnti dei suoi traffici verso i porti jugoslavi dell'Adriatico. Ovvie ragioni geografiche, di facilità di comunicazioni interne e di attrezzamento portuale, rendono Fiume lo sbocco preferibile per il commercio marittimo ungherese.

A questo proposito sono pure stati conclusi degli accordi a Roma e l'Ungheria cerca ora di superare le difficoltà che all'atto pratico derivano dal fatto che le comunicazioni per Fiume devono necessariamente attraversare il territorio di un altro Stato.

Il Trattato italo-ungherese e il tono apertamente amichevole e cordiale usato nei colloqui ufficiali di Roma avevano suscitato qualche preoccupazione e qualche allarme in Romania, dove si era creduto di vedere un contrasto di interessi fra i rapporti alquanto tesi ungaro-romeni e l'azione dell'Italia. Della cosa si fecero anche interpreti alcuni parlamentari romeni, ma il Ministro degli Esteri a Bucarest ebbe buon gioco a dimostrare la infondatezza di tali timori affermando che il suo Governo aveva ampia fiducia nella sincerità dell'Italia la quale certo non intendeva fare cosa alcuna contraria agli interessi romeni. Bisogna riconoscere che queste dichiarazioni furono accolte con piena soddisfazione dalla opinione pubblica romena, la quale anzi, a mezzo della stampa politica quotidiana non mancò di esprimere il proprio rincrescimento per l'impulsività dimostrata e a riconfermare la fiducia e l'amicizia con Roma.

In verità il Trattato italo-ungherese rientra perfettamente nel quadro della politica estera italiana, la quale, aliena da avventure azzardate, cerca di ampliare continuamente la rete delle proprie amichevoli relazioni creandosi così l'ambiente più favorevole per il sempre più vasto sbocco della sua produzione e dei suoi commerci.

Manco a dirlo, come ogni altro atto della politica internazionale italiana, anche il Trattato coll'Ungheria fu commentato e discusso in ogni senso negli ambienti delle Cancellerie europee e nella stampa politica di ogni Paese. In generale però la buona fede e l'intenzione pacifica dell'Italia è stata dovunque riconosciuta.

Particolarmente interessanti furono i commenti di parecchi giornali francesi, i quali rilevarono come il Trattato coll'Ungheria sia avvenuto mentre dura il contrasto colla Jugoslavia e come ciò possa assumere l'aspetto di un monito per la Jugoslavia e in generale per la Piccola Intesa.

Effettivamente a Belgrado si è notato un certo malumore e personaggi politici irresponsabili non hanno esitato a dichiarare che il patto italo-ungherese rendeva per ora impossibile pensare di arrivare ad un Trattato di amicizia fra Jugoslavia e Ungheria.

Fortunatamente però negli ambienti responsabili si dimostra una maggiore prudenza e si manifesta l'attitudine a valutare più serenamente lo stato delle cose. Giustamente il nuovo Ministro degli Esteri Marinkovic ha ricordato che i rapporti ufficiali fra Roma e Belgrado sono tuttora normali e che i due Paesi sono ancora amici ed alleati. Si è perciò dichiarato favorevole a discussioni dirette che potrebbero più facilmente di quanto non si creda trasformare questo stato di buone relazioni formali in uno stato di reale e sostanziale amicizia.

Il nostro Governo si è sempre dichiarato, come è noto, pronto ad accedere a un tale ordine di idee e tutta la sua politica passata imperniata sul Patto di Nettuno, che la Jugoslavia non ha mai ratificato, ne è la prova migliore. E' lecito quindi sperare che le buone disposizioni teoriche possano presto tradursi in volontà efficiente.

Ciò è tanto più probabile in quanto l'atteggiamento delle altre grandi Potenze, specialmente della Francia e dell'Inghilterra, si è fatto sempre più riserbato tanto da dare nettamente alla Jugoslavia la im-

pressione che nessuno in Europa è ora disposto a lasciar turbare la pace e meno che mai a sostenere chi volesse pazzamente cacciarsi in avventure. Ridotta così la situazione alla sua realtà attuale, non sembra esservi per Belgrado altra via che quella di accordi diretti con Roma, accordi che rispondono del resto effettivamente ai suoi più veri e maggiori interessi.

\*

Abbiamo più volte messo in evidenza il continuo affluire di denaro estero e precisamente americano verso le nostre industrie. Il movimento non accenna ad arrestarsi. Abbiamo avuto il prestito alla città di Roma per 30 milioni di dollari, poi a Milano per altri 30 milioni di dollari, e si parla di 12 milioni alla Società Meridionale di Elettricità, di altre somme ingentissime alla Pirelli, ecc.

Le condizioni fatte, a lunga scadenza e ad interesse non grave sono certamente tali che non si sarebbero potute ottenere sul mercato interno. Il prestito a Milano venne concesso al 6,5 di interesse e al corso di 88,50 per cento oltre alla metà del maggior prezzo che si potesse ottenere all'emissione a New York oltre il corso di 92,50; nessuna garanzia ipotecaria né presente né futura è stata richiesta al Comune di Milano.

Tutto ciò certamente è causa di compiacimento e di fierezza per noi in quanto costituisce una prova tangibile ed inconfutabile della fiducia che nei maggiori ambienti finanziari del mondo si nutre verso il nostro Paese. Fiducia ribadita dal fatto che il corso dei prestiti precedentemente emessi continua a far premio sul prezzo di emissione, sul mercato di New York.

Come è noto, la politica americana di collocamento di capitali in prestiti esteri e specialmente europei è cominciata nel dopo guerra, poichè prima di quel cataclisma mondiale politico e finanziario gli Stati Uniti erano debitori verso l'Europa. Lo spostamento enorme avvenuto nella bilancia commerciale americana colla guerra, raddoppiando la eccedenza attiva, e i pagamenti in oro delle merci vendute agli Alleati europei, hanno permesso agli Stati Uniti di ricuperare tutta la massa dei propri titoli collocati all'estero e hanno messo a disposizione una enorme quantità d'oro. La grande disponibilità di denaro avrebbe portato inevitabilmente un forte aumento nei salari operai, un rialzo inevitabile di tutti i costi e conseguentemente un danno sempre più grave all'industria americana che si sarebbe vista battuta su tutti i mercati mondiali dall'industria europea. Ecco la ragione per cui gli americani intensificarono negli ultimi anni gli investimenti all'estero, arrivando ad una somma totale che si asserisce sia dell'ordine di circa 10 miliardi di dollari.

Ma è evidente che tutto questo può anche nascondere un pericolo grave per i Paesi che facciano troppo largamente e avventatamente ricorso al credito americano. In particolare modo sono pericolosi, oltre certi limiti, i prestiti assunti da Comuni, i quali vengono generalmente impiegati in spese improduttive che, se possono venire deliberate con una certa facilità data la larghezza momentanea di disponibilità creata dal prestito, gravano poi per lungo tempo con gli interessi e gli ammortamenti.

Bene ha fatto quindi il nostro Ministro delle Finanze a correre ai ripari stabilendo che nessun prestito possa venire assunto all'estero né dai Comuni né dalle industrie senza che la proposta sia stata accuratamente vagliata dalla Direzione Generale del Tesoro che ha tutti gli elementi per controllare il mercato finanziario del movimento di entrata e di uscita delle valute estere.

Non è possibile evidentemente in queste questioni stabilire norme precise e generali. Si tratta di apprezzamenti di limite e di quantità e non di qualità: i singoli casi vanno esaminati partitamente. Crediamo tuttavia che una saggia severità sarà provvidenziale se non vogliamo crearci degli imbarazzi per il futuro.

La situazione presenta degli aspetti diversi per quanto riguarda i prestiti alle industrie.

Si tratta, o dovrebbe trattarsi, sempre in questi casi di impieghi fruttiferi i quali perciò creano da sé stessi la massa d'oro necessaria per il pagamento delle rate di interessi e di ammortamento. Occorre naturalmente anche qui che sia caso per caso valutata la utilità attuale dell'impiego dei nuovi capitali nell'ampliamento delle industrie o nella costruzione di nuovi impianti. Ma qui il pericolo è minore che per i Comuni. La intelligenza e la responsabilità dei nostri grandi industriali è la maggiore difesa contro l'abuso dei prestiti esteri, abuso che trova del resto un freno nella condizione stessa delle cose come si comprende quando si pensi che il denaro a New York costa effettivamente circa l'8 per cento, senza contare l'ammortamento.

Anche qui l'opera del controllo dello Stato può essere provvidenziale. Pur intonandosi ad un maggiore senso di larghezza, è necessaria una discriminazione molto oculata fra le industrie veramente solide ed efficienti capaci di sostenere l'onere e il rischio del servizio dei prestiti, e quelle che ad essi ricorrono soltanto per sostenere imprese inefficienti o per realizzare ampliamenti di impianti che allo stato attuale dei mercati costituiscano un errore di tecnica commerciale e finanziaria.

Più pericoloso ancora è il sistema della vendita all'estero di masse di titoli nazionali come è stato fatto recentemente ad esempio, dalla Snia Viscosa e dalla Fiat. Qui è troppo facile arrivare al limite di permettere un effettivo controllo estero delle nostre industrie e questo pericolo è troppo grave perchè non si debba levare un grido di allarme. Una misura di difesa molto efficace che viene da più parti invocata e che venne adottata per esempio dalla Germania, è quella del voto plurimo riservato alle azioni nominative appartenenti ad azionisti nazio-

nali. Questa proposta se adottata nella nostra legislazione, potrebbe prevenire il pericolo di soverchie ingerenze straniere, conservando agli industriali italiani il controllo delle proprie aziende.

In presenza dello sviluppo sempre maggiore preso da questa pratica dei prestiti esteri, non sarà mai eccessiva la prudenza e la severità, pur sempre razionalmente oculata, della nostra Tesoreria nel vagliare le domande di nuovi prestiti.

Per quanto riguarda più propriamente il fatto del movimento di entrata e uscita della valuta estera è interessante ricordare che il Ministro Volpi ha disposto che le valute oro (dollari) derivanti dai prestiti contratti dai Comuni di Roma, di Milano, e da parecchie Società industriali, vengano versati all'Istituto Nazionale dei Cambi. L'Istituto riceverà i dollari e metterà le lire corrispondenti in un conto corrente vincolato a favore dell'Ente che ha contratto il prestito. Il Tesoro in tal modo incasserà e conserverà i dollari versando le lire corrispondenti a misura che gli Enti dovranno effettuare i pagamenti dei lavori corrispondentemente assunti, ciò che non potrà avvenire se non in un certo numero di anni.

In tal modo le operazioni di prestiti all'estero gioveranno ad aumentare le riserve di valuta pregiata, senza venir a gravare in alcun modo sulla circolazione. Anche questo è un aspetto della questione dei prestiti esteri che merita di essere considerato.

\*

Si è tenuta a Londra la prima Conferenza fra gli industriali italiani e quelli britannici, che avevamo annunciato come prossima nelle precedenti Note.

La conferenza, rappresenta, come è noto, la prima presa di contatto per una serie di discussioni e di riunioni durante le quali dovranno essere esaminate tutte le questioni inerenti agli scambi commerciali italo-inglesi e dovranno essere studiati i provvedimenti più importanti da prendere per facilitare l'incremento dei traffici stessi.

Molto è lecito attendersi da queste riunioni di uomini di affari i quali certamente non si riuniscono se non perchè animati da una reale volontà di fare e che, non impacciati da considerazioni politiche o comunque estranee al mondo degli affari, sono nelle migliori condizioni per arrivare a risultati di pratica utilità.

La riunione di Londra, tenutasi nei primi giorni del mese di aprile, non ha potuto naturalmente esaminare se non questioni di carattere generale e preliminare. Tuttavia si sono raggiunti degli accordi e si sono stabiliti certi indirizzi i quali acquistano una speciale importanza specialmente nei rispetti della prossima Conferenza Internazionale Economica di Ginevra, in quanto i risultati ottenuti a Londra permetteranno di realizzare a Ginevra una efficace collaborazione italo-inglese.

Le questioni di cui la Conferenza di Londra ebbe ad occuparsi riguardano i principii generali della nomenclatura e delle statistiche doganali, i metodi di valutazione delle importazioni e delle esportazioni, gli scambi internazionali di informazioni e statistiche della produzione, gli accordi internazionali delle industrie, la questione della doppia tassazione, ecc.

La Conferenza diede luogo a scambio di cortesie fra i rappresentanti dei due Paesi e da parte inglese non mancarono riconoscimenti calorosi della nostra attività industriale e affermazioni di sicura fiducia nel nostro progressivo sviluppo. La prossima Conferenza si radunerà fra qualche mese a Roma.

La difesa e l'incremento del traffico estero è sempre questione di vitale importanza per noi, gravati da una bilancia commerciale fortemente passiva.

La rigorosa politica di controllo sulle importazioni, adottata da qualche tempo dal nostro Governo, non manca di produrre i suoi frutti. Nel mese di marzo infatti, sebbene si abbia avuta una leggera contrazione nelle esportazioni in confronto al mese di marzo dell'anno precedente, lo sbilancio commerciale si è sensibilmente attenuato.

Si sono infatti esportate durante il marzo 1927 merci per lire 1.408.310.681, contro lire 1.471.509.699 esportate nel marzo 1926, con una diminuzione di circa 63 milioni di lire. Nello stesso mese le importazioni sono diminuite da 2.416.430.155 lire nel 1926, a lire 2.072.750.658 nel marzo 1927, seguendo una contrazione di circa 344 milioni di lire. Si è avuto quindi un miglioramento di circa 281 milioni durante il mese di marzo.

In complesso nel primo trimestre dell'anno in corso si raggiunsero L. 6.081.233.723 di importazioni con una diminuzione di 524 milioni rispetto al primo trimestre 1926 nel quale si importarono 6.605.647.293 lire di merci; le esportazioni durante il trimestre furono di lire 3.926.083.702, con una contrazione, relativamente assai piccola, di 78 milioni di lire circa rispetto al primo trimestre 1926. La eccedenza delle importazioni sulle esportazioni fu perciò di L. 2.155.150.021 nei primi tre mesi dell'anno in corso, mentre era stata, nell'anno precedente, di L. 2.600.796.834; si è così ottenuto un miglioramento di 455 milioni di lire circa.

Fra le affermazioni recenti della nostra industria all'estero, va rilevata la ordinazione ai nostri cantieri navali di due incrociatori leggeri da 6400 tonnellate da parte del Governo cileno.

In relazione alla situazione creatasi nei rapporti italo-russi dopo la ratifica italiana del Trattato per la Bessarabia, acquistano interesse le seguenti cifre ufficiali intorno all'entità dei nostri scambi commerciali colla Russia durante l'anno 1926.

Si importarono dalla Russia 1.630.000 quintali di olio minerale, con un aumento del 54 per cento rispetto ai 1925; inoltre, 107.000 tonnellate di frumento, e 90.000 tonnellate di carbone fossile. Le nostre

esportazioni in Russia hanno segnato una certa diminuzione in confronto al 1925: i tessuti e i filati sono diminuiti da 16.000 a 14.000 quintali, gli agrumi da 70.000 a 23.000 quintali, ecc.

Come si vede il traffico italo-russo è ben lungi dal raggiungere lo sviluppo che sarebbe adeguato all'importanza dei due mercati nazionali e alla facilità delle reciproche comunicazioni. Ad ogni modo non pare che le minacce di boicottaggio da parte della Russia che erano state avanzate nel primo momento dell'impressione della nostra ratifica, abbiano avuto seguito, nè è probabile che abbiano ad averlo, dato l'orientamento preso dalla politica di Mosca che non lesina sforzi per riallacciare i rapporti coll'Europa occidentale.

La contrazione generale nei nostri traffici coll'estero, non si traduce che in parte nel movimento dei nostri porti.

Nel febbraio 1927 approdarono ai porti italiani 11.143 navi per 5.070.258 tonnellate di stazza netta, sbarcando 2.020.542 tonnellate di merci, e ne partirono 11.285 navi, imbarcando 598.162 tonnellate di merci. Nel febbraio 1926 si avevano avute invece 10.367 navi approdate con 2.040.054 tonnellate di merci sbarcate, e 10.149 navi partite con 572.504 tonnellate di merci imbarcate.

Il versamento delle quote del piano Dawes in conto riparazioni, da parte della Germania continua regolarmente, sebbene dia luogo a incessanti recriminazioni da parte tedesca e a foschi presagi per l'avvenire. Nel mese di marzo ora decorso, l'Italia ha potuto introitare per tale capitale un complesso di versamenti vari valutati a 9.016.019 marchi oro.

Intorno alle nostre colonie, qualche dato interessante si può desumere dalla relazione che il Governatore della Somalia, conte De Vecchi, ha presentato recentemente al Capo del Governo. Come è noto, colle ultime occupazioni territoriali ora effettuate, la superficie di nostra dominazione in quella colonia, ammonta a 300.000 chilometri quadrati. Il movimento di esportazione e di importazione che era di 65 milioni di lire nel 1923, è salito a 123 milioni nello scorso anno, e nel primo trimestre di quest'anno si sono già raggiunti i 40 milioni. E' in istudio e in parte in esecuzione un programma di lavori inteso a facilitare una corrente emigratoria non trascurabile in colonia dall'Italia.

Altre notizie pubblicate mettono in rilievo l'importanza dei monopoli industriali di Stato in Tripolitania, dove nelle sole saline di Tripoli si producono annualmente circa 200.000 quintali di sale, mentre nella regione di Pisida esistono stagni salini di 50 chilometri quadrati, ricchi di sali potassici e magnesiaci. Anche la cultura del tabacco va acquistando sempre maggiore importanza bastando a tutto il consumo locale e permettendo già di esportarne nel Regno.

\*

L'attività legislativa del nostro Governo si è esplicata durante il mese in parecchi provvedimenti a riflesso finanziario di cui facciamo qui breve menzione.

Vennero aumentati di 374 milioni gli stanziamenti per le pensioni privilegiate di guerra. Venne elevato dal 3,36 per cento al 4,08 per cento il tasso di interesse sui risparmi postali provenienti dall'estero.

Parecchie facilitazioni furono accordate a favore della industria nazionale, come la franchigia doganale del sodio metallico per la industria dell'indaco sintetico, ecc. Venne aumentato il numero delle merci ammesse a godere del regime della temporanea importazione. Furono accordate esenzioni dalla Ricchezza mobile alle industrie che esportano tabacco nazionale, ecc., ecc.

Per agevolare nelle regioni remote la trasformazione delle piccole imprese industriali in grandi Aziende, si sono deliberati degli esoneri tributari per la trasformazione delle Società a garanzia limitata in Società anonime.

Particolare importanza riveste la deliberazione di istituire delle zone franche per un periodo di 30 anni dal 1° gennaio 1928, nei nostri porti principali e precisamente in quelli di Savona, Genova, Livorno, Napoli, Brindisi, Bari, Ancona, Venezia, Trieste, Fiume, Palermo, Messina, Catania e Cagliari.

Il provvedimento può avere una portata economica rilevante nei riguardi dello sviluppo industriale delle nostre zone portuali. Esso presenta però qualche difficoltà pratica di realizzazione anche dal punto di vista tecnico data la posizione geografica e la natura dell'immediato retroterra di molti dei nostri porti.

E' in corso di studio un provvedimento unificatore della legislazione mineraria, la quale come è noto è retta ora nelle diverse regioni d'Italia da una molteplicità di atti legislativi risalenti ai precedenti Governi degli staterelli nei quali l'Italia era suddivisa prima del risorgimento nazionale. L'annuncio del provvedimento aveva suscitato qualche allarme negli ambienti interessati ma da fonte ufficiale è giunta l'assicurazione che i diritti acquisiti saranno rispettati.

Molta attenzione è rivolta dal Governo alla questione tanto importante delle facilitazioni monetarie e creditizie a favore della esportazione. L'Istituto Nazionale per le Esportazioni ha in proposito studiato una serie di provvedimenti dei quali si annuncia prossima l'approvazione. Si tratta di tre ordini di provvedimenti riguardanti l'assicurazione dei crediti commerciali ordinari degli esportatori, una forma di garanzia statale per i crediti speciali a lunga scadenza, e la possibilità di sconto e riscatto da parte dell'Istituto dei Cambi, di tratte sull'estero stilate in valute estere mentre, come è noto, attualmente la Banca d'Italia sconta soltanto quelle stilate in lire italiane.

E' stato pubblicato il secondo volume della Statistica della finanza locale il quale riporta gli accertamenti fatti sui bilanci dei Comuni e delle Provincie per il 1925. Da esso si possono trarre alcune notizie

interessanti sul movimento delle entrate e delle spese effettive dei singoli Enti.

Si rileva in tal modo che fra i 9137 Comuni ve ne sono 3222 che hanno le entrate e le spese effettive in pareggio; altri 1172 Comuni hanno un deficit quasi trascurabile, colle spese che superano le entrate di non più del 5 per cento. Vi sono poi 1013 Comuni con un deficit compreso fra il 5 e il 10 per cento, e altri 1445 Comuni con un deficit fra il 10 e il 20 per cento. Sono cioè complessivamente 6852 Comuni nei quali si può ritenere che il bilancio sia sistemabile senza gravi difficoltà.

Rimangono però 2285 Comuni che hanno un deficit rilevante, superiore al 20 per cento e che supera talvolta anche il 50 per cento. In totale le deficienze di tutti i bilanci comunali del Regno, arrivano nel 1925 a 894 milioni. E' interessante notare che i mutui passivi contratti dai Comuni stessi arrivano a cinque miliardi e mezzo.

Quanto alle Province, ve ne sono 27 in pareggio, e 35 con uno sbilancio inferiore al 20 per cento. Sono cioè 62 Province facilmente sistemabili dal lato finanziario. Ve ne hanno però 14 con sbilanci molto forti che arrivano anche al 50 per cento. Si tratta complessivamente di una deficienza di 97 milioni. Il carico di mutui passivi per le Province è di 953 milioni.

Manca dunque in totale alle finanze degli Enti locali quasi un miliardo di lire, mentre essi sono oberati da mutui passivi per un totale di circa sei miliardi e mezzo. Bastano queste cifre per far comprendere come sia grave e preoccupante il problema della sistemazione della finanza locale.

Dal conto del Tesoro al 31 marzo 1927 si rileva che a tale data la sistemazione di bilancio registra un avanzo effettivo di 249 milioni, con un miglioramento di 107 milioni sulle previsioni. L'avanzo prende poi il valore di 811 milioni quando si eseguiscano le correzioni altre volte indicate; questa cifra è confrontabile con quello di 582 milioni avuta nel corrispondente periodo dell'esercizio precedente.

Al 31 marzo gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie superavano i pagamenti, per 489 milioni. Il fondo generale di cassa ammontava, alla stessa data a 2311 milioni.

I debiti pubblici interni ammontavano a 84.161 milioni al 31 marzo 1927, prescindendo dai risultati del Prestito del Littorio; si ha cioè una riduzione di 7148 milioni rispetto al 30 giugno 1926. La circolazione per conto del commercio, soggetta al limite dei 7 miliardi, ammontava a 5177 milioni con una diminuzione di 113 milioni rispetto al 28 febbraio. La circolazione totale, bancaria e di Stato, era, al 31 marzo, di 19.438 milioni; durante il mese di marzo si ebbe una diminuzione di 141 milioni.

\*

Nel mese di aprile può dirsi che il fenomeno finanziario che richiamò l'attenzione di tutti i circoli d'affari europei, sia stata la rapida rivalutazione della lira. Il movimento di ascensione della nostra valuta, al quale accennavamo già nelle Note precedenti, ha preso durante il mese uno sviluppo superiore ad ogni previsione.

Abbiamo visto la lira sorpassare sul mercato di Londra la quotazione di 90 riguadagnando così un valore oro che da parecchi anni non era stato mai, nonchè raggiunto, nemmeno avvicinato.

La ragione di questo fenomeno deve ricercarsi in tutta quella lunga serie di sacrifici, di sforzi e di provvedimenti coi quali l'Italia faticosamente costruisce il proprio avvenire. Il fenomeno ha avuto una manifestazione subitanea e quasi improvvisa ma la sua preparazione ha radici lontane e, ciò che più conta, ben profonde. Certo alla rapidissima rivalutazione ha contribuito anche il cessare della speculazione internazionale che, per motivi più o meno confessabili, manovrava da tempo contro la lira: vista perduta la partita la speculazione ha cambiato rotta e il fenomeno dei cambi ricondotto al suo naturale sviluppo ha finalmente potuto divenire indice meno inesatto del progresso finanziario ed economico dell'Italia.

La rapidità del fenomeno stesso fa nascere naturalmente problemi molteplici e di vastissima portata creando una situazione temporaneamente di grande delicatezza che richiede abilità somma in chi ha la responsabilità della guida del movimento economico nazionale.

La vivacità del movimento dei cambi, non ha avuto rispondenza in quello dei titoli. La cronaca delle Borse diviene di mese in mese più monotona ed uniforme. Il mercato è improntato a negligenza e a pesantezza sebbene si noti una certa abbondanza di denaro.

Piccoli spostamenti subiscono i titoli di Stato che, in vista della tendenza generale, si possono considerare abbastanza resistenti.

I bancari hanno segnato qualche momento di agitazione ma nel complesso non registrano spostamenti di grande importanza.

I titoli tessili hanno avuto andamento svariato. Mentre i titoli dei cotone, sotto l'impressione del movimento dei cambi, regrediscono sensibilmente, si nota un risveglio vivace di ripresa nei cascami di seta e nelle sete artificiali.

Ben tenuto il comparto dei titoli meccanici e metallurgici che, pur attraversando qualche periodo di debolezza, registra delle buone quotazioni.

Analogo comportamento presentano i titoli ex ferroviari, mentre quelli di navigazione seguono falcidie notevoli solo in parte compensate in chiusura.

Poco movimentati i titoli immobiliari e i saccariferi; in regresso i titoli di esportazione.

Negli elettrici si nota in generale una tendenza pesante come si può rilevare dall'annesso specchietto.

RENATO SAN NICOLO'.

## Variazioni dei titoli elettrici nel mese di aprile 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	556	563	579
Vizzola . . . . .	500	843	840	840
Bresciana . . . . .	100	220	214	216
Adamello . . . . .	200	232	231	232
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	103	102,50	101
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	280	259	260
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	231	260	252
Adriatica . . . . .	100	203	225	221
Negri . . . . .	100	232	200	195
Ligure Toscana . . . . .	200	244	247	238
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	107	106	103
Elettrica Brioschi . . . . .	250	401	372	368
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	41,50	38	38,50
Idroelettrica Trezzo . . . . .	250	400	400	395
Elettrica Valdarno . . . . .	100	137	137,50	132
Tirso . . . . .	250	173	170	165
Terni . . . . .	400	412	409	410
Elettriche Meridionali . . . . .	250	273	274	272
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	150	150	146
Dinamo . . . . .	100	117	115	124

\* \*

## Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di aprile 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>			
Cardiff primario . . . . .	L. 210,—	a L. 215,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—,—
Americano . . . . .	200,—	205,—	—,—
Slesia . . . . .	190,—	195,—	—,—
Sarre . . . . .	165,—	180,—	—,—
<b>Antraciti</b>			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	330,—	335,—	—,—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	310,—	320,—	—,—
<b>Coke</b>			
Coke da gas nazionale . . . . .	255,—	260,—	—,—
Coke da gas inglese . . . . .	—,—	—,—	—,—
Coke metallurgico inglese o italiano di Savona . . . . .	260,—	265,—	—,—
Petrolio . . . . .	250,—	305,—	al quint.
<b>Nafta</b>			
Per Diesel . . . . .	535,—	565,—	alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,—	530,—	—,—
Benzina in fusti . . . . .	320,—	380,—	al quint.

### METALLI

<b>Ghisa</b>			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 680,—	a L. 690,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3 . . . . .	590,—	600,—	—,—
Ematite . . . . .	610,—	620,—	—,—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	530,—	540,—	—,—
<b>Ferro</b>			
Laminato omogeneo . . . . .	117,50	—,—	al quint.
Poutrelles . . . . .	114,50	—,—	—,—
Lamiere da 8 mm. in più . . . . .	125,—	—,—	—,—
Tubi per gas . . . . .	235,—	—,—	—,—
<b>Acciaio</b>			
Rapido per utensili . . . . .	1800,—	5000,—	—,—
Martin resist. 50-70 . . . . .	200,—	240,—	—,—
<b>Rame</b>			
Elettrolitico . . . . .	665,—	685,—	—,—
In fogli comune . . . . .	960,—	980,—	—,—
In barre tonde e quadre . . . . .	935,—	955,—	—,—
Stagno in pani . . . . .	3100,—	3150,—	—,—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	360,—	370,—	—,—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	300,—	310,—	—,—
Antimonio in pani . . . . .	835,—	845,—	—,—
Ottone in barre . . . . .	920,—	940,—	—,—

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nei limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, summi e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.



## NOTE LEGALI

### Le nuove disposizioni per l'impianto di linee di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica.

Un recente decreto in data 16 dicembre 1926, pubblicato il 1° febbraio 1927, integra con nuove norme le precedenti disposizioni legislative per l'autorizzazione all'impianto delle linee di trasmissione e distribuzione dell'energia ed a chiarimento di tali nuove norme, che servono in special modo a disciplinare la procedura per le autorizzazioni alla costruzione e all'esercizio delle linee, il Ministero dei LL. PP. ha accompagnato il decreto da una circolare integrativa ed esplicativa.

Poichè col decreto 22 febbraio 1927 si stabiliva che solo il Ministero dei LL. PP. era competente in materia circa la concessione delle autorizzazioni per gli impianti di linee elettriche, per quanto riguardava la trasmissione, ma solo in riferimento agli impianti idraulici, coll'articolo 1 del nuovo decreto si estende la competenza ministeriale alla costruzione ed al collegamento delle linee, anche con riferimento agli impianti termici.

Resta così stabilito che al Ministero dei LL. PP. viene deferita la competenza in materia per tutte le linee di trasporto mentre ai Prefetti rimane il compito delle autorizzazioni per le linee di distribuzione.

Cogli articoli seguenti si eliminano i doppioni di istruttoria che prima erano necessari per l'impianto delle linee, quella locale per la autorizzazione provvisoria e quella ministeriale per il consenso definitivo. Gli enti interessati — Ministero delle Comunicazioni (che deve sempre essere interpellato — articolo 2) le Ferrovie dello Stato nei casi di attraversamento, l'Autorità Militare per le zone di servitù militare, i Comuni, il Magistero delle Acque a seconda dei casi — dovranno semplicemente dare il nulla osta per gli impianti, dopo di che deciderà il Ministero dei LL. PP.

I casi di urgenza sono previsti dall'articolo 3 che detta una procedura abbreviata e coll'articolo 4 si prescrivono norme per i casi di conflitto in cui l'interessato non abbia potuto raggiungere un accordo soddisfacente con uno degli enti interessati.

Il nuovo decreto contiene inoltre le disposizioni per la istituzione presso il Consiglio Superiore dei LL. PP. di una speciale sezione per la trasmissione e la distribuzione della energia della quale dovranno far parte i rappresentanti delle Amministrazioni interessate, quelli delle Società elettriche ed esperti estranei di provata competenza in materia.

Questo nuovo decreto è argomento di un notevolissimo articolo, comparso sull'ultimo numero della Rivista « Acque e Trasporti », del Comm. Petrocchi, Direttore Generale al Ministero dei LL. PP., che richiama ed illustra, con rara competenza, tutti i precedenti di queste nuove disposizioni, rifacendosi dalla legge Boselli del 1894 e dal suo regolamento 25 ottobre 1895, e seguendola sino ad oggi, attraverso le successive disposizioni legislative in materia, che però mai ne modificarono la struttura iniziale, ma solo la integrarono, ove essa non era più sufficiente, per l'enorme sviluppo della Industria Elettrica, o la chiarirono in alcuni dei suoi punti controversi.

Ricordo a questo proposito la grave questione della competenza dei Comuni in materia di concessioni di linee elettriche, che tanto occupò la dottrina e la giurisprudenza (vedi *L'Elettrotecnica*, 1925, pagina 781), e che ora è stata sorpassata e risolta definitivamente.

La necessità però di nuove disposizioni per l'integrazione delle vecchie norme diede origine a gravi polemiche, pro e contro la riforma totale o parziale della legge 1894; e sin dal 1912 fu istituita una Commissione parlamentare per lo studio di una nuova legge sostitutiva, nel 1920 fu nominata una nuova Commissione che diede pur essa esca a nuovi studi ed a nuovi progetti e a questo proposito ricordo quanto scritto a pagina 657 della *Elettrotecnica*, anno 1926, circa la Commissione nominata dal Congresso della Associazione Nazionale Ingegneri Architetti che ritornando sulla « vexata quaestio » dell'intervento statale ha ammesso un intervento indiretto, ossia nei casi di richiesta delle parti.

E se oggi l'accordo non può certo dirsi raggiunto sta di fatto che si delinea una sempre maggior tendenza favorevole all'intervento statale in materia, per affrontare i due problemi fondamentali della regolazione dei prezzi dell'energia e quello dell'uso delle linee.

Oggi col decreto 16 dicembre 1926 il Governo Nazionale ha fatto un notevole passo eliminando il frazionamento e la sovrapposizione delle competenze, il resto verrà appresso (come dice il Comm. Petrocchi) appena approvato il decreto 1° dicembre 1926 con cui il Governo ha chiesto la delega ad emanare nuove disposizioni sulla trasmissione, distribuzione e vendita dell'energia comunque prodotta, sulle tariffe dei consumi nonché sulla giurisdizione e sul contenzioso in materia.

Avv. LEONE PESCI.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

## DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

### Modificazione al R. decreto-legge 4 marzo 1926, n. 681 recante disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica.

*Regio Decreto-Legge 16 dicembre 1926, pubblicato nella « Gazzetta Ufficiale del Regno », n. 25 del 1° febbraio 1927.*

Visto il R. Decreto-Legge 4 marzo 1926, n. 681, recante disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica;

Riconosciuta la necessità urgente ed assoluta di estendere la revisione consentita dall'art. 7, 3° comma, di detto decreto anche alle forniture di energia dipendenti dai contratti citati in detto comma;

Visto l'art. 3, n. 2, della legge 31 gennaio 1926, n. 100;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto con i Ministri Segretari di Stato per l'economia nazionale, per le comunicazioni, per le finanze e per la giustizia e gli affari di culto;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Al comma 3° dell'art. 7 del R. decreto 4 marzo 1926, n. 681, è sostituito il seguente: « La revisione di cui all'art. 1 è altresì ammessa per i contratti di vendita di energia elettrica stipulati entro il 31 dicembre 1923 da aziende produttrici nelle quali lo Stato sia compartecipe. Le aziende che hanno acquistato direttamente o mediamente l'energia in base ai detti contratti hanno diritto a loro volta di chiedere la revisione di cui all'art. 1 per i contratti di rivendita ».

Art. 2. — Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la sua conversione in legge.

Il Ministro proponente è autorizzato alla presentazione del relativo disegno di legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 dicembre 1926.

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI — GIURIATI — BELLUZZO —  
CIANO — VOLPI — ROCCO.

Visto, il Guardasigilli: ROCCO.

Registrato alla Corte dei Conti, addì 29 gennaio 1927 - Anno V.  
Atti del Governo, registro 256, foglio 200. — FERRETTI.

\*

### Disposizioni relative all'autorizzazione delle linee di trasmissione dell'energia elettrica.

*Regio Decreto-Legge 16 dicembre 1926, pubblicato nella « Gazzetta Ufficiale del Regno », n. 25 del 1° febbraio 1927.*

Vista la legge 7 giugno 1894, n. 232, sulla trasmissione a distanza dell'energia per mezzo delle correnti elettriche, ed il relativo regolamento n. 642 del 25 ottobre 1895;

Visto il decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386, prorogato col R. decreto 20 agosto 1921, n. 1223 (convalidato con legge 17 aprile 1925, n. 473), che ha demandato al Ministero dei lavori pubblici di autorizzare la costruzione e il collegamento di linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti idraulici esistenti o nuovamente concessi;

Visti l'art. 25 del R. decreto 9 ottobre 1919, n. 2161, secondo cui il decreto di concessione delle grandi derivazioni di acque pubbliche ha efficacia di pubblica utilità anche per le linee elettriche di trasmissione dell'energia prodotta, e l'art. 39 del relativo regolamento 14 agosto 1920, n. 1285, che consente la dichiarazione di pubblica utilità, con decreto Reale su proposta del Ministro per i lavori pubblici, per la costruzione delle linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti idroelettrici esistenti e quella delle linee per il collegamento di detti impianti;

Visto il R. decreto 17 dicembre 1922, n. 1723, che ha apportato un'aggiunta all'art. 8 della legge 7 giugno 1894, n. 232;

Considerata la necessità assoluta ed urgente d'integrare le norme suddette per evitare intralci ed abusi nell'impianto di linee elettriche;

Vista la legge 331 gennaio 1926, n. 100, concernente la facoltà del potere esecutivo di emanare norme giuridiche;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto coi Ministri per l'economia nazionale, per le comunicazioni e per la guerra;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — Le disposizioni del decreto Luogotenenziale 22 febbraio 1917, n. 386, sono estese alla costruzione e al collegamento delle linee di trasmissione dell'energia proveniente da impianti termoelettrici.

Art. 2. — Chi chiede l'autorizzazione alla costruzione e al collegamento di linee di trasmissione di energia elettrica comunque prodotta, nonché ai successivi ampliamenti e mutamenti, deve ottenere

preventivamente l'approvazione del Ministero delle Comunicazioni ai sensi dell'art. 1 del R. decreto 17 dicembre 1922, n. 1723.

Sulla domanda di autorizzazione provvede definitivamente il Ministero per i lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, dopo che sia intervenuta l'approvazione del Ministero delle comunicazioni.

Art. 3. — Nei casi di urgenza gli uffici del Genio civile possono consentire in via provvisoria l'inizio delle costruzioni delle linee elettriche o dei successivi ampliamenti o mutamenti, riferendone immediatamente al Ministro per i lavori pubblici, semprechè sia intervenuta l'approvazione del Ministero delle comunicazioni ai sensi dell'art. 1 del R. decreto 17 dicembre 1922, n. 1723.

Art. 4. — Quando manchi l'approvazione del Ministero delle comunicazioni, o l'interessato non creda di poter accettare le condizioni imposte dal Ministero stesso, l'autorizzazione o il consenso provvisorio all'impianto delle linee è dato con decreto del Ministro per i lavori pubblici, di concerto con quello per le comunicazioni, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Art. 5. — L'autorità militare dev'essere sempre interpellata a termini della legge 7 giugno 1894, n. 232, e relativo regolamento, in merito alle domande di autorizzazione per l'impianto di linee ricadenti nelle zone dichiarate militarmente importanti.

Art. 6. — Le norme regolamentari di cui all'art. 2 del R. Decreto 17 dicembre 1922, n. 1723, saranno emanate su proposta del Ministro per le comunicazioni, di concerto con quello per i lavori pubblici, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Art. 7. — E' data facoltà al Governo di istituire nel Consiglio superiore dei lavori pubblici una speciale Sezione per la trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica, chiamandovi a farne parte i rappresentanti delle Amministrazioni interessate, i rappresentanti delle Società elettriche ed esperti estranei all'Amministrazione di speciale competenza in materia.

Art. 8. — Sono applicabili alle materie contenute nella legge 7 giugno 1894, n. 232, e relativo regolamento, nel decreto 22 febbraio 1917, n. 386, nel R. Decreto 17 dicembre 1922, numero 1723, e nel presente decreto, le disposizioni degli articoli 374, 376, 377 e 378 della legge 20 marzo 1865, n. 2248, sulle opere pubbliche.

Il presente decreto sarà presentato al Parlamento per la conversione in legge. Il Ministro proponente è autorizzato alla presentazione del relativo disegno di legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 16 dicembre 1926.

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI — GIURIATI — BELLUZZO —  
CIANO.

Visto, il Guardasigilli: Rocco.

Registrato alla Corte dei Conti, addì 29 gennaio 1927 - Anno V.  
Atti del Governo, registro 256, foglio 201. — FERRETTI.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina dell'11 luglio 1926, un folto gruppo di soci della Sezione, con numerose signore, partiva da Bologna in automobile per visitare i cantieri Lagaro e Cà di Landino della Direttissima Bologna-Firenze in costruzione.

Accolti a Lagaro, all'imbocco nord della grande Galleria dell'Appennino, dal Cav. Uff. Ing. Sfondirini, che fin dall'inizio dirige i lavori, i gitanti, dopo aver visitato il grandioso macchinario del cantiere ed avere ammirato la magnifica organizzazione di tutti i servizi annessi all'opera eccezionale, hanno raggiunto il cunicolo d'attacco della galleria ad oltre tre chilometri dall'imbocco esaminando minutamente tutto quanto è stato predisposto affinché, ad onta delle notevoli difficoltà, il lavoro si svolga nelle migliori condizioni ed in guisa tale da assicurare il massimo rendimento della mano d'opera.

Dopo un'allegria colazione al Grand Hôtel di Castiglione de' Pepoli, la comitiva ripigliava la strada per visitare i Pozzi di Cà di Landino, dove la grande Galleria è raggiunta in un punto intermedio a più di 300 metri di profondità. Per immaginare le difficoltà che si sono dovute vincere basterà pensare che per il solo servizio pompe è impegnata una potenza di 2000 HP, installata in una grandiosa centrale nelle viscere della terra. Qui l'Impresa Carlo Contini, come a Lagaro l'Impresa Giuseppe Grazzini hanno voluto fare gli onori di casa offrendo ai gitanti sontuosi rinfreschi e cortesie d'ogni genere.

Da Cà di Landino la lunga teoria di automobili per la strada che si svolge nelle valli del Brasimone e del Setta, faceva ritorno a Bologna.

\*

I soci della Sezione di Bologna dell'A. E. I. hanno visitato il 16 gennaio u. s. le grandi turbine ad asse verticale, costruite nei nuovi Stabilimenti della S. A. Alessandro Calzoni, e destinate ad equipaggiare una nuova Centrale idroelettrica della Companhia Ituana Força e Luz a Porto Goes (Brasile).

Tali macchine di mole eccezionale, studiate e fornite per l'impianto suddetto, dalle Costruzioni Meccaniche Riva di Milano, sono state costruite per una caduta di 25 metri, per una portata di 25.000 litri al secondo ciascuna e sviluppano una potenza di 7500 HP. Esse saranno direttamente accoppiate ad alternatori trifasi a 257 giri costruiti pure in Italia, a cura del Tecnomasio Brown Boveri di Milano.

La numerosa rappresentanza dell'A. E. I. nell'interessantissima visita, ha potuto ammirare, oltre a tali poderose turbine, altre notevoli costruzioni metalliche e meccaniche per opere di presa di importanti impianti idraulici.

Particolare interesse ha suscitato nei convenuti l'esame dei meccanismi a servomotore rotativo a pressione d'olio (brevetto Calzoni) per il comando idrodinamico delle grandi paratoie destinate allo stesso impianto del Brasile e pure costruite nello stesso Stabilimento di Bologna.

Riusciti esperimenti sono stati inoltre eseguiti su un modello speciale di paratoia automatica idraulica brevettata, che riproduce in scala ridotta una grande installazione in corso all'impianto idroelettrico di Farneta, ed, in altro campo, molto ammirate le esperienze di autosincronizzazione automatica eseguite nell'apposita installazione dimostrativa di un regolatore automatico per turbine, sussidiato dal noto « Selettore di sincronismo » (Sartori-Calzoni) e da un nuovo « Riceratore di sincronismo » brevettato, che ha dimostrato con quale rapidità, praticità e precisione si eseguisce automaticamente la messa in parallelo di un alternatore senza l'intervento di alcun operatore.

Sul Selettore e sul Riceratore l'Ing. Alfredo Calzoni, la precedente sera del 15 gennaio, aveva intrattenuto i soci della Sezione in una applauditissima comunicazione esplicativa.

Per l'interesse tecnico e la grande cordialità che hanno caratterizzato la visita, i convenuti hanno manifestato alla Direzione della Società, e segnatamente all'Ing. Alfredo Calzoni, il loro vivo compiacimento.

\* \*

#### SEZIONE DI ROMA

La sera di mercoledì 23 febbraio si è tenuta l'assemblea dei soci, preceduta da una conferenza del socio Comm. Ing. Alberto Faranda: *Sulla struttura degli impianti di telefonia automatica.*

Dopo brevi parole di ringraziamento rivolte dal Presidente Del Buono al conferenziere, questi, richiamati i primi sistemi di telefonia automatica descrisse in una lucida sintesi il funzionamento del tipo fondamentale e più semplice di selettore, quello di cento numeri, quindi passò al sistema più generale coi relativi preselettori, selettori di gruppo, selettori di linea. Accennò poi rapidamente ai problemi che sorgono per la determinazione dei numeri dei selettori delle singole categorie, in dipendenza dell'importanza della rete e della frequenza delle comunicazioni.

La brillante conferenza, che prelude ad una serie di conversazioni sul tema della telefonia automatica, nelle quali l'ing. Faranda svilupperà l'interessantissima materia, che non ha potuto essere che appena iniziata in una sola conferenza, fu applaudita vivamente dai numerosi presenti.

Seguì poi l'assemblea generale.

Il Presidente, rilevato che quest'anno l'assemblea è stata anticipata rispetto al solito, in vista del successivo Consiglio Generale per dar modo alla nuova Presidenza della Sezione di prendervi parte, espose brevemente l'andamento della Sezione nell'ultimo periodo: notò come nonostante gli aumenti di quota che si sono avuti dall'anno scorso, le defezioni siano state molto scarse e largamente compensate dai nuovi soci che sono stati ammessi. Il numero complessivo dei soci risulta così di 570 di cui 526 individuali e 44 collettivi:

Soci individuali al 31 dicembre 1926 . . . . .	N. 528
» dimissionari . . . . .	N. 15
» passati ad altre Sezioni . . . . .	» 7
	» 22
	N. 506

Soci ammessi pel 1927 . . . . .	N. 18
» passati da altre Sezioni pel 1927 . . . . .	» 2
	» 20
Totale soci	N. 526

Soci collettivi al 31 dicembre 1926 . . . . .	N. 48
» passati ad altre Sezioni . . . . .	N. 3
» dimissionari . . . . .	» 1
	» 4
Totale soci	N. 44

Ricordò quindi l'attività della Sezione e rilevando che malgrado il periodo di tempo ridotto e malgrado l'assorbimento dell'opera dei soci più fattivi per parte della riunione annuale in cui naturalmente, meglio che nella cerchia più ristretta della propria Sezione, tutti preferiscono esporre i risultati dei loro studi, si sono avute conferenze molto importanti, e il Presidente ricordò quella dell'Ing. Motti della Società Meridionale, che ebbe una così brillante accoglienza, e le due lezioni del Prof. Kennelly su un argomento quale quello delle funzioni iperboliche, che tanta importanza riveste nell'odierna elettrotecnica.

Passando agli altri numeri dell'Ordine del giorno il Presidente diede comunicazione dell'aumento di quota per l'anno 1927 stabilita nella misura esattamente corrispondente ai contributi per le onoranze a Volta.

Illustrò quindi i bilanci che vennero quindi messi in votazione e approvati all'unanimità:

#### BILANCIO CONSUNTIVO 1926

##### Attivo:

Quote sociali:	
a) Soci individuali . . . . .	L. 33.249,—
b) Soci collettivi . . . . .	» 8.750,—
Ricupero quote arretrate . . . . .	» 760,—
Proventi diversi:	
a) vari . . . . .	» 76,—
b) contributo alla Sezione, sorveglianza e rimborso spese alla Biblioteca Centrale . . . . .	» 5.000,—
Interessi attivi . . . . .	» 663,25
	L. 48.498,25
Rimborso delle spese sostenute in più per la Biblioteca Centrale . . . . .	» 193,45
	L. 48.691,70

##### Passivo:

Contributo alla Sede Centrale:	
a) 440 soci individuali a L. 35 . . . . .	L. 19.800,—
b) 35 » collettivi a » 70 . . . . .	» 4.200,—
c) 4 » individuali estero . . . . .	» 360,—
Sede Sezione e servizi vari gestione comune . . . . .	» 9.450,—
Personale . . . . .	» 1.885,—
Amministrazione . . . . .	» 1.774,35
Biblioteca della Sezione . . . . .	» —
Biblioteca Centrale . . . . .	» 3.500,—
a) impreviste . . . . .	» 1.002,55
b) sistemazione contabilità arretrata verso la Sede Centrale . . . . .	» —
Fondo a disposizione per sistemazione contabilità come sopra . . . . .	» 3.500,—
Fondo a disposizione per i lavori della Sezione . . . . .	» —
	L. 45.471,50
Spese sostenute in più per conto della Bibliot. Centrale	» 193,45
Differenza attiva esercizio 1926 . . . . .	L. 3.026,35
	L. 48.691,70

#### BILANCIO PREVENTIVO 1927.

##### Attivo:

Quote sociali:	
a) 500 soci individuali a L. 75 . . . . .	L. 37.500,—
b) 40 » collettivi » » 250 . . . . .	» 10.000,—
c) 14 » individuali estero a L. 120 . . . . .	» 1.680,—
d) — » collettivi estero a L. 120 . . . . .	» —
Ricupero quote arretrate . . . . .	» 2.500,—
Interessi attivi . . . . .	» 700,—
Contributo Sede Centrale . . . . .	» 5.000,—
Proventi diversi . . . . .	» 100,—
	L. 57.480,—
N. 514 quote individuali onoranze a Volta a L. 15 . . . . .	L. 7.710,—
» 40 » collettive onoranze a Volta a L. 50 . . . . .	» 2.000,—
Totale . . . . .	L. 67.190,—

##### Passivo:

Contributo alla Sede Centrale:	
a) 500 soci individuali a L. 45 . . . . .	L. 22.500,—
b) 40 » collettivi » » 120 . . . . .	» 4.800,—
c) 14 » individuali estero » » 90 . . . . .	» 1.260,—
d) — » collettivi estero » » 165 . . . . .	» —
Sede Sezione e servizi vari gestione comune . . . . .	» 9.450,—
Personale . . . . .	» 2.145,—
Amministrazione . . . . .	» 2.000,—
Biblioteca della Sezione . . . . .	» 1.500,—
Biblioteca Centrale . . . . .	» 3.500,—

A riportare L. 47.155,—

Riporto L. 47.155,—

##### Spese varie:

a) impreviste . . . . .	» 2.500,—
b) sistemazione contabilità arretrate verso la Sede Centrale . . . . .	» 3.500,—
Fondo a disposizione per lavori della Sezione . . . . .	» 2.000,—
	L. 55.155,—
Totale spese 1927	L. 55.155,—
Differenza attiva 1927	» 2.325,—
N. 514 quote individuali onoranze a Volta a L. 15 . . . . .	» 7.710,—
» 40 » collettive onoranze a Volta a L. 50 . . . . .	» 2.000,—
	L. 67.190,—

##### Patrimonio sociale.

Libri e periodici (per memoria) . . . . .	L. 1,—
Mobili e materiali vari (per memoria) . . . . .	» 1,—
Consolidato 5 % L. 8.000 valore nominale (a L. 78,60)	» 6.288,—
Contanti residuo anno 1926 . . . . .	L. 7.056,47
Eccedenza attiva anno 1925 . . . . .	» 3.026,35
	» 10.082,82
Fondo a disposizione del Consiglio al 31 dicembre 1925	» 4.079,55
Fondo per sistemare contabilità arretrata . . . . .	» 3.500,—
	L. 23.952,37

##### FONDO ASCOLI.

	Introiti	Spese
Esistenza di cassa al 31-12-1925 . . . . .	L. 40.631,05	L. —
Interessi vari anno 1926 . . . . .	» 1.777,05	» —
	L. 42.408,10	L. —

Passando infine alle elezioni delle cariche sociali comunicò che, avendo compiuto il proprio triennio, veniva a scadere la Presidenza, di cui occorreva procedere alla rielezione; contemporaneamente era da procedere all'elezione di due Consiglieri di Sezione e di sei Consiglieri Delegati presso la Sede Centrale in sostituzione di quelli scaduti per avere compiuto il proprio periodo. Sospesa brevemente la seduta, alla ripresa si procede alle elezioni; il nuovo Consiglio Direttivo risulta pertanto così formato:

*Presidente:* Salvadori Ing. Prof. Riccardo.

*Vice-Presidente:* Fano Comm. Ing. Guido.

*Segretario:* Asta Ing. Antonino.

*Cassiere:* Capuano Ing. Guido.

*Consiglieri:* Bordoni Prof. Ing. Ugo; Ceradini Comm. Ing. Emilio; Lombardi Prof. Ing. Luigi; Mengarini Prof. Sen. Guglielmo; Novi Comm. Ing. Michelangelo; Schupfer Comm. Ing. Francesco.

*Consiglieri Delegati alla Sede Centrale:* Biagini Comm. Ing. Augusto; Cesari Ing. Ettore; Civita Comm. Ing. Domenico; Del Buono Comm. Ing. Ulisse; Di Cave Ing. Vito Simone; Di Pirro Dott. Prof. Giovanni; Faranda Comm. Ing. Alberto; Magagnini Gr. Uff. Ing. Giacomo; Passeri Ing. Cav. Salvatore; Urbinati Ing. Mario; Peretti Comm. Ing. Ettore; Virgili Comm. Ing. Enea.

Terminata così la votazione il Presidente uscente Del Buono proclamò i nuovi eletti e quindi rivolse il suo saluto a tutti i soci, e alla nuova Presidenza l'augurio di una viva attività per il triennio di carica. I colleghi rivolsero parole di risposta e di saluto al Presidente uscente, che ringraziò i colleghi.

Il Presidente eletto, Salvadori, ringraziando il Presidente Del Buono per le sue cortesi parole e i soci per averlo voluto designare alla Presidenza della Sezione, si dichiarò sicuro che l'attività della Sezione potrà essere molto notevole purché all'opera del Presidente risponda quella dei singoli soci ai quali tutti rivolge perciò il più vivo appello per l'incremento dei lavori della Sezione.

\* \*

##### Personale

Il Comm. Ing. Ottavio Trossarelli, Consigliere Delegato della Società Anonima FACE - Impianti ed Esercizi Elettrici - Palermo - è passato alla Società Cartiere Burgo - Verzuolo - in qualità di Procuratore Generale.

##### Errata - corrige

N. 13 del 5 Maggio 1927, pag. 295:

Nell'elenco delle comunicazioni pubblicate nel fascicolo speciale dell'Energia Elettrica — Nel 1° Centenario della morte di Alessandro Volta — è stata omessa quella del Prof. ALESSANDRO AMERIO: *Arco Voltaico e forno elettrico.*

All'ultima linea dell'indice si deve leggere GIANCARLO VALLAURI anziché Riccardo Vallauri.

**Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *L'apertura dell'anno Voltiano.*

Con la solenne inaugurazione dell'esposizione di Como — che avrà luogo il 28 corrente, con l'intervento di S. M. il Re e del Ministro dell'Economia Nazionale — si apre la serie delle riunioni e delle cerimonie destinate a celebrare la memoria di Volta e ad interessare vivamente tutti gli elettrotecnici. Fra le riunioni, due particolarmente toccano da vicino la nostra A.E.I.: la riunione della *Commissione Elettrotecnica Internazionale*, in settembre e la riunione sociale che seguirà in ottobre.

Della prima — come annunciammo nel numero scorso — diamo oggi il programma generale con l'elenco dei Comitati, d'onore ed esecutivo, costituiti per la maggior solennità e la miglior riuscita dell'importante avvenimento. Qui non crediamo necessario aggiungere parola a quello che già ebbimo occasione di dire nell'ultimo numero: solo sentiamo il dovere di associarci a quanto dissero, nella seduta del 22 corrente, il Prof. Lombardi presidente del C.E.I. ed il Prof. Vallauri, nostro Presidente Generale, per esprimere la gratitudine dei due Enti ai Ministri del Governo, alle Società Elettriche, oggi tutte riunite nell'U.N.F.I.E.L. ed agli enti tutti che col loro valido appoggio renderanno possibile al Comitato Elettrotecnico Italiano di ricevere, come si conviene, i rappresentanti della ventina di Nazioni che converranno a Bellagio, e di dimostrare così la sua gratitudine ai Comitati stranieri che già ebbero ad ospitare, negli anni passati, le riunioni della Commissione e soprattutto al Comitato degli Stati Uniti che organizzò la grandiosa ed indimenticabile riunione del 1926. Ed un rilievo particolare deve avere il ringraziamento rivolto a S. E. Ciano, Ministro delle Comunicazioni ed a tutta l'Amministrazione Ferroviaria — a cui fu tributato un vivo applauso nella seduta del 22 — per il loro prezioso intervento diretto nell'organizzazione. Le concessioni di tutti i treni speciali che condurranno la comitiva internazionale attraverso gran parte d'Italia ad ammirare le impareggiabili bellezze artistiche del nostro Paese accanto ad alcune delle più importanti e caratteristiche affermazioni della nostra industria elettrica; l'offerta di un biglietto di libera circolazione su tutta la rete per un mese e mezzo, a tutti i capi di delegazione, e di biglietti a metà prezzo a tutti i delegati, rappresentano infatti un contributo inestimabile per il buon successo della riunione. Ed esso gioverà anche — ne abbiamo fiducia — a far meglio conoscere agli stranieri molti aspetti e molti valori del nostro Paese ed a cementare sempre meglio quella cordialità di rapporti fra i rappresentanti della tecnica dei vari paesi, che non è l'ultimo degli scopi a cui tende la Commissione Elettrotecnica Internazionale.

\*

Per quanto concerne la riunione annuale dell'A.E.I., riportiamo più avanti l'elenco delle relazioni e delle comunicazioni già assicurate. Come si vedrà, per il primo dei temi del Congresso: comunicazioni con e senza fili, il quadro delle relazioni può dirsi completo e notevole per numero ed interesse di argomenti, sono le comunicazioni. Le une e le altre offriranno una buona occasione a gran numero di colleghi nostri che si occupano più specialmente della grande elettrotecnica, di riaccostarsi a quella che fu la prima, in ordine storico, delle applicazioni dell'energia elettrica, e che, dai sistemi di telegrafia rapida su cavi, alla radiotelegrafia transoceanica raccoglie e sfrutta i risultati di studi, ricerche e sviluppi meravigliosi.

Del tema relativo all'isolamento delle linee aeree, sono annunciate per ora essenzialmente le relazioni; ma, come più volte dicemmo, l'argomento tocca troppo da vicino i numero-

sissimi colleghi che si occupano dell'esercizio degli impianti per essere certi a priori che non mancheranno i contributi individuali nello sviluppo della discussione.

Quello che ora soprattutto importa è di poter pubblicare al più presto il testo delle relazioni e delle memorie, perchè su di esse possa maturare una feconda discussione. Citiamo perciò ad onore il Collega G. Silva che ha già consegnato il testo della sua relazione — di cui inizieremo prossimamente la pubblicazione — augurandoci che tutti gli altri relatori vogliano seguire il suo esempio.

### *La costruzione in serie delle turbine idrauliche.*

Frattanto, nell'attesa delle memorie pel Congresso, iniziamo la pubblicazione di una importante comunicazione dell'Ing. G. Büchi, alla Sezione di Bologna, sul funzionamento e sulla costruzione delle turbine idrauliche a reazione. Per necessità di cose, fra i vari tipi di motori primi, le turbine idrauliche sono quelli a cui più si interessa — almeno nel nostro Paese — la maggioranza degli elettrotecnici; cosicchè appare pienamente giustificata la pubblicazione sulla nostra rivista di un lavoro di carattere così specializzato e di così notevole mole. Per la sostanza, la trattazione di un costruttore valente com'è il Büchi, si raccomanderà da sè ai lettori. Pensato dapprima al semplice scopo di dimostrare la possibilità e la convenienza — da molti negate — di costruire in serie anche le turbine idrauliche a reazione, il lavoro del Büchi si è infatti successivamente ampliato fino a costituire una completa monografia su tale tipo di turbine.

Data appunto l'importanza e la mole del lavoro, i lettori ci scuseranno se non siamo stati intransigenti nell'applicazione dei simboli internazionali e nell'ostracismo al « cavallo ». Pur troppo all'infuori dell'elettrotecnica i simboli internazionali non sono affatto penetrati e l'HP domina indisturbato, a dispetto di ogni logica e di ogni praticità; e possiamo solo sperare che la prossima riunione internazionale di Bellagio, in gran parte dedicata alle Norme per i motori primi, possa darci nuove armi per il trionfo definitivo del kilowatt.

### *Sui trasformatori a tre avvolgimenti.*

L'aggiunta di un terzo avvolgimento a triangolo nei trasformatori a tensioni elevate con primario e secondario a stella, fatta inizialmente allo scopo di equilibrare le tensioni e di smorzare talune armoniche, si è sviluppata in un nuovo tipo di trasformatore che va sempre più diffondendosi. Se in un primo tempo infatti si pensò solo di utilizzare il terziario per alimentare i condensatori sincroni rifasatori, oggi i trasformatori a tre avvolgimenti cominciano ad essere usati nelle stazioni di trasformazione che devono alimentare due reti a tensioni diverse, riuscendo in taluni casi più economici dei due sistemi di trasformazione separati, altrimenti necessari. Nell'attesa di una monografia che inquadri organicamente tutto il problema, la letteratura tecnica va arricchendosi di studi rivolti a particolari aspetti del problema. Ad essi si aggiunge oggi una nuova nota dell'Ing. DELLA SALDA che coll'abituale precisione e cogli usuali procedimenti di calcolo vettoriale, studia il comportamento del trasformatore quando due dei suoi tre avvolgimenti funzionino da primari.

LA REDAZIONE.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.**



## □ TRASFORMATORI A TRE AVVOLGIMENTI PER DUPLICE ALIMENTAZIONE PRIMARIA

C. DELLA SALDA

I trasformatori a tre avvolgimenti alimentati nel circuito primario ed eroganti corrente in due circuiti secondari (ad uno dei quali si dà usualmente il nome di terziario) sono già stati oggetto di importanti studi nelle riviste tecniche italiane ed estere. Non manca di interesse considerare il caso reciproco, cioè trasformatori alimentati mediante due distinti primari, sottoposti a tensioni eguali o diverse, ed eroganti attraverso un unico secondario.

In questa Nota lo scrivente determinerà le formule per le cadute di tensione sotto carico del trasformatore a duplice alimentazione primaria, seguendo un metodo simile a quello già da lui sviluppato <sup>(1)</sup> riguardo al trasformatore a duplice erogazione secondaria. Ad esse farà seguire qualche considerazione sulla divisione del carico nei due primari e sulla influenza delle variazioni di corrente di un primario sull'altro primario, nonché l'applicazione del metodo stesso al caso speciale di un trasformatore comune a due avvolgimenti concentrici di cui uno suddiviso.

Tale metodo di analisi poggia sui seguenti capisaldi:

1) Si ammette nel trasformatore sottocarico l'esistenza di un flusso principale unico con percorso esclusivamente entro il ferro, flusso quindi concatenato completamente coi tre circuiti elettrici.

2) Si considerano *separatamente* i flussi dispersi tra uno dei primari,  $A$ , ed il secondario (supposto l'altro primario,  $a$ , inerte) e tra l'altro primario,  $a$ , ed il secondario (supposto il primario  $A$  inerte), e si valuta l'influenza induttiva dei detti flussi sul circuito elettrico ( $a$  od  $A$ ) estraneo alla loro formazione.

### Trasformatore a tre avvolgimenti con secondario intermedio (fig. 1).

Si chiamino, per fase,  $V_A$ ,  $V_a$ ,  $V_2$  le tensioni dei tre avvolgimenti;  $I_A$ ,  $I_a$ ,  $I_2$  le correnti;  $N_A$ ,  $N_a$ ,  $N_2$  il numero di spire in serie,  $R_A$ ,  $R_a$ ,  $R_2$  le resistenze effettive,  $E_A$ ,  $E_a$ ,  $E_2$  le f. e. m. indotte dal flusso principale unico,  $\Phi$ , nei tre avvolgimenti. Si chiamino  $I_{2A}$ ,  $I_{2a}$  le correnti secondarie, considerando *separatamente* la coppia di circuiti  $A-2$  e la coppia  $a-2$ .

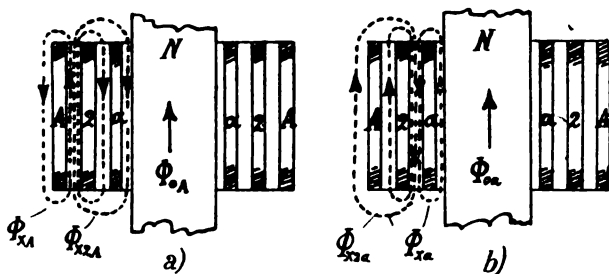


Fig. 1.

La somma geometrica  $I_{2A} + I_{2a}$  sarà eguale ad  $I_2$ . Siano  $X_A$  ed  $X_{2A}$  le reattanze relative ai flussi dispersi  $\Phi_{A2A}$  e  $\Phi_{A2a}$  suscitate dalla coppia di avvolgimenti  $A-2$ , ed  $X_a$ ,  $X_{2a}$  le reattanze relative ai flussi dispersi  $\Phi_{a2A}$ ,  $\Phi_{a2a}$  suscitate dalla coppia di avvolgimenti  $a-2$ . Sia poi  $E_{xAa}$  la f. e. m. di m. i. prodotta nel primario  $A$  dal flusso  $\Phi_{x2a}$ , ed  $E_{xAa}$  la f. e. m. di m. i. prodotta nel primario  $a$  dal flusso  $\Phi_{Ax2}$ .

Il flusso principale  $\Phi$  si ammette circa eguale ai flussi principali  $\Phi_{0A}$  e  $\Phi_{0a}$  presenti nel funzionamento a coppie di circuiti separate, almeno per la condizione di carico normale.

Si sostituiscano alle tensioni  $I_{2A} X_{2A}$  ed  $I_{2a} X_{2a}$  la tensione  $I_2 X_2$ , anticipante di  $90^\circ$  sulla corrente  $I_2$ , dove  $X_2 \approx \frac{X_{2A} + X_{2a}}{2}$ .

Siano poi  $Z_A$ ,  $Z_a$ ,  $Z_2$  le impedenze dei tre circuiti risultanti dalle resistenze  $R_A$ ,  $R_a$ ,  $R_2$  e dalle reattanze  $X_A$ ,  $X_a$ ,  $X_2$ .

Ciò premesso, e stabilita un'unica direzione (con riferi-

mento al nucleo di ferro di una fase) per i valori positivi delle tensioni, f. e. m. e correnti di una fase, si possono scrivere le equazioni vettoriali seguenti:

$$N_A I_0 = N_A I_A + N_a I_a + N_2 I_2 \quad (1)$$

$$V_A + E_A + E_{xAa} = I_A Z_A \quad (2)$$

$$V_a + E_a + E_{xaA} = I_a Z_a \quad (3)$$

$$E_2 = I_2 Z_2 + V_2 \quad (4)$$

La f. e. m.  $E_{xAa}$  è in opposizione di fase colla f. e. m. di a. i. indotta da  $\Phi_{xa}$  nel primario  $a$ , mentre la f. e. m.  $E_{xaA}$  è in opposizione di fase colla f. e. m. di a. i. indotta in  $A$  da  $\Phi_{xA}$ .

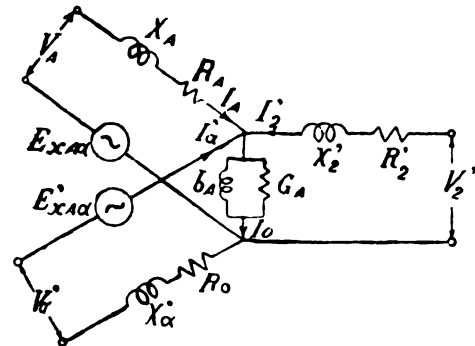


Fig. 2.

Quindi si potrà scrivere:

$$E_{xAa} = h I_a X_A \frac{N_A}{N_a} \quad (5)$$

$$E_{xaA} = k I_A X_a \frac{N_a}{N_A} \quad (6)$$

dove  $h$  e  $k$  sono coefficienti numerici positivi.

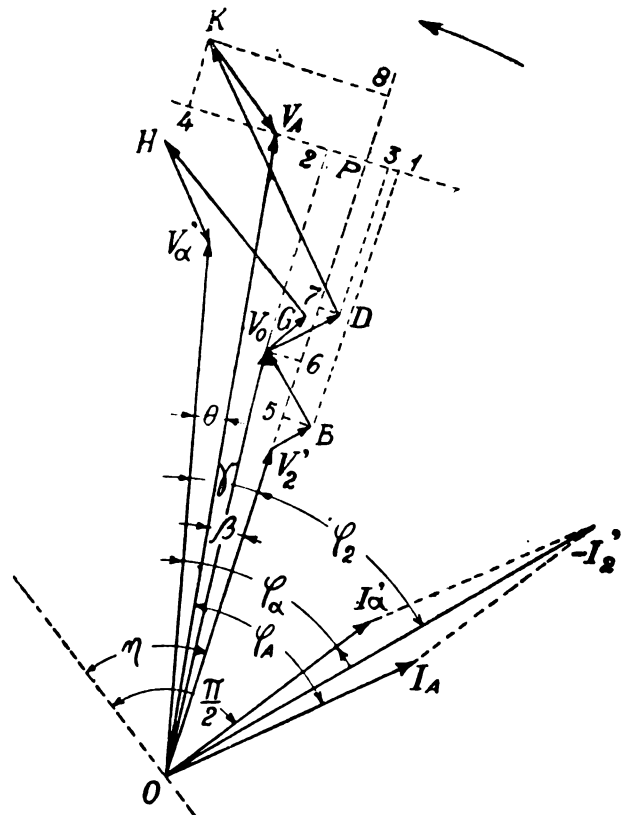


Fig. 3.

Si sostituiscano nelle formule (1) ÷ (4) le grandezze relative al primario  $a$  ed al circuito secondario con grandezze equivalenti in scala primario  $A$ . Si ricava:

$$I_0 = I_A + I_a' + I_2' \quad (7)$$

$$V_A + E_A + E_{xAa} = I_A Z_A \quad (8)$$

$$V_a' + E_a' + E_{xaA} = I_a' Z_a' \quad (9)$$

$$E_2' = I_2' Z_2' + V_2' \quad (10)$$

<sup>(1)</sup> L'Elettrotecnica, 15 giugno e 25 novembre 1925.

In base a queste equazioni la fig. 2 rappresenterà il circuito  $e$  · equivalente del trasformatore a duplice alimentazione. La fig. 3 è un diagramma vettoriale delle tensioni corrispondente ad un carico secondario induttivo, supposte le tensioni  $V_A$  e  $V_a$  di fase poco diversa tra di loro. In detto diagramma la corrente  $I'_2$  capovolta è eguale alla somma geometrica delle correnti  $I_A$  ed  $I'_a$ , trascurando le componenti magnetizzanti relative al flusso principale. Il vettore  $\overline{OV_0}$  è eguale e contrario alle f. e. m.  $E_A$ ,  $E'_a$  ed  $E'_2$ . Inoltre è:

$$\begin{aligned} -\overline{V'_2 B} &= R'_2 I'_2; -B \overline{V_0} = X'_2 I'_2; \overline{V_0 D} = R_A I_A; \\ \overline{DK} &= X_A I_A; \overline{V_0 G} = R'_a I'_a; \overline{GH} = X'_a I'_a; \\ \overline{KV_A} &= -E_{x_{aA}} = -h I_a X_a \frac{N_A}{N_a} = -h I'_a X'_a; \\ \overline{HV'_a} &= -E'_{x_{aA}} = -k I_A X_A \frac{N_a}{N_A} \frac{N_A}{N_a} = -k I_A X_A. \end{aligned}$$

Gli angoli  $\varphi_A$ ,  $\varphi_a$  e  $\varphi_e$  si intenderanno positivi se si tratta di ritardo di fase delle correnti  $I_A$ ,  $I'_a$ ,  $I'_2$  rispetto alle tensioni  $V_A$ ,  $V'_a$ ,  $V'_2$ , e si intenderanno negativi nel caso contrario.

Gli angoli  $\beta$  e  $\gamma_a$  si intenderanno positivi se i vettori  $\overline{OV_A}$  ed  $\overline{OV'_a}$  anticipano rispetto ad  $\overline{OV'_2}$ .

Le cadute di tensione,  $\Delta V_{2A}$  e  $\Delta V'_{2a}$ , espresse in scala del primario  $A$ , sono eguali rispettivamente alle differenze aritmetiche tra i segmenti  $\overline{OV_A}$  ed  $\overline{OV'_2}$ ,  $\overline{OV'_a}$  ed  $\overline{OV'_2}$ .

Si consideri dapprima la caduta di tensione dal primario  $A$  al secondario. Si proiettino sulla normale per il punto  $V_A$  al prolungamento del segmento  $\overline{OV'_2}$ , e poi sul detto segmento, i punti  $B$ ,  $V_0$ ,  $D$ ,  $K$ . Si ha:

$$\overline{OV_A} = \overline{OP} + \frac{\overline{V_A P^2}}{2 \cdot \overline{OP}} = \overline{OV'_2} + \overline{V'_2 P} + \frac{\overline{V_A P^2}}{2 \cdot \overline{OP}}$$

dove si può sostituire ad  $\overline{OP}$ , con approssimazione, il segmento  $\overline{OV'_2}$  ed inoltre al posto di  $\overline{V'_2 P}$  si può mettere:

$$\overline{V'_2 P} = \overline{V'_2 5} + \overline{5 6} + \overline{6 7} + \overline{7 8} - \overline{8 P}$$

ossia:

$$\overline{V'_2 P} = R'_2 I'_2 \cos \varphi_2 + X'_2 I'_2 \sin \varphi_2 + R_A I_A \cos (\varphi_A - \beta) + X_A I_A \sin (\varphi_A - \beta) - h I'_a X'_a \sin (\varphi_a - \gamma),$$

ed al posto di  $\overline{V_A P}$  si può introdurre:

$$\overline{V_A P} = -\overline{V_A 4} + \overline{4 3} - \overline{3 2} + \overline{2 1} - \overline{1 P}$$

ossia,

$$\overline{V_A P} = -h I'_a X'_a \cos (\varphi_a - \gamma) + X_A I_A \cos (\varphi_A - \beta) - R_A I_A \sin (\varphi_A - \beta) + X'_2 I'_2 \cos \varphi_2 - R'_2 I'_2 \sin \varphi_2$$

Sostituendo e trasformando si ricava per la caduta percentuale di tensione tra il primario  $A$  ed il secondario l'espressione:

$$\begin{aligned} 100 \frac{\Delta V_{2A}}{V'_2} &= 100 \frac{I_A}{V'_2} \left\{ R_A \cos (\varphi_A - \beta) + X_A \sin (\varphi_A - \beta) \right\} + \\ &+ 100 \frac{I'_2}{V'_2} \left\{ R'_2 \cos \varphi_2 + X'_2 \sin \varphi_2 \right\} - 100 \frac{h I'_a X'_a}{V'_2} \sin (\varphi_a - \gamma) + \\ &+ \frac{50}{(V'_2)^2} \left\{ I_A \left[ X_A \cos (\varphi_A - \beta) - R_A \sin (\varphi_A - \beta) \right] + \right. \\ &+ I'_2 (X'_2 \cos \varphi_2 + R'_2 \sin \varphi_2) - h I'_a X'_a \cos (\varphi_a - \gamma) \left. \right\}^2 \quad (11) \end{aligned}$$

Similmente si trova la caduta percentuale di tensione tra il primario  $a$  ed il secondario:

$$\begin{aligned} 100 \frac{\Delta V'_{2a}}{V'_2} &= 100 \frac{I'_a}{V'_2} \left\{ R'_a \cos (\varphi_a - \gamma) + X'_a \sin (\varphi_a - \gamma) \right\} + \\ &+ 100 \frac{I'_2}{V'_2} \left\{ R'_2 \cos \varphi_2 + X'_2 \sin \varphi_2 \right\} - 100 \frac{k I_A X_A}{V'_2} \sin (\varphi_A - \beta) + \\ &+ \frac{50}{(V'_2)^2} \left\{ I'_a \left[ X'_a \cos (\varphi_a - \gamma) - R'_a \sin (\varphi_a - \gamma) \right] + \right. \\ &+ I'_2 (X'_2 \cos \varphi_2 + R'_2 \sin \varphi_2) - k I_A X_A \cos (\varphi_A - \beta) \left. \right\}^2 \quad (12) \end{aligned}$$

Ulteriori semplificazioni si possono apportare in pratica alle formule (11) e (12) ponendo  $\beta = \gamma = 0^\circ$  e trascurando il quarto termine della somma.

Confrontando tali formule con le (4) e (5) di cui al lavoro

dello scrivente sui trasformatori a duplice erogazione <sup>(2)</sup>, si constata la loro analogia sostanziale, come era logicamente da prevedere.

#### Determinazione sperimentale dei coefficienti $h$ e $k$ .

1) Si metta in corto circuito il secondario, lasciando aperto il primario  $a$ , e sia  $V_{kA}$  la tensione per fase che occorre applicare al primario  $A$  affinché circoli in esso una corrente  $I_A$ . Sia poi  $V_a$  la corrispondente tensione per fase che si leggerà sul primario  $a$ , e  $V'_a = V_a \frac{N_A}{N_a}$  la detta tensione in scala primario  $A$ .

La distribuzione dei flussi in questa condizione di prova corrisponde a quella rappresentata in fig. 1 *a*.

Essendo ora  $V_a$  eguale alla somma della f. e. m.  $E_a$ , indotta in  $a$  dal flusso  $\Phi_{oA}$  del ferro, e della f. e. m.  $E_{xaA}$ , ed essendo circa

$$E'_a = \frac{V_{kA}}{2}$$

risulta per  $k$  il valore approssimato seguente:

$$k \approx \frac{V'_a - \frac{V_{kA}}{2}}{\frac{V_{kA}}{2}} \quad (13)$$

2) Si metta in corto circuito il secondario, tenuto aperto il primario  $A$ , e sia  $V_{ka}$  la tensione che occorre applicare al primario  $a$  affinché circoli in esso la corrente  $I_a$ , e sia  $V_A$  la tensione letta sul primario  $A$ . La distribuzione dei flussi corrisponde a quella indicata in fig. 1 *b*.

Similmente a quanto sopra, risulta per  $h$  il valore approssimato:

$$h \approx \frac{V_A - \frac{V'_{ka}}{2}}{\frac{V'_{ka}}{2}} \quad (14)$$

In pratica possono servire come dati di orientamento i valori  $h = k = 0,85 \div 0,95$ .

#### Trasformatore a tre avvolgimenti con secondario interno (fig. 4).

La trattazione di questo caso va svolta come per il trasformatore a secondario intermedio tra due primari. Supposto che sia  $A$  l'avvolgimento esterno, la f. e. m.  $E_{x_{aA}}$  è ora in fase colla f. e. m. di  $a$  i.  $E_{xa}$ , mentre la f. e. m.  $E_{xaA}$  può risultare in fase od in opposizione di fase colla f. e. m.  $E_{xa}$ , ed anche essere eguale a zero, a seconda dei valori relativi degli spessori degli avvolgimenti e dei canali che li separano.

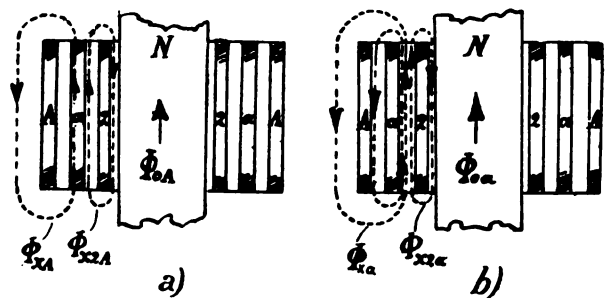


Fig. 4.

La fig. 4*a* rappresenta i flussi nelle condizioni ipotetiche di funzionamento della coppia primario  $A$ -secondario; la fig. 4*b* vale per la coppia primario  $a$ -secondario. La fig. 5 dà un diagramma vettoriale corrispondente a quello in fig. 2 ed in esso è stato supposto che la f. e. m.  $E_{xaA}$  sia in fase colla f. e. m. di  $a$  i.  $E_{xa}$ , vale a dire che si intende di riferirsi ad un trasformatore nel quale l'avvolgimento  $a$  è situato più vicino ad  $A$  che al secondario.

Per le cadute di tensione valgono ancora le formule (11) e (12) purchè in esse i coefficienti  $h$  e  $k$  si intendano calcolati colle (13) e (14), dietro esperienze eguali a quelle esposte per il trasformatore a secondario intermedio. La formula (13) può

(2) Loc. cit.

dare, a seconda dei casi, per  $k$  valori positivi o negativi (ed anche  $k = 0$ ) sempre minori di 1. Invece per  $h$  si hanno sempre valori positivi similmente a quanto sopra.

### Divisione del carico fra i due primari in trasformatori a tre avvolgimenti.

Supposte note le tensioni  $V_A$ ,  $V_{a'}$ ,  $V_2'$ , il carico si dividerà tra i due primari in modo da rendere soddisfatte le seguenti equazioni vettoriali ricavate dalle (8) e (9):

$$\vec{V}_A + \vec{E}_{x1a} - \vec{I}_A Z_A + \vec{I}_2' Z_2' = -\vec{V}_2' \quad (15)$$

$$\vec{V}_{a'} + \vec{E}_{xaA} - \vec{I}_{a'} Z_{a'} + \vec{I}_2' Z_2' = -\vec{V}_2' \quad (16)$$

**Trasformatore a secondario intermedio.** — Se il numero di spire  $N_A$  ed  $N_a$  è scelto proporzionale alle tensioni  $V_A$  e  $V_a$ , sarà  $V_{a'} = V_A$ . Se le tensioni  $V_A$  e  $V_a$  sono di fase poco diversa, essendo d'altra parte anche  $h$  e  $k$  pressochè eguali, le f. e. m.  $E_{xAa}$  ed  $E_{xaA}$  risultano circa eguali ed in fase tra di loro (ad una reattanza  $X_{a'} > X_A$  corrisponderà una corrente  $I_{a'} < I_A$ ).

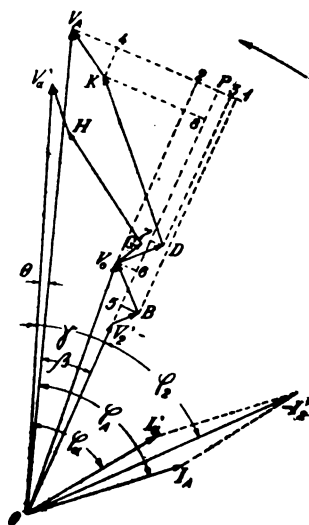


Fig. 5.

Ne consegue, con buona approssimazione:

$$I_A Z_A = I_{a'} Z_{a'}$$

da cui:

$$\frac{I_A}{I_{a'}} = \frac{Z_{a'}}{Z_A} \quad (17)$$

vale a dire le correnti primarie stanno fra di loro circa nel rapporto inverso delle impedenze primarie.

**Trasformatore con secondario interno.** — In questo caso le f. e. m.  $E_{xAa}$  ed  $E'_{xaA}$  non sono più in generale nè eguali nè in fase, quindi si deve scrivere:

$$I_A Z_A - E_{xAa} = I_{a'} Z_{a'} - E'_{xaA},$$

ossia:

$$I_A Z_A - h I_{a'} X_{a'} = I_{a'} Z_{a'} - k I_A X_A,$$

da cui si può ricavare la formula approssimata:

$$\frac{I_A}{I_{a'}} = \frac{Z_{a'} + h X_{a'}}{Z_A + k X_A} \quad (18)$$

nella quale il coefficiente  $h$  è positivo e minore di 1 e  $k$  è pure minore di 1 positivo, o negativo o nullo.

Tanto in questo caso che in quello precedente, il rapporto tra le correnti primarie risulta indipendente dall'impedenza secondaria.

### Influenza delle variazioni di una corrente primaria sull'altra.

Si supponga la tensione secondaria  $V_2$  costante in valore e fase, per il che si richiede che altri trasformatori alimentino il circuito secondario su cui è inserito il trasformatore che si considera.

Le tensioni  $V_A$  e  $V_a$  abbiano fase poco diversa e sia la  $V_A$  costante in valore e fase mentre la  $V_a$  subisca variazioni. Se in seguito a tali variazioni la componente reattiva della corrente  $I_a$  cresce e cresce anche quella della  $I_2$ , il flusso  $\Phi$  cresce ed

aumentano le f. e. m.  $E_A$  ed  $E_a$ . Invece la corrente  $I_A$  non cambia sensibilmente poichè la f. e. m. di m. i.  $E_{xAa}$ , antagonista della f. e. m.  $E_A$ , cresce a sua volta.

Viceversa se la componente reattiva della  $I_a$  cala, calano tanto la f. e. m.  $E_A$  che la  $E_{xAa}$  e la corrente  $I_A$  resta pressochè invariata.

Similmente si dica se la tensione costante è la  $V_a$  e quella ritenuta variabile è la  $V_A$ .

Sembra lecito quindi prevedere, in linea generale, che il trasformatore a duplice alimentazione primaria e con secondario intermedio possiede una proprietà simile a quella goduta dal trasformatore a duplice erogazione secondaria e con primario intermedio, purchè esso operi su una rete secondaria a tensione circa costante. Tanto in un caso che nell'altro di trasformatore non si constaterà una sensibile reciproca influenza del carico di uno dei circuiti del trasformatore sull'altro circuito affine al medesimo (cioè primario come quello o secondario come quello).

Questa proprietà non è posseduta dal trasformatore a duplice alimentazione con secondario interno perchè la f. e. m. di m. i.  $E_{xAa}$  può risultare positiva, negativa o nulla rispetto alla f. e. m.  $E_a$  indotta dal flusso principale; le sue variazioni non possono quindi in generale bilanciare quelle della f. e. m.  $E_a$ .

### Trasformatore a due avvolgimenti concentrici di cui uno, il primario od il secondario, è diviso in due parti eguali tra le quali viene disposto l'altro avvolgimento.

E' interessante per ultimo applicare i concetti informativi dello studio dei trasformatori a duplice alimentazione allo studio di questo caso particolare di trasformatore comune a due avvolgimenti.

Tanto per fissare le idee, l'avvolgimento suddiviso sia il primario. Il primario consta ora di due parti eguali ed in serie, anzichè in parallelo sotto tensioni indipendenti come nei casi soprattratti, e diventano variabili incognite le tensioni  $V_A$  e  $V_a$  assorbite nelle due metà del primario sottoposto alla tensione  $V_1$ . Si ha poi:

$$I_a' = I_a = I_A = I_1 ; R_a' = R_a = R_A ; X_{a'} = X_a \approx X_A.$$

$$R_1 = R_A + R_a ; V_1 = V_A + V_a.$$

Per distinguerle dalle grandezze simili considerate precedentemente, indicheremo con asterisco le grandezze secondarie riportate in scala primaria.

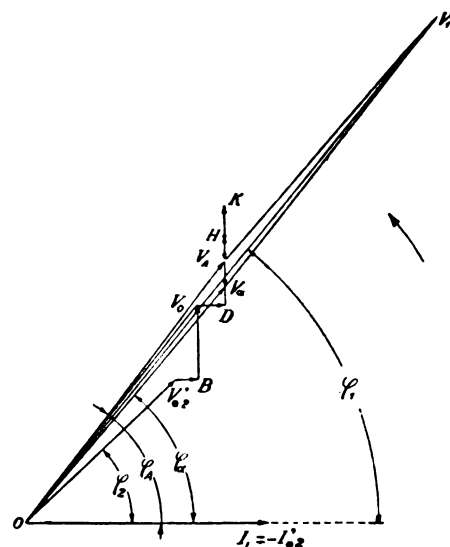


Fig. 6.

La tensione secondaria riportata al primario avrà ora un valore  $V'_{a2}$  doppio della  $V'_2$  di cui al caso del medesimo trasformatore considerato sotto la forma della duplice alimentazione. La corrente secondaria riportata al primario,  $I'_{a2}$ , sarà eguale a metà la corrente  $I'_2$  del trasformatore sotto duplice alimentazione.

Inoltre sarà:

$$R'_{a2} = 4 R'_1 ; X'_{a2} = 4 X'_1.$$

Il diagramma vettoriale per questo caso è dato in fig. 6. La caduta di tensione percentuale si ricaverà dalle formule

(11) e (12), sommandole membro a membro, e sostituendo la tensione  $V'_{*2}$  alla  $V'_2$  nel denominatore.

Per semplificare si può ritenere  $h = K$ ; nonchè trascurare il quarto termine delle formule e gli angoli  $\beta$  e  $\gamma$ , e ritenere  $\varphi_a = \varphi_1$  = allo sfasamento primario  $\varphi_1$ .

Ciò premesso si ottiene la cercata caduta percentuale di tensione:

$$100 \frac{\Delta V_{2A} + \Delta V'_{2a}}{V'_{*2}} = 100 \frac{I_1}{V'_{*2}} \left\{ R_1 \cos \varphi_1 + (X_A + X_a) \sin \varphi_1 \right\} + \\ + 100 \frac{2 I'_{*2}}{V'_{*2}} \left( \frac{R'_{*2}}{4} \cos \varphi_2 + \frac{X'_{*2}}{4} \sin \varphi_2 \right) - \\ - 100 \frac{I_A (X_A + X_a) h}{V'_{*2}} \sin \varphi_1,$$

ossia:

$$100 \frac{\Delta V_1}{V'_{*2}} = 100 \frac{I_1}{V'_{*2}} \left\{ (R_1 + R'_{*2}) \cos \varphi_1 + \right. \\ \left. + [(X_A + X_a)(1 - h) + X'_{*2}] \sin \varphi_1 \right\} \quad (19)$$

Se si chiama  $X_1$  la reattanza che spetterebbe al primario del trasformatore qualora fosse, anzichè suddiviso, raccolto in una sola matassa di spessore doppio e di altezza invariata si può scrivere:

$$X_1 \approx 2(X_A + X_a)$$

Adottando per  $h$  e  $k$  il valore pratico  $0,85 \div 0,95$ , si avrà:

$$(I - h)(X_A + X_a) = (0,15 \div 0,05) \frac{X_1}{2} = (0,075 \div 0,005) X_1$$

Perciò:

$$100 \frac{\Delta V_1}{V'_{*2}} = 100 \frac{I_1}{V'_{*2}} \left\{ (R_1 + R'_{*2}) \cos \varphi_1 + \right. \\ \left. + [(0,075 \div 0,025) X_1 + X'_{*2}] \sin \varphi_1 \right\} \quad (20)$$

La caduta di tensione per il medesimo trasformatore ma con primario non suddiviso sarebbe espressa da formula simile alla (20); salvo che al posto della reattanza  $(0,075 \div 0,025) X_1$ , figurerebbe la reattanza  $X_1$ , mentre la reattanza  $X'_{*2}$  resterebbe immutata poichè il significato in precedenza attribuito ad  $X'_{*2}$  nella formula (20) è di reattanza del secondario considerato questo circuito come fronteggiato da uno solo dei due primari tra i quali effettivamente esso è interposto.

Concludendo si può dire che la suddivisione di uno dei circuiti di un comune trasformatore ad avvolgimenti concentrici annulla, grosso modo, la reattanza di dispersione posseduta dal medesimo circuito non suddiviso, e che la reattanza globale del trasformatore può diventare la metà, od anche meno, della reattanza sussistente a circuito non suddiviso.

Quest'ultima constatazione concorda con quanto si conosce già per altra via sul comportamento del trasformatore a primario od a secondario diviso in due parti eguali concentriche. Essa torna quindi in appoggio alla legittimità del metodo sviluppato dallo scrivente per lo studio dei trasformatori a tre avvolgimenti, sia a duplice alimentazione che a duplice erogazione.

Milano, aprile 1927.

## FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE IN SERIE DELLE TURBINE IDRAULICHE A REAZIONE

G. BÜCHI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1927

### 1. - Introduzione.

La grande evoluzione subita dalle turbine idrauliche specialmente nell'ultimo decennio dimostra quale interessante argomento di studio esso sia per il costruttore. Il progresso consiste nel raggiungimento di una sempre più alta velocità per evidente scopo economico e la difficoltà da superare è, od era, il cattivo rendimento, che appariva indissolubilmente legato all'alta velocità. I nuovi concetti applicati alle turbine veloci hanno permesso di ottenere con queste rendimenti elevatissimi, superiori al 90 per cento, tanto che la questione si è venuta ora spostando, nel senso che raggiunto quello che sembra il limite superiore praticamente concepibile della velocità, si cerca ora sulla stessa via di migliorare il rendimento anche delle turbine normali.

Però quando il costruttore ha trovato colla teoria, dove questa gli può servire, ma soprattutto coll'esperienza, uno o più tipi di turbine di buon rendimento e di velocità conveniente, gli si presenta un altro problema di carattere pratico o industriale, riguardante il modo di utilizzare e dimensionare questi tipi, ossia adattarli caso per caso ai dati dei singoli impianti. Di questo problema intendiamo più dettagliatamente occuparci chè, sebbene possa apparire una questione puramente tecnica, crediamo debba riuscire di interesse generale anche per il progettista o l'utente di un impianto, se non altro per rendersi ragione della difficoltà che qualche volta il costruttore incontra nel proporre il tipo di turbina più adatto, e per spiegare certe apparenti anomalie nei risultati del collaudo <sup>(1)</sup>.

Gli americani, che per le condizioni naturali dei loro corsi d'acqua furono i primi a sentire il bisogno di aumentare la velocità delle turbine e diedero grande sviluppo alla costruzione in questo senso, introdussero subito il sistema della costruzione in serie, stabilendo preventivamente per ogni tipo una serie di numeri o diametri, i cui dati di portata, velocità e potenza erano raccolti in tabelle, e che naturalmente dovevano servire con una certa elasticità anche per i casi intermedi e più o meno prossimi. Questa tendenza degli americani di costruire un limitato numero di modelli in serie si spiega, oltre che colla ragione economica, col fatto che in mancanza di una teoria, i tipi erano studiati e trovati per via sperimentale e dovevano perciò essere riprodotti fedelmente nelle varie grandezze senza alterarne le proporzioni.

Però le turbine americane provate in Europa, salvo rare eccezioni, furono trovate inferiori alla loro fama e la costruzione in serie contribuì a dar loro l'apparenza di costruzioni da dozzina. Per contrapposto i costruttori europei più importanti si dedicarono alla teoria cercando di svolgere razionalmente i concetti applicati empiricamente dagli americani, proclamando anzi che le loro turbine erano studiate caso per caso. Parliamo di venti e più anni or sono, ma anche ora che le nuove difficoltà hanno resa l'esperienza più che mai indispensabile, è dubbio se un costruttore troverebbe opportuno dichiarare che le sue turbine sono costruite in serie <sup>(2)</sup>.

Certo maggior fiducia è disposto di accordare l'acquirente alla turbina che crede espressamente calcolata per il suo caso

<sup>(1)</sup> Queste note si riferiscono specialmente alle turbine a reazione o Francis, comprendendo sotto questa denominazione anche le turbine ad elica, che sono da queste derivate e che hanno con quelle proprietà affatto comuni. Sorvoliamo sulle turbine Pelton che hanno un funzionamento molto più elastico ed i cui elementi, la ruota e l'inietttore, si possono entro certi limiti facilmente combinare in modo di corrispondere nelle migliori condizioni ai dati di velocità e di portata richiesti.

<sup>(2)</sup> Dicendo «turbina» ci riferiamo alla sua parte teoricamente essenziale, cioè la ruota, mentre le altre parti come il distributore, la camera di scarico, la camera forzata, ecc., che pure hanno diretta relazione colla ruota e si costruiscono in serie, hanno importanza piuttosto come dettaglio costruttivo.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

- 1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.
- 2° Impianto del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Elettricità.
- 3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.
- 4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.
- 5° Impianto del Temù in Valle Camonica.
- 6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.
- 7° Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.
- 8° Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.
- 9° Impianto del Matese della Soc. Meridionale di Elettricità.
- 10° Impianto di Galliciano della Società Ligure-Toscana di Elettricità.

Prezzo per ogni fascicolo ..... L. 6,—  
più per postali » 1,—

ELENCO dei Fabbrianti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico ..... L. 4,—  
più per postali » 1,—



Osiama invece asserire che se questo metodo può essere giustificato per i casi eccezionali e per dimensioni insolite, applicato in generale esso non significherebbe industrialmente che disordine il quale finirebbe per diventare irregolarità anche dal lato tecnico. Occorre infatti tener presente che le ruote di turbine sono fuse mediante modelli molto costosi, che per ragioni di solidità e durata difficilmente sono suscettibili di varianti razionali. Anche le pale in lamiera, ottenute mediante stampi e riportate nella funzione delle corone, non si adattano facilmente a varianti dei dati idraulici di funzionamento, per cui il costruttore è condotto ad utilizzare modelli e stampi intatti nel maggior numero di casi possibile. Risulta quindi evidente che il vantaggio del primo cliente, che ha avuto la turbina appositamente calcolata per il suo caso, riesce a danno dei successivi per i quali, in condizioni alquanto differenti, lo stesso modello è stato utilizzato più o meno razionalmente con o senza ripieghi. Questa irregolarità finisce per essere fastidiosa e dannosa al costruttore stesso che deve, o dovrebbe, ogni volta verificare calcoli ed eseguire adattamenti, e viene a trovarsi in definitiva in possesso di un modellario disordinato e facilmente deperibile.

Di qui l'opportunità di costruire le ruote delle turbine in serie con una successione di diametri opportunamente distanziati ed abbastanza vicini da poter praticamente corrispondere bene a tutti i casi intermedi nel campo coperto dalla serie stessa.

Notiamo, e si vedrà meglio in seguito, che il campo d'applicazione della turbine è molto esteso nei due sensi della portata e della velocità, mentre una serie, ossia un tipo di ruota riprodotto in diverse grandezze, ne copre malamente appena una striscia, per cui occorrono più serie di ruote affiancate per coprire l'intero campo senza interruzione. Gli americani che seguirono fin dal principio questo sistema si limitavano però sempre a due o tre serie al massimo, slegate fra di loro, per quanto in un campo più ristretto, notando che la massima velocità di allora è ora quasi triplicata. Però a quel tempo l'acquirente meno assillato dal problema dell'economia d'impianto, era meglio disposto ad accettare senza discussione la proposta del costruttore di un tipo a bassa velocità, sebbene più costoso, ma di miglior rendimento e più facilmente adattabile alle variazioni di portata.

Al contrario ora la conoscenza diffusa del coefficiente numerico che misura la velocità caratteristica  $n_s$  di ogni tipo di ruota mette qualsiasi progettista in grado di ricavare con un semplice calcolo i limiti entro cui può variare la velocità delle turbine da installare in determinate condizioni di caduta e portata, e per evidenti ragioni di economia questi tenderà di fissarsi sulla velocità più alta. D'altra parte trattandosi in generale di accoppiamento diretto con generatori di corrente alternata, il vincolo dell'a frequenza e del numero dei poli offre poche soluzioni come numero di giri, sempre più distanziate col crescere della velocità. Ora la difficoltà che qualche volta il costruttore può incontrare non è quella di studiare e costruire una turbina corrispondente ai dati fissati, bensì di adattare in modo soddisfacente i modelli di serie, di cui dispone, a questi dati.

Non lo preoccupa il raggiungimento della massima potenza richiesta poichè nei casi dubbi sceglie un modello di portata alquanto superiore, secondo che l'esperienza e la prudenza lo consigliano. Così il pericolo più grave è scongiurato e la situazione spesso è salva, anche se il rendimento a portata parziale ne soffre alquanto <sup>(3)</sup>.

Deficenze ed irregolarità dipendenti dall'utilizzazione di modelli esistenti non sono sempre evitabili, ma con una serie razionalmente prestabilita, la irregolarità sarà limitata in modo da non superare un massimo compatibile con un funzionamento praticamente buono per tutto il campo d'applicazione; mentre nel caso contrario la tendenza del costruttore sarebbe fatalmente

sempre quella di risparmiare nel numero di modelli, ricorrendo piuttosto ad adattamenti più o meno razionali.

L'eventuale vantaggio dello studio caso per caso presuppone nel costruttore sufficiente sicurezza di calcolo e di esecuzione in modo di ottenere ogni volta il preciso funzionamento previsto. Se si tien conto invece delle sorprese cui spesso anche il costruttore più esperto può andar incontro, specialmente nei tipi più moderni, si vede senz'altro come il sistema delle serie, che possono essere regolarmente provate e studiate a fondo <sup>(4)</sup>, dia il miglior affidamento di buona riuscita per l'impianto e risultati in definitiva più economico per il costruttore stesso.

Alla trattazione dettagliata delle serie premettiamo alcune considerazioni sulla velocità caratteristica delle turbine, sulla quale si basa la costruzione in serie, e sul calcolo in generale cercando di collegare la nuova colla vecchia teoria.

## CAP. I.

### COEFFICIENTI CARATTERISTICI DELLE TURBINE

#### 2. - Velocità caratteristica $n_s$ riferita alla potenza ed alla portata.

E' ormai entrata nell'uso comune la classificazione delle turbine secondo la *velocità caratteristica*, con la quale si intende il numero di giri di una turbina che sotto la caduta utile di un metro sviluppa la potenza 1 HP. Qualcuno la chiama ancora *velocità specifica*, e appunto da questa originaria denominazione è derivato il simbolo  $n_s$ , ma più opportunamente detta denominazione è da riservare alla velocità (giri al minuto) di una turbina di diametro 1 m e funzionante colla caduta di 1 m, rappresentata dal simbolo  $n_1$ . Però la  $n_1$  non si riferisce in definitiva che alla velocità periferica della ruota, cioè ad uno dei coefficienti di calcolo che influiscono sulla velocità di una turbina costruita per determinati dati di caduta e portata. Invece la  $n_s$  riferendo la velocità direttamente alla potenza, quindi alla portata, tiene conto anche delle proporzioni della ruota, e determina o caratterizza entro certi limiti il tipo di turbina.

Riferendosi invece al diametro della ruota il tipo riesce completamente caratterizzato accoppiando al coefficiente  $n_1$  della velocità specifica quello della *portata specifica*  $Q_1$ , che indica la portata ( $m^3$  al secondo) che la stessa turbina di diametro 1 m consuma sotto la caduta di 1 m. Abbiamo quindi:

$$n_1 = \frac{n \cdot D}{\sqrt{H}} \quad Q_1 = \frac{Q}{D^2 \cdot \sqrt{H}} \quad (1)$$

in cui  $n$  e  $Q$  sono la velocità e la portata della turbina di diametro  $D$  sotto la caduta  $H$ , e questi valori hanno speciale importanza per il costruttore, che deve sempre riferirsi al diametro della ruota, dal quale dipendono le altre principali dimensioni della turbina.

La velocità caratteristica fu dapprima, come era logico, riferita direttamente alla portata, cioè indicava il numero di giri di una turbina che sotto la caduta di 1 m assorbiva la portata di  $1 m^3$ , e non è altro che la combinazione dei due anzidetti coefficienti  $n_1$  e  $Q_1$ , per la quale il diametro  $D$  risulta eliminato. Si ha infatti, indicando con  $n_1$  e  $Q_1$  la velocità e la portata riferite alla caduta  $H = 1$ :

$$n_s = \frac{n}{\sqrt{H}} = \frac{n_1}{D} \quad Q_s = \frac{Q}{\sqrt{H}} = Q_1 \cdot D^2,$$

dalla seconda delle quali per  $Q_1 = 1$  si ricava  $D = \frac{1}{\sqrt{Q_1}}$  ossia,

sostituendo nella prima, la velocità caratteristica per  $H = 1$  e  $Q = 1$ :

$$n_{sQ} = n_1 \sqrt{Q_1}$$

<sup>(3)</sup> Non sempre il costruttore è protetto dalla fortuna come, per es., in quel caso in cui essendo riuscita abbondante una turbina ordinata con speciali limitazioni di portata, il cliente fu poi lieto di sospendere le già avviate pratiche di protesta per tenersi la turbina irregolare secondo il contratto, ma perfettamente soddisfacente alle mutate condizioni di esercizio nel frattempo avvenute. Può succedere invece che il cliente protesti dapprima per il mancato raggiungimento della potenza massima prescritta, sebbene con ottimo rendimento; modificata la turbina e raggiunto quello che sembrava il principale scopo, il cliente continui a protestare per il diminuito rendimento parziale. Certo in questo caso la colpa è del costruttore che arrischiò accettando garanzie troppo severe. Significativa invece è la protesta di quel cliente perchè la turbina sviluppava esattamente la potenza prescritta, avendo egli speculato su un largo margine quale aveva constatato in precedenti impianti e che riteneva quindi doveroso.

<sup>(4)</sup> Lo studio a fondo di una turbina può essere inteso in senso più o meno ampio. Crediamo tuttavia piuttosto eccezionale quello eseguito dalla apposita Società per gli esperimenti della turbina *Lawaczeck*, la quale in un anno sperimentò 45 ruote di 200 e 460 mm e 12 ruote di 1 m di diametro, eseguendo complessivamente 400 prove. La ruota *Lawaczeck* è del tipo diagonale ad elica con 8 o 10 pale fisse riportate, tracciate con speciale procedimento teorico semplificato. (*L'Energia Elettrica*, novembre 1924, pag. 168).

ed eliminando il diametro :

$$n_{sQ} = n \frac{D}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{D^3 \sqrt{H}}} = n_1 \sqrt{\frac{Q_1}{H}} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{Q}{\sqrt{H}}} = \\ = n \sqrt{\frac{Q}{H \sqrt{H}}} = n \frac{\sqrt{Q}}{H^{1/4}} \quad (*)$$

Però quando comincio a delinearci la tendenza alle maggiori velocità caratteristiche si osservò che non era difficile aumentare la portata e la velocità specifica della ruota, ma questo avveniva a scapito del rendimento. Non volendo perciò disgiungere da questo coefficiente di velocità il criterio di bontà della turbina parve opportuno conglobare il rendimento, riferendo cioè la velocità caratteristica alla potenza  $N$  effettivamente sviluppata secondo la definizione premessa. Così fu infatti stabilito nella Conferenza di Berlino nel 1906 <sup>(6)</sup> e da allora la  $n_s$  fu intesa in questo senso e così espressa :

$$n_{sN} = n_1 \sqrt{\frac{N_1}{H}} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{N}{H \sqrt{H}}} = n \frac{\sqrt{N}}{H^{3/4}} = n \frac{1}{H^{3/4}} \sqrt{N} \quad (2)$$

in cui  $n_1$  ed  $N_1$  rappresentano la velocità e la potenza di una ruota qualsiasi sotto la caduta di 1 m. In questa seconda espressione della velocità caratteristica è tenuto conto anche del rendimento effettivo  $e$  in quanto che

$$\frac{n_{sN}}{n_{sQ}} = \sqrt{\frac{N_1}{Q_1}} = \sqrt{\frac{e \cdot \gamma}{75}}$$

essendo :

$$N = \frac{\gamma Q \cdot H \cdot e}{75} \quad \text{ed} \quad N_1 = \frac{N}{H \sqrt{H}}$$

La  $n_{sN}$  potrebbe risultare più comoda per il calcolo della velocità della turbina in base alla potenza che si vuole ottenere, e perciò anche agli elettricisti, se questi non avessero dichiarato l'ostracismo al HP <sup>(7)</sup>.

Ma per diverse ragioni, che risultano sempre più evidenti collo sviluppo delle turbine veloci, non crediamo che l'espressione  $n_{sN}$  della velocità caratteristica corrisponda al concetto informatore, se non si vuole limitare il criterio della bontà della turbina alla sola apertura totale. Infatti, riferendoci agli impianti normali con portata variabile, conta forse meno il rendimento ad apertura massima che quello medio entro un certo campo di parzializzazione. Quindi l'inclusione nell'espressione  $n_{sN}$  del rendimento riferito alla potenza massima non serve ad apprezzare nel giusto valore pratico due turbine che pur con lo stesso rendimento a totale apertura hanno curve di rendimento affatto differenti. Questo concetto appare tanto più illusorio nelle turbine veloci moderne, le quali hanno l'ottima qualità di potere non solo funzionare con buon rendimento entro ampi limiti di velocità specifica, ma per di più aumentando la velocità il massimo rendimento si sposta appunto verso la completa apertura, mentre però i rendimenti parziali si abbassano rapidamente. Succede quindi che una stessa ruota può con velocità forzata presentarsi con un altissimo valore della velocità caratteristica, che tuttavia non può ritenersi di uso pratico se non nel caso che la turbina deva funzionare sempre a piena apertura.

E' noto inoltre che il rendimento della turbina è influenzato anche dal suo diametro, per cui ruote perfettamente simili ma di diverso diametro verrebbero ad essere caratterizzate con valori differenti. Si sa pure che il rendimento della turbina non dipende solo dalla ruota, ma dal complesso dell'impianto e specialmente dal diffusore, per cui l'identica ruota, a parità di caduta e di giri, può in condizioni differenti di installazione dare

<sup>(6)</sup> A rigore la  $n_{sQ}$ , indipendente dal diametro, caratterizza il tipo della ruota solo in modo relativo poichè la stessa caratteristica può risultare dalla combinazione di diverse  $n_1$  e  $Q_1$ , e, come meglio si vedrà in seguito, lo sviluppo della turbina Francis fu appunto contrassegnato dal continuo aumento della  $n_1$  corrispondente ad una data  $n_s$ , che diede luogo a modifiche radicali dei tipi. La  $n_s$  acquista quindi più propriamente il significato di caratteristica se riferita ai tipi di una stessa epoca di sviluppo della turbina, facendo astrazione delle piccole varianti che distinguono costruttore da costruttore, frutti di particolari studi ed esperienze.

<sup>(7)</sup> Z. f. d. ges. Turbines, 1906, pag. 393.

<sup>(7)</sup> La soppressione del HP in favore del kW trovò forte opposizione nell'ultima Riunione di New York (aprile 1926); L'Elettrotecnica, 1926, pag. 606.

differenti rendimenti, mentre la portata ne risente molto meno. Per queste ragioni i rendimenti che si ottengono nell'impianto di prova in ottime condizioni non si possono sempre garantire in pratica, per cui la  $n_{sN}$  verrebbe ad essere sempre soggetta a varianti. Crediamo quindi inutile ed irrazionale la considerazione del rendimento nella definizione del coefficiente  $n_s$ , che dovrebbe avere uno scopo di confronto essenzialmente idraulico e servire a caratterizzare il tipo di ruota e di turbina in relazione ai suoi elementi teorici e costruttivi.

Considerando la questione anche da un lato più generale, è evidente che il concetto della velocità caratteristica è estensibile anche alle pompe centrifughe ed è perciò opportuno e desiderabile che l'espressione della  $n_s$  abbia per le turbine e per le pompe la medesima base e struttura. Nelle pompe il risultato della trasformazione dell'energia meccanica assorbita è appunto il sollevamento di una certa portata  $Q$  ad una determinata altezza  $H$  per cui in questo caso l'espressione della  $n_s$ , tenendo conto della potenza idraulica sviluppata effettivamente, dovrebbe appunto riferirsi ai dati idraulici  $H$  e  $Q$ , che servono di base al calcolo ed al tracciato della ruota, e la individuano <sup>(8)</sup>.

Queste considerazioni dovrebbero senz'altro dimostrare l'opportunità di riferire in generale l'espressione della  $n_s$  alla portata  $Q$ . Non si può tuttavia trascurare la diffusione raggiunta dall'espressione della  $n_s$  in base alla potenza sviluppata in HP, e l'abitudine di caratterizzare il tipo di turbina in base a quel valore numerico. Per conciliare le due tendenze è stato proposto di valutare la potenza sviluppata della turbina in base ad un rendimento convenzionale costante  $e = 0,75$ . In questo caso la potenza di 1 HP sotto 1 m di caduta è sviluppato dalla portata di 100 l, quindi la velocità caratteristica  $n_s$  potrebbe essere definita come la velocità di una turbina che sotto la caduta di 1 m consuma la portata di 100 l, con la seguente espressione :

$$n_s = n \sqrt{\frac{10 \cdot Q}{H \sqrt{H}}} = n_1 \sqrt{10 \cdot Q_1} \quad (Q \text{ espresso in m}^3/\text{sec}) \quad (3)$$

che adotteremo in seguito <sup>(9)</sup>.

Riferendoci alle espressioni precedenti abbiamo :

$$\frac{n_s}{n_{sQ}} = \sqrt{10} \quad \text{e} \quad \frac{n_s}{n_{sN}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 75}{\gamma \cdot e}}$$

$$\text{e per } \gamma = 1000 \quad \frac{n_s}{n_{sN}} = \sqrt{\frac{0.75}{e}}$$

Veramente una decina d'anni addietro si riteneva che le turbine veloci in pratica non potessero dare a totale apertura un rendimento molto superiore al 0,75, per cui la  $n_s$  calcolata in base alla portata di 100 l non differiva sensibilmente dalla  $n_{sN}$ . Ora invece si supera senza difficoltà il 0,80 e si arriva anche al 0,85 (a totale apertura), ed il costruttore ben volentieri si vale della possibilità di innalzare la caratteristica calcolando in base alla potenza. Potrebbe in questo caso essere giustificata per la  $n_{sN}$  la denominazione di *numero di giri specifico*, mentre quella di *velocità caratteristica* dovrebbe essere riservata alla  $n_s$  riferita alla portata.

Il significato pratico della  $n_s$  nel campo delle turbine Francis appare evidente se si considera che dalla forma e dalle proporzioni della ruota caratterizzata dalla  $n_s$  stessa dipendono spesso il tipo e la disposizione della turbina, la possibilità di equilibrare automaticamente la spinta assiale, che ne facilita l'applicazione alle alte cadute, la disposizione della regolazione, la resistenza alle corrosioni entro certi limiti di caduta e di altezza di aspirazione, la forma della curva di rendimento, che la

<sup>(8)</sup> Notiamo però che ad una stessa ruota funzionante come turbina e come pompa non corrispondono eguali  $n_s$ , poichè a parità di portata e di caduta o prevalenza, la pompa richiede una velocità superiore a quella della turbina, tanto maggiore quanto più piccoli sono i rendimenti idraulici e precisamente :

$$\frac{n_{st}}{n_{sp}} = \epsilon_t^{2/3} \cdot \epsilon_p^{2/3}$$

e per

$$\epsilon_t = \epsilon_p = \epsilon \quad \frac{n_{st}}{n_{sp}} = \epsilon^{2/3}$$

<sup>(9)</sup> Per analogia colle turbine il Pfleiderer (Die Kreiselpumpen - Ed. Springer, 1924) propone per le pompe la caratteristica  $n_s$  basata sulla potenza idraulica sviluppata di 1 HP, ossia 75 kgm/sec riferiti all'altezza di 1 m, che equivalgono ad una portata di 75 l/sec. Non vediamo però una ragione perchè non si potrebbe adottare anche per le pompe la portata unitaria di 100 l come per le turbine.

rende più o meno adatta a certi regimi di portata e caduta variabile, ecc.

Nelle turbine Francis la  $n_s$  si riferisce ad una sola ruota, per cui se le ruote funzionanti in parallelo sono in numero di  $z$ , la caratteristica della turbina nel suo complesso sarà:

$$n_{sz} = \sqrt{z} \cdot n_s.$$

Questa stessa relazione vale anche per le turbine Pelton riferendo  $z$  al numero dei getti.

### 3. - La $n_s$ nelle turbine Pelton e sua estensione nelle Francis.

Accenniamo all'applicazione della caratteristica  $n_s$  alle turbine Pelton poichè in queste essa acquista un significato ancor più evidente come classifica di tipi, e per dimostrare la sua estensione ed utilità per tutto il campo delle turbine, servendo anzi da mezzo di collegamento fra tipi disparatissimi quali sono le Pelton, le Francis e le eliche.

Le turbine Pelton coprono il campo delle  $n_s$  minori. In esse l'acqua è diretta alla ruota sotto forma di getto a sezione circolare, che può essere comunque piccolo rispetto al diametro della ruota. Quanto maggiore è il rapporto  $\frac{D}{d}$  tra il diametro della ruota  $D$  e quello del getto  $d$  tanto minore sarà il valore della  $n_s$  e per grandi cadute si è arrivato a  $\frac{D}{d} = 85$ , cui corrisponde una  $n_s = 2,6$  (<sup>10</sup>). Questo rapporto non può però per ragioni costruttive e di rendimento essere inferiore ad un certo limite che è circa  $\frac{D}{d} = 8$ , corrispondente ad una  $n_s = 28$  massima. Normalmente non si scende sotto  $\frac{D}{d} = 10$  con  $n_s = 22$  e si ritiene che le migliori condizioni si abbiano per  $\frac{D}{d} = 14 \div 15$  con  $n_s = 16 \div 15$ . Coll'aumentare della  $n_s$  il rendimento massimo tende a diminuire ed a spostarsi verso il carico parziale.

Su una stessa ruota possono applicarsi più getti, fino a quattro in una turbina ad asse verticale, mentre per ragioni costruttive non se ne fanno più di due in turbina ad asse orizzontale, che invece può avere due ruote e qualche volta anche tre sullo stesso asse, ciascuna con due getti. Le caratteristiche precedenti vanno quindi moltiplicate rispettivamente per  $\sqrt{4}$  o  $\sqrt{6}$ , raggiungendo così un massimo di  $n_{sz} = 56 \div 68$ .

Riferendoci alla  $n_s$  ed ai diversi tipi da essa caratterizzati si può quindi stabilire che il rendimento peggiora alquanto specialmente a portata totale aumentando la  $n_s$ , ed a maggior ragione se la turbina è a più getti per il disturbo reciproco dei getti. D'altra parte le maggiori  $n_s$  non sono consigliabili per le più alte cadute per ragioni costruttive di resistenza delle pale ed in considerazione delle possibili corrosioni nelle casse delle turbine a più getti.

Questi accenni alle Pelton dimostrano che con questo tipo di turbina si può arrivare fino al limite normale inferiore delle Francis, che è appunto  $n_s = 70$  circa. Naturalmente nei casi limiti, cioè intorno a questo valore della  $n_s$ , saranno considerazioni di costo, di durata, di rendimento, ecc., che consiglieranno l'uno o l'altro tipo. E' noto che la Pelton si presta meglio alle alte cadute perchè meno soggetta a logoramenti e di più facile manutenzione, e di miglior rendimento, specialmente a portata parziale, di una equivalente turbina Francis. E' però più ingombrante e costosa, deve essere installata presso il pelo di scarico e perde tuttavia una parte di caduta causa l'ingombro degli introduttori inferiori. Inoltre la Pelton a più getti, specialmente con deviatore, è assai più complicata nei suoi meccanismi di regolazione ed è perciò di costruzione poco pratica per piccole dimensioni.

Trattandosi quindi di piccole turbine si scarnerà senz'altro la soluzione con Pelton a sei getti, eseguendo piuttosto una Francis speciale con caratteristica ridotta. Vale a dire il limite superiore  $n_s = 70$  per le Pelton vale solo per grandi turbine, mentre che per le piccole si riduce a  $n_s = 50$ , corrispondente a tre ruote con getto semplice. L'intervallo dal 70 al 50 dovrà quindi essere in caso di necessità coperto dalle Francis lente anormali, che hanno però un minor rendimento e sono soggette a forti logoramenti sotto alla caduta. Considerazioni analoghe possono intervenire anche nella scelta della velocità stessa in modo di cadere secondo le circostanze nel campo delle Pelton oppure in quello delle Francis.

Dal punto di vista della caratteristica esiste fra la Pelton e la Francis una differenza essenziale, poichè nella Pelton il tipo di pala è unico, salvo piccole varianti di dettaglio, e l'aumento della  $n_s$  entro limiti relativamente ristretti è ottenuto mediante l'aumento del diametro e del numero dei getti su una stessa ruota e l'aumento del numero delle ruote sullo stesso albero; per cui si tratta piuttosto di una turbina multipla e la questione è puramente costruttiva. Nelle Francis invece l'aumento della  $n_s$  corrisponde ad una vera trasformazione del tipo di pala e di ruota; trasformazione avvenuta in tempi successivi in modo che la storia della Francis corrisponde appunto al successivo sviluppo della caratteristica. Solo ora si noterebbe un regresso, nel senso che gli studi sono ora rivolti all'applicazione dei vantaggi delle ruote ad elica velocissime alle turbine con caratteristica minore.

E' noto che la turbina americana Francis originale (1849) era completamente radiale centripeta tanto nel distributore come nella ruota (fig. 1). Poi allo scopo di aumentarne la portata specifica la ruota venne man mano sviluppata verso l'asse in modo che pur restando l'ingresso centripeto, lo scarico divenne assiale ed in parte anche centrifugo secondo il tipo che è ancora detto americano (fig. 2). Più recentemente anche l'ingresso della ruota venne spostato verso l'asse e divenne diagonale e poi assiale, restando però sempre il distributore radiale centripeto, colla differenza che mentre nelle prime ruote la deviazione dalla direzione radiale nella assiale avveniva dopo la ruota, poi nella ruota stessa, avviene in queste ultime completamente prima nell'intervallo fra distributore e ruota.

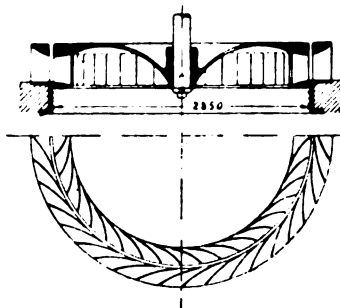


Fig. 1.

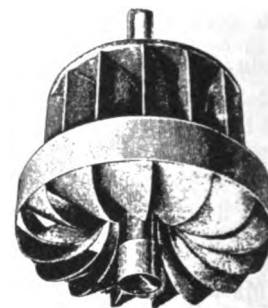


Fig. 2.

La soppressione della corona esterna e la diminuzione del numero delle pale fino al minimo di due diede alla ruota l'aspetto di un'elica, ma in fondo tra questa e la Francis originale esiste un passaggio graduale di forma, come graduale ne fu lo sviluppo nel tempo. Il distributore invece, a parte la regolazione delle pale, è sempre rimasto lo stesso e la turbina nella forma esterna e nella disposizione non è cambiata in modo sensibile. Citiamo per esempio il caso della turbina doppia ad elica con scarico centrale della fig. 43 che, a parte le ruote, non differisce affatto nella disposizione da una comune turbina Francis. Per questo motivo crediamo per semplicità di dicitura e riferendoci al distributore, di poter comprendere tutti questi successivi tipi di turbine a reazione sotto la denominazione generica di turbine Francis, di fronte all'altra grande classe delle turbine Pelton.

A questo sviluppo della turbina Francis corrisponde un imponente aumento della caratteristica  $n_s$  che dal 50 è passato al 1200. Però la forma ad elica compare già con la  $n_s = 500$  e l'ulteriore aumento di velocità è ottenuto solo modificando gli angoli e riducendo lo sviluppo delle pale. Notiamo però che negli impianti normali la  $n_s$  viene mantenuta in limiti più modesti da 600 a 900, oltre i quali il rendimento comincia fatalmente a declinare ed il funzionamento diventa meno stabile.

## CAP. II.

### IMPORTANZA DELL'ALTEZZA D'ASPIRAZIONE

#### 4. - La $n_s$ in relazione alla caduta ed all'altezza di aspirazione.

In linea generale una relazione tra la caratteristica  $n_s$  e la caduta  $H$ , sotto la quale la turbina funziona, esiste nel senso che a parità di potenza sviluppata e di giri al minuto la  $n_s$ , secondo l'espressione (2)  $n_{sN} = n \frac{\sqrt{N}}{H^{1/4}}$ , varia in ragione inversa di  $H^{1/4}$ . In pratica la velocità delle turbine varia, ma entro limiti relativamente ristretti poichè, sebbene per ragioni economiche

(<sup>10</sup>) Impianto di Fully con  $H = 1650$  m.

si cerchi di tenerla la più alta possibile, non risulta tuttavia opportuno superare i 1000 giri al minuto specialmente per le grandi potenze.

Maggior variabilità presenta la potenza delle turbine secondo l'energia idraulica disponibile e la potenza meccanica richiesta. Essa ha raggiunto in diversi stadii dei massimi che andarono successivamente crescendo collo sviluppo e col progredire della tecnica e dell'industria, la quale richiede ed è in grado di utilizzare sempre maggiori potenze. Così mentre fu ammessa un tempo la prima turbina che raccoglieva su un solo albero 500 HP, si passò poi a 3000, 10.000, 25.000 e si è ora arrivati a 50.000 e 70.000 HP sviluppati da una sola ruota <sup>(11)</sup>. Quindi restando i giri negli stessi limiti normali è andata aumentando la  $n$ , praticamente raggiungibile con le alte cadute, allargando così il campo della turbina Francis. Si deve invece considerare come anormale il caso in cui relativamente alla caduta la potenza da utilizzare sia molto piccola.

L'accennata relazione teorica per la quale a parità di potenza e velocità la  $n$ , varia in senso inverso della caduta concorda fortunatamente con le proprietà meccaniche ed idrauliche dei tipi di turbine corrispondenti per quanto riguarda la durata ed il rendimento, poichè, appunto come è logico, le turbine con piccola  $n$ , meglio si adattano alle grandi cadute, mentre quelle con grande  $n$ , si prestano solo per le cadute minori. Le turbine Pelton infatti non hanno limiti di caduta nelle loro applicazioni e mentre servono per le cadute altissime oltre i 1000 m, si prestano bene anche per le basse sotto i 100 m con piccole potenze. Invece le Francis cominciano a trovare la loro normale applicazione intorno ai 200 m; per le grandi potenze questo limite può bensì essere superato e si è già arrivato in America ai 265 m <sup>(12)</sup>, ma occorrono costruzioni specialissime in considerazione dei forti logoramenti.

## 5. - Corrosioni.

I logoramenti dovuti all'azione dell'acqua sabbiosa con forte velocità non sono da confondere con quelli dovuti all'a-

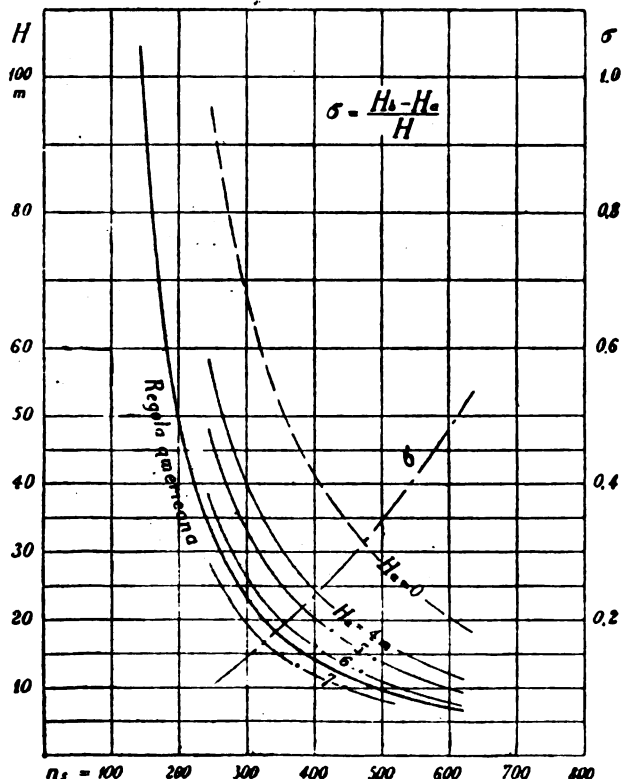


Fig. 3.

zione chimica e meccanica dei vortici che si formano quando la velocità, sebbene di importanza molto minore, è accompagnata da una depressione localizzata.

<sup>(11)</sup> Le prime turbine di 3000 HP furono fornite nel 1900 dalla Ditta Riva e Monneret di Milano per l'impianto del Niagara. Sono fornite dalla stessa Ditta, ora Costruzioni Meccaniche Riva, le turbine per l'impianto dell'Isarco di 45.000 HP ad una sola ruota ad asse verticale.

<sup>(12)</sup> A quanto riferisce l'Ing. Ratti (Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord America: L'Elettrotecnica, 1926, pag. 757), non sembra che i risultati pratici in un impianto in California, funzionante con caduta così elevata, siano stati incoraggianti.

Si hanno allora delle vere *corrosioni* spugnose capaci qualche volta di distruggere la ruota in poco tempo anche con acque limpide per effetto dell'energica ossidazione esercitata dall'aria sviluppata dall'acqua stessa. Poichè il vuoto è provocato dalla velocità, la quale alla sua volta dipende dalla caduta, è evidente che da questa si facciano dipendere le corrosioni e come norma generale, in seguito a constatazioni pratiche, si sia stabilito un limite massimo di caduta entro cui un determinato tipo di turbina si ritiene applicabile con sufficiente garanzia di durata.

Notiamo ora che a parità di caduta la velocità lungo le pale, ossia la tendenza alla corrosione cresce con la caratteristica  $n$  della ruota. A favorire la formazione del vuoto e della corrosione concorre in modo essenziale la curvatura della pala, che specialmente nei tipi a cucchiaio o americano ora abbandonati andava appunto aumentando con la  $n$ . E' quindi evidente come la massima caduta utilizzabile vada diminuendo col crescere della  $n$ , e gli americani fissarono questa legge colla relazione

empirica:  $n_s = \frac{6850}{H + 10} + 84$ , essendo  $H$  espresso in m, tradotta graficamente nella curva della fig. 3.

Questa può ancora sempre rappresentare una buona norma di applicazione, ma non ha valore assoluto poichè è subordinata all'altezza di aspirazione. Infatti alla diminuzione di pressione lungo la pala per ragioni dinamiche si aggiunge la depressione statica, ossia l'altezza  $H_a$  della ruota sul pelo di scarico, e appunto questa somma non deve superare la massima aspirazione ammissibile  $H_b$ , tenuto conto della variazione barometrica e della tensione del vapore <sup>(13)</sup>.

All'altezza statica di aspirazione, per quanto riguarda la depressione sulla pala, si dovrebbe aggiungere il ricupero di pressione nel diffusore  $\frac{c_1^2 - c_2^2}{2g}$ , in cui  $c_1$  e  $c_2$  sono le velocità ri-

spettive all'entrata ed all'uscita. Notiamo però che specialmente nelle turbine veloci il diffusore è parte essenziale della turbina, dovendo alle volte recuperare il 30 ÷ 40 % di energia, ed occorre con qualsiasi altezza d'aspirazione, per cui il suo effetto aspirante dinamico deve considerarsi come uno dei principali elementi determinanti la depressione dinamica sulle pale della ruota. Quando l'altezza d'aspirazione è piccola o nulla il diffusore viene sviluppato orizzontalmente e con forme appropriate si ottiene anche in questo caso un buon funzionamento, sebbene questa che caratterizza la maggior parte degli impianti moderni a bassa caduta sia la parte più delicata dell'impianto.

La depressione dinamica  $H_b - H_a$ , che dipende dal tipo di turbina e indirettamente dalla  $n$ , si può riferire alla caduta per mezzo del coefficiente  $\sigma = \frac{H_b - H_a}{H}$ , ricavabile da appo-

sitate esperienze o indirettamente dal modo di comportarsi delle turbine in pratica. Il coefficiente  $\sigma$  permette quindi di calcolare la massima caduta utilizzabile in relazione all'altezza di aspirazione  $H_a$  della ruota. Il caso limite si avrebbe per  $H_a = 0$ , ponendo la ruota direttamente sul pelo di scarico, per cui  $H_{\max} = \frac{H_b}{\sigma}$ .

Questo limite può veramente essere superato ponendo la ruota sotto il pelo di scarico in modo di farla funzionare non più in aspirazione ma in un ambiente sotto pressione, ossia con  $H$  negativo. A questo scopo gli americani idearono l'installazione

<sup>(13)</sup> La pressione atmosferica a diverse altezze sul livello del mare, riferita a 0°, è data dalla seguente tabella:

Altitudine	Pressione	
	m/m Hg	m acqua
0	760	10,33
100	751	10,20
200	742	10,08
300	733	9,95
400	724	9,85
500	716	9,73
1000	674	9,16

Oscillazioni per influenze meteorologiche si possono avere del 5% in più o in meno, ossia di 40 mm  $H_0 = 0,545$  m d'acqua.

Non trascurabile è pure la tensione del vapore secondo la tabella:

Temperatura	Tensione	
	m/m Hg	m acqua
0°	4,58	0,062
5°	6,53	0,089
10°	9,18	0,125
15°	12,73	0,173
20°	17,41	0,237



della turbina ad asse verticale rovesciata, cioè collo scarico in alto, però questo sistema non può considerarsi pratico perchè oltre ad essere più costoso ha l'inconveniente di rendere la turbina inaccessibile senza previo vuotamento della camera mediante pompa.

Escluso quindi questo caso, si ha per es. che la turbina Kaplan con  $n_s = 500$  sperimentata dal Thoma <sup>(14)</sup> con  $\sigma = 0,65$  potrebbe convenientemente funzionare senza aspirazione con la caduta massima  $H = \frac{9,8}{0,65} = 15$  m, supposto  $H_b = 0,8$  per un'installazione a circa 400 m sul mare. Se invece metà della caduta dovesse essere in aspirazione, ossia per  $H_a = \frac{H}{2}$ , si avrebbe:

$$\sigma H + \frac{H}{2} = H_b, \text{ da cui } H = \frac{H_b}{\sigma + \frac{1}{2}} = \frac{9,8}{0,65 + 0,5} = 8,5 \text{ m.}$$

Un altro modello di turbina veloce con  $n_s = 500$ , ma del tipo ordinario a molte pale sperimentato con altezza di aspirazione variabile dimostrò invece di avere un coefficiente  $\sigma = 0,214$ . Esso equivale ad una caduta massima senza aspirazione  $H = \frac{9,8}{0,214} = 45$  m circa, che per un'aspirazione di 5 m si riduce ad  $H = \frac{9,8 - 5,0}{0,214} = 22$  m.

Appare da questi esempi, a parità di altre condizioni, la grande importanza dell'altezza di aspirazione nel funzionamento della turbina e nella determinazione della massima caduta ammissibile. La curva americana che stabilisce la massima caduta in funzione della  $n_s$  presuppone quindi anche una massima altezza di aspirazione, in base alla quale si potrebbe calcolare il coefficiente  $\sigma$  e dedurne una serie di altre curve analoghe per le varie altezze di aspirazione.

Nella fig. 3 applicando alla curva americana l'aspirazione  $H_a = 6,50$  si è ottenuta una curva  $\sigma$  i cui valori, stando alle poche ed incerte esperienze disponibili, dovrebbero rappresentare limiti non difficili da raggiungere. Da questa sono ricavate le altre curve delle cadute massime riferite a varie  $H_a$  da 0 a 7 m. Queste curve valgono per ruote con pale normali e per le eliche con pale sviluppate in modo da formare dei canali misurabili. Come diremo meglio in seguito, le pale corte tipo Kaplan presentano una maggior facilità alla formazione del vuoto, ossia hanno un coefficiente  $\sigma$  relativamente maggiore, per cui devono essere usate con cadute od altezze di aspirazione ancora minori per evitare corrosioni ed instabilità di funzionamento.

Nelle turbine veloci e specialmente in quelle ad elica tipo Kaplan con pale molto ristrette e distanziate il rendimento della trasmissione dell'energia è strettamente legato al regolare percorso dei filetti lungo le pale stesse, per cui il distacco della corrente dalla superficie deviante è subito segnalato da una sensibile diminuzione di rendimento. E' quindi abbastanza facile in questo genere di turbine sperimentando su modelli con altezza d'aspirazione variabile, restando tutte le altre condizioni invariate, verificare con quale rapporto  $\sigma = \frac{H_b - H_a}{H}$

si inizia il funzionamento irregolare, che in questo caso avrebbe doppia importanza per la diminuzione di rendimento e per le corrosioni che ne possono derivare <sup>(15)</sup>. Nelle ruote meno veloci e con grande superficie di pala la trasmissione d'energia avviene per la maggior parte nel primo tratto del percorso in un ambiente in pressione <sup>(16)</sup>, mentre lo scarico in aspirazione ha una minore influenza, vale a dire un perturbamento nella corrente allo scarico dovuto al distacco della vena dalla pala non dà luogo ad una diminuzione di rendimento rimarcabile. Succede infatti che turbine con caratteristica normale, verificate sperimentalmente ottime per rendimento, siano soggette a rapide corrosioni mentre altre anche deficienti abbiano il pregio di una maggior resistenza. (Non si vuol con ciò dedurre che non sia possibile accoppiare l'uno e l'altro vantaggio).

<sup>(14)</sup> THOMA: Die experimentelle Forschung im Wasserkraftfach - Z. V. d. I., 1925, pag. 329.

<sup>(15)</sup> Un esempio di impianto sperimentale per lo studio del problema della formazione del vuoto nelle turbine veloci è riportato ne *L'Energia Elettrica*, 1926, pag. 525.

<sup>(16)</sup> Sono ormai dimenticate le turbine limiti corrispondenti ad una  $n_s = 40 \div 45$  che, usate per le alte cadute, causa la forte velocità dell'acqua e la piccola pressione all'ingresso della ruota davano luogo a rapide corrosioni lungo tutta la pala.

In queste condizioni una norma per la determinazione della massima caduta ammissibile non si può dedurre con sicurezza che dai risultati pratici. Citiamo per es. il caso di una turbina veloce con  $n_s = 354$  funzionante con  $H = 37$  m ed  $H_a = 5,2$  m, mentre la depressione utilizzabile era  $H_b = 9,6$  m, ossia con un valore  $\sigma = \frac{9,6 - 5,2}{37} = 0,12$  molto basso. Le

ruote con pale di lamiera di acciaio, ottime come rendimento verificato su modello nell'impianto sperimentale e sulle ruote stesse al collaudo, dopo un anno di funzionamento erano pressochè ridotte inservibili dalle corrosioni. Furono perciò studiate altre ruote con pale di superficie complessiva poco differente <sup>(17)</sup>, ma di forma più semplice (fig. 4) e queste,

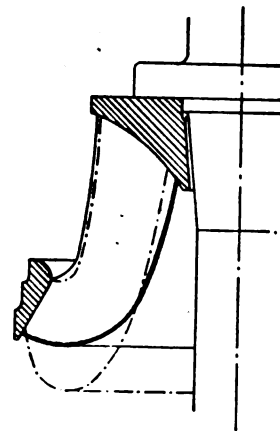


Fig. 4.

per quanto dalle tracce di corrosioni dimostrassero di funzionare al limite del campo di applicazione, ebbero una durata molto maggiore. Si può quindi ritenere che per queste ruote con  $n_s = 350$  circa sia  $\sigma = 0,12$  il valore minimo a stento raggiungibile. Successive esperienze su modello in laboratorio dimostrarono come sia opportuno ritenere come limite pratico un valore alquanto superiore ossia  $\sigma = 0,19$ , in base al quale e supponendo una  $H_a = 5$  m, la massima caduta utilizzabile sarebbe  $H = \frac{9,8 - 5,0}{0,19} = 25$  m. Questi valori concordano colle curve della fig. 3.

## 6. - Influenza della forma della pala e del suo sviluppo.

La caduta da cui dipende la velocità, e l'altezza d'aspirazione non sono che le cause determinanti delle corrosioni, mentre gli esempi citati dimostrano che la causa prima è da ricercarsi nella forma e nello sviluppo della pala stessa, ossia è questione prevalentemente costruttiva.

Il momento di rotazione che la ruota della turbina sviluppa viene esercitato dall'acqua sulle pale mediante una differenza di pressione sulle due facce. Questo concetto intuitivo in evidente contrasto con la vecchia teoria delle turbine, che riferendosi al filetto medio suppone uniformità di velocità e di pressione in una sezione normale del canale, sembra non fosse così chiaro anche pochi anni addietro quando il Pfarr costruì appositamente un ingegnoso apparecchio per dimostrare sperimentalmente la distribuzione delle pressioni nei canali di una ruota di turbina in funzione <sup>(18)</sup>. L'applicabilità del principio di Bernoulli non solo lungo un filetto ma anche in una sezione trasversale di un canale, che è il fondamento della teoria a due o tre dimensioni, fu molto discussa ma ora non è più messa in dubbio quando siano eliminate le cause di perturbamento. Si deduce quindi senz'altro, riferendosi al movimento relativo nel quale non si ha trasmissione di energia, che alla differenza di pressione sulle due facce di una pala corrisponde una differenza di velocità lungo le medesime in relazione alla deviazione che la corrente (relativa) subisce per effetto delle pale stesse.

La pressione non è distribuita uniformemente sulla pala, e sul dorso essa è di solito negativa per tutta l'estensione, come

<sup>(17)</sup> FEIFEL: Zur Frage der Anfressungen von Turbinenlaufrädern - Z. V. d. I., 1925, pag. 815. Le nuove ruote, che dimostrarono di avere una resistenza dieci volte superiore, avevano una eguale superficie complessiva di pale in proiezione circolare come le vecchie, ed anzi una superficie effettiva minore del 7 per cento.

<sup>(18)</sup> BÜCHI: Lo stato attuale della teoria applicata alle turbine idrauliche. - Politecnico, 1913.



nelle turbine veloci, o in parte, come nelle turbine normali, per cui esiste sempre una zona nella quale l'acqua ha tendenza di staccarsi dalla parete. Accanto alla resistenza d'attrito acquista importanza specialmente nell'e turbine veloci la così detta *resistenza di forma*, che si presenta appunto quando la forma della ruota è tale che la corrente non può aderire completamente al suo contorno ma dà luogo al distacco con formazione di vortici.

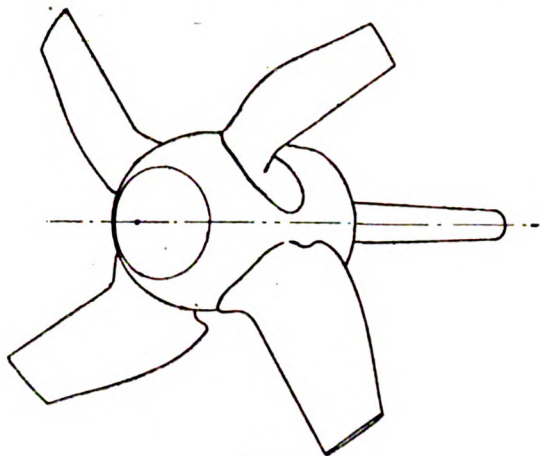


Fig. 5.

Col diminuire della superficie della pala aumenta il suo carico specifico, ossia la differenza di pressione fra le due facce. All'aumentata differenza di pressione corrisponde una maggior differenza di velocità sulle due facce, e come conseguenza una maggior tendenza della corrente di staccarsi dal dorso della pala stessa. Per una ragione analoga una pala non caricata uniformemente, per quanto di grande superficie, dà luogo a delle depressioni locali con distacco dell'acqua dalla parete e conseguenti corrosioni.

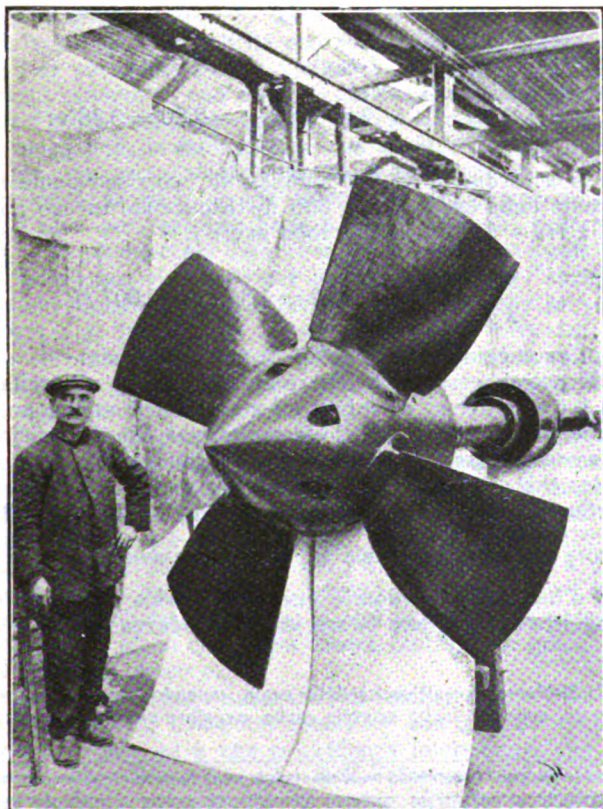


Fig. 5 bis.

Però le esperienze dimostrano che aumentando il carico di una turbina veloce, vale a dire il carico specifico delle pale, il massimo rendimento si ottiene con una resistenza di forma di parecchio superiore a quella di attrito. Di qui la tendenza di caricare molto le pale per ottenere alti rendimenti e la necessità d'altra parte di studiare la pala in modo di ridurre la resistenza di forma al minimo.

Il carico della pala aumenta naturalmente colla caduta e questa sarà perciò limitata dalla condizione che la pressione minima sotto la pala non raggiunga il limite della tensione del va-

pore provocando il distacco della corrente. Si deduce che quanto più alta è la caduta di funzionamento, a parità di condizioni di aspirazione, tanto più piccolo deve essere il carico specifico della pala, per cui la pala tipo Kaplan girevole (fig. 5) caratterizzata dalla sua piccola superficie <sup>(19)</sup>, e quella americana (figura 6) si prestano bene solo per cadute limitate. Invece le turbine ad elica a pale sviluppate, necessariamente fisse (fig. 7),

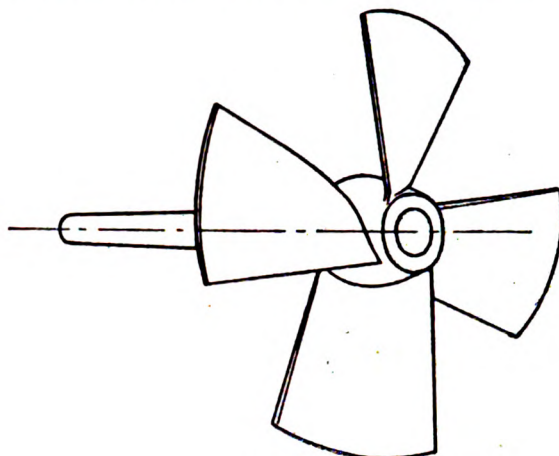


Fig. 6.

hanno un maggior campo di applicazione per quanto riguarda la caduta, sebbene debbano limitarsi ad una minore caratteristica  $n_s$  per ragioni di rendimento.

Nelle turbine con caratteristica  $n_s \geq 400$ , e più precisamente in quelle in cui la deviazione di  $90^\circ$  della corrente dal distributore allo scarico avviene per lo meno in parte nella ruota stessa, la pala assume una forma più complicata con curvature più accentuate, per cui nei riguardi delle corrosioni più che il carico specifico medio acquista importanza la forma, e l'esempio citato (fig. 4) lo mette in evidenza.

Concludiamo che parecchie sono le circostanze che concorrono ad influire sulla resistenza della ruota alle corrosioni, fra le quali la caduta ha un'importanza molto relativa, mentre

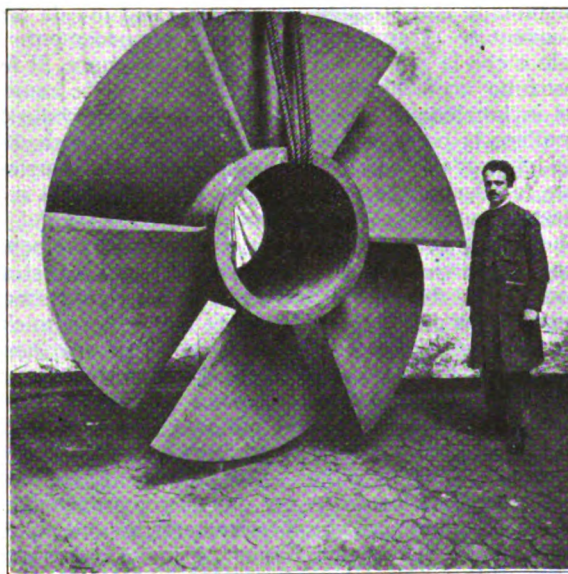


Fig. 7.

ne ha una preponderante l'altezza d'aspirazione. A parità di queste condizioni l'influenza sulle corrosioni va ricercata nella depressione dinamica sulla pala, la quale ha una relazione alquanto indiretta colla caratteristica  $n_s$  della turbina, poichè essa dipende dal carico specifico e sopra tutto dalla forma della pala. Il coefficiente  $\sigma$  sopra accennato, in base al quale si calcola la massima caduta  $H$  e la massima altezza d'aspirazione  $H_a$  ammissibile per una data turbina, rappresenta appunto la depres-

(19) La piccola superficie della pala Kaplan costituisce una delle sue caratteristiche, in quanto che lo sviluppo del profilo della pala è minore del passo e fra due pale successive non si forma più un canale misurabile come nelle turbine comuni. Nella stessa Kaplan lo sviluppo della pala può variare in relazione alla velocità da raggiungere, come risulta dal confronto delle fig. 5 e 5 bis.



sione dinamica della pala riferita all'unità di caduta che deve essere equilibrata dalla pressione barometrica, e potrebbe chiamarsi *coefficiente di aspirazione dinamica*.

## 7. - Instabilità di funzionamento e fenomeno di affaticamento.

Le cause che determinano le corrosioni delle pale possono essere le stesse che danno luogo all'instabilità di funzionamento della turbina; infatti la tendenza della vena di staccarsi dalla parete è indice di un movimento instabile della corrente, i cui effetti si ripercuotono sul rendimento e sulla potenza sviluppata. Così pure la formazione intermittente di vuoti al centro della colonna aspirante <sup>(20)</sup> si manifesta come diminuzione di rendimento e può talvolta assumere tale importanza da provocare l'improvvisa rottura della colonna stessa. Unico rimedio contro questo inconveniente è la riduzione dell'altezza d'aspirazione in modo da evitare che in qualsiasi punto della corrente si formi il vuoto, o più precisamente la pressione scenda a quella del vapore alla temperatura dell'acqua.

Occorre distinguere il fenomeno accennato, dovuto alla formazione del vuoto, da quello così detto di affaticamento della turbina. E' questo un fenomeno di tutt'altra natura, le cui cause sono affatto materiali sebbene non facili da scoprire e anche meno da eliminare.

In qualche impianto fu notato che la turbina (in camera libera) senza motivo apparente andava gradatamente perdendo di potenza in modo più o meno accentuato secondo le epoche, e che specialmente dannosa era l'acqua torbida. La stranezza del fenomeno stava però nel fatto che fermata la turbina e rimessa in marcia essa riprendeva completamente la potenza dopo un arresto prolungato, mentre il miglioramento era parziale se la fermata era stata più breve. Questo speciale comportamento deponeva contro l'ipotesi che la causa fosse da ricercarsi in fenomeni di vortici o di distacco nel tubo aspirante poichè su questi non dovrebbe influire la durata dell'arresto. Vuotata la camera nel modo solito a distributore aperto la turbina appariva pulita, per cui cadeva l'altra ovvia ipotesi che la causa si dovesse attribuire ad ostruzione delle luci per effetto di corpi estranei. Si cercò tuttavia di agire con astuzia contro l'incognita influenza lasciando vuotare la camera della turbina lentamente attraverso le sole fughe del distributore chiuso. Si riscontrò allora finalmente che la ruota era in parte ostruita da erbe e radici filamentose (gramigna) accavallate e tenacemente aderenti alle pale e che la griglia non era valsa a trattenere. Il fenomeno fu riprodotto artificialmente buttando erba nella camera della turbina in funzione e si arrivò così in breve intervallo di tempo ad annullare la potenza totale di parecchie centinaia di cavalli.

E' chiaro che quest'erba, che l'acqua in funzionamento normale fa aderire alle pale percorse con la velocità relativa, è facilmente scacciata a ruota ferma dalla corrente del distributore che arriva sotto l'angolo e con maggior velocità. Quest'azione è più violenta a tubo aspirante vuoto e così si spiega l'influenza della durata dell'arresto, che mise sulle tracce della misteriosa causa dell'inconveniente. Si notò in seguito che anche il prolungamento della fermata non era necessario per ricuperare la potenza bastando riaprire il distributore rapidamente.

Il caso ora accennato si riferisce ad una turbina Francis veloce con 12 pale ed il rimedio più semplice sembra sia quello di diminuire il loro numero offrendo una minor quantità di punti di appoggio alle erbe e simili corpi estranei. La ruota ad elica con 4 o 6 pale si troverebbe per questo riguardo nelle migliori condizioni. Notiamo però che il funzionamento delle eliche, specialmente quella veloce tipo Kaplan, è molto delicato e che le condizioni di instabilità possono essere molto aggravate da semplici filamenti che vengano ad accavallarsi alle pale. Quindi mentre nelle Francis i corpi estranei agiscono in danno della potenza direttamente ostruendo le luci di passaggio, nelle eliche possono influire indirettamente con non minore efficacia, date le condizioni di funzionamento basate sopra tutto sulla perfetta regolarità del deflusso.

## 8. - Perdita di aspirazione nelle alte cadute.

Passando nel campo delle alte cadute la caratteristica  $n_s$  della turbina, per le ragioni di limiti di velocità e di potenza già accennati, va diminuendo e le pale delle Francis, che almeno allo stato attuale della tecnica hanno per le  $n_s$  medie da 400 a 200 una forma ancora relativamente complicata, diventano più semplici e piane quindi meno soggette a corrosioni. Si

può arrivare ai 100 m di caduta con ruote di ghisa di lunga durata, ma oltre questo limite per ragioni di resistenza meccanica le ruote si fanno di bronzo per cui anche il pericolo delle corrosioni per ossidazione risulta senz'altro eliminato.

Basandosi su questa considerazione i progettisti, per evidenti ragioni di comodità di impianto, sono condotti a stabilire una grande altezza di aspirazione, tanto maggiore quanto più alta è la caduta. I costruttori dal canto loro calcolando che un'eventuale perdita di aspirazione è trascurabile agli effetti delle solite garanzie in confronto alla caduta, non hanno motivo di opporsi a questa tendenza ed in pratica eliminano facilmente i rumori e le vibrazioni dipendenti da una eccessiva aspirazione introducendo aria nel tubo aspirante oppure, prevedendo l'inconveniente fin dalla costruzione, eseguono il tubo aspirante senz'altro cilindrico sopprimendo l'effetto di diffusore, la cui azione dovrebbe altrimenti essere annullata mediante l'introduzione d'aria.

Ma ai nostri giorni, quando perfezionando tutti i dettagli si può arrivare a rendimenti superiori al 90 %, e quando potenze di 20 e 30.000 HP su una sola turbina tendono a generalizzarsi, non è più lecito perdere per difetto di impianto l'1 o 2 % di rendimento, ossia anche per le turbine Francis ad alta caduta l'altezza di aspirazione ha un limite che è opportuno prendere in seria considerazione.

Facciamo un esempio riferendoci ai dati costruttivi che verranno esposti in seguito. Una turbina con  $n_s = 110$  avrebbe una velocità all'imbocco del tubo aspirante  $c_1 = 0,18 \sqrt{2gH}$ , ossia  $c_1 = 11$  m per una caduta  $H = 200$  m <sup>(21)</sup>. Supposto che sia richiesta un'altezza d'aspirazione statica  $H_a = 7,00$  m, mentre la colonna barometrica nella località dell'impianto è  $H_b = 9,80$  m, trascurando completamente il coefficiente  $\sigma$  che dovrebbe tener conto delle altre cause di depressione nella ruota stessa e del rendimento del diffusore, si avrebbe disponibile per l'aspirazione dinamica del diffusore:

$$H_b - H_a = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} = 2,80 \text{ m,}$$

ossia sarebbe:

$$\frac{c_2^2}{2g} = \frac{c_1^2}{2g} - 2,80 = \frac{11^2}{2g} - 2,80 = 3,38 \text{ m}$$

la minima perdita di scarico ammissibile, corrispondente all'1,7 per cento della caduta  $H = 200$  m. Riducendo invece l'aspirazione a  $H_a = 5,00$  m si potrebbe avere:

$$\frac{c_2^2}{2g} = \frac{11^2}{2g} - 4,80 = 1,38 \text{ m} = 0,007 H$$

con un vantaggio effettivo dell'1 % sul rendimento.

Si potrebbe subito obiettare che la velocità all'uscita della ruota è troppo forte, ed infatti gli americani si attengono a velocità alquanto inferiori dando la preferenza alla disposizione ad asse verticale. Da noi invece è più diffusa la disposizione orizzontale, che mediante l'equilibratura automatica (fig. 68) rende superfluo il supporto per la spinta assiale. L'efficacia dell'equilibratura automatica dipende appunto dal rapporto  $\frac{D_1}{D_3}$  tra il diametro d'ingresso alla ruota e quello di scarico, ragione per cui la tendenza è di limitare lo scarico in grandezza.

(Continua).

<sup>(21)</sup> Notiamo che all'uscita della ruota, tenendo conto dello spessore delle pale, questa velocità sarebbe anche maggiore circa del 15 per cento.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo o l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentata da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

<sup>(20)</sup> Vedi § 14.



## □ LA RESILIENZA NELLE COSTRUZIONI ELETTRICHE □ □ □ □ □ □

G. FINZI

I dielettrici, i quali per necessità formano parte integrale nelle nostre costruzioni, non sono in generale per le loro qualità meccaniche, materiali i più degni di fiducia. Assai meno dei metalli e specialmente di quei metalli che la tecnica ha insegnato ad utilizzare.

Però agli albori della elettrotecnica anche i circuiti elettrici e magnetici si realizzarono con materiali inferiori: occorre un lungo periodo di ricerche per arrivare al rame puro ed agli acciai che adoperiamo attualmente. Una ricerca analoga è in progresso per gli isolanti; nè sarà questa meno feconda di risultati di quelle che p. es. fece iniziare T. Edison nel 1881 col dirigere la metallurgia americana alla produzione di rame di conduttività elevata e costante. Parimenti occorsero ricerche magnetiche a migliaia per dotare la nostra tecnica di lamiere a grande permeabilità, e con un *minimum* di perdite nei cicli di magnetizzazione.

Lasciando per ora da una parte l'esame degli isolanti nelle loro molteplici qualità puramente elettriche, notiamo che sul principio l'uso della carta, dei tessuti e di quelle vernici che si assumevano da ben diversi usi, sembrava poco promettere dal lato meccanico. Ma dopo un mezzo secolo di costruzioni possiamo richiedere assai di più e sappiamo sottoporre anche questi materiali a svariati controlli.

E' notevole che le prove classiche più antiche non sono quelle che interessano in questo campo; a preferenza delle prove di tenacità, limiti di elasticità, ecc., l'uso metodico dei dielettrici esige una conoscenza adeguata di altri parametri che la tecnica dei metalli ha insegnato a ricercare come coefficienti di primaria importanza.

Di regola, i dielettrici non sono adoperati in tale maniera che essi pericolino per la vicinanza ai limiti elastici: il loro impiego economico non esige di dimensionarli così avaramente. D'altra parte essi sono materie meccanicamente deboli, spesso non omogenee; la fabbricazione non esclude pericoli di tensioni interne: insomma sforzi concentrati nello spazio o nel tempo sono spesso la causa di una deformazione e di una rottura: un pezzo fatto per resistere bene a sforzi notevoli, cederà ad un urto, o verrà intaccato da una energica pressione locale.

In ciò non vi è nulla che possa sorprenderci: anche le costruzioni metalliche hanno dovuto introdurre delle prove di *resilienza* e di *durezza* che a molti sembrarono meno scientifiche delle altre classiche, ma che invece sono quasi le sole a darci in tempo un prezioso avviso sulla resistenza del materiale che stiamo adoperando.

Non mi occupo questa volta della durezza (per la quale molti dielettrici non distano gran che dai metalli) sebbene anche questa qualità precipua formi oggetto di prove e di discussioni: nè si può dire che gli apparecchi costosi di cui disponiamo non facciano desiderare un progresso. Appunto in una discussione sulla resilienza degli isolanti, M. Whittemore ebbe a dire « è grandemente a desiderarsi di tener basso il costo dell'equipaggiamento destinato alle prove, e ogni volta che sia possibile, di disegnarlo in modo che possa essere costruito in qualunque laboratorio meccanico ».

Fortunatamente i misuratori di resilienza non sono ordigni così complessi da non poter essere — con qualche cura — costruiti ovunque, ed è una coincidenza interessante che da una parte la Ohio Brass Co. ed i Bell Telephone Laboratories abbiano dedicato assai studio in queste ricerche e d'altra parte una Ditta italiana, la Soc. Monti e Martini di Milano, eseguisca metodicamente le prove di resilienza degli isolanti con una macchina di propria costruzione.

I coefficienti di resilienza variano per gli isolanti attuali artificialmente fabbricati da 2 a 15 cm. kg. per cm<sup>2</sup> (marmo e ardesia intorno a 5; metalli migliori da 400 a 2000 e più).

Queste cifre mostrano subito la convenienza di adottare proporzioni speciali negli apparecchi destinati alla prova degli isolanti. Si può ritenere noto il metodo in generale che consiste nel misurare, dopo un urto, l'energia residua nel pendolo urtante; ma le prove non consentirebbero la voluta precisione, se l'apparecchio non fosse previsto con perdite meccaniche minime. (Il rendimento di questi pendoli Charpy fu trovato sia nelle

prove ai Bell Telephone Laboratories, sia per la macchina costruita dalla Società Monti e Martini, arrivare al 98 %).

Specialmente s'impone l'uso di supporti a sfere sui perni del pendolo, ed un accurato disegno di quest'ultimo al doppio scopo di non comunicare energia all'incastellatura in vibrazioni, e ridurre al minimo l'energia assorbita per la resistenza dell'aria.

Interessa citare alcune conclusioni della memoria « Prove di resilienza sopra isolanti » presentata dal Sig. Werring alla « Amer. Society for Testing Materials ».

« Per gli isolanti le prove comparative forniscono in pratica tutte le informazioni che sono richieste: le macchine tipo Izod (ad appoggio semplice del provino) e tipo Charpy (ad appoggio bilaterale) sembrano egualmente adatte purchè di costruzione rigida. Le prove di resilienza degli isolanti svelano proprietà non indicate dalle solite prove statiche. I coefficienti si trovano indipendenti entro larghi limiti dal valore della massa urtante. Invece è desiderabile adottare un valore costante e piuttosto alto, della velocità di urto. (La macchina realizzata dalla Ditta Monti e Martini (fig. 1) consente una velocità massima di 4,3 m/s).

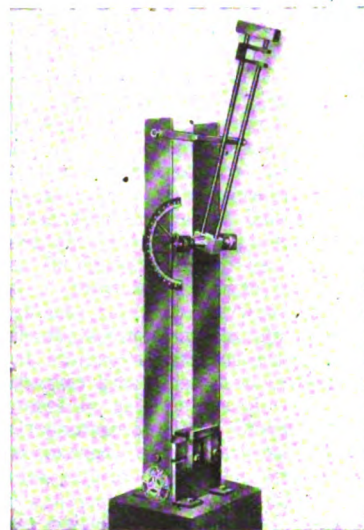


Fig. 1.

Quest'ultimo punto è interessante: infatti si potrebbe criticare la prova di resilienza nel suo significato generale se fornisse valori troppo diversi, mutando la massa e la velocità. Per la massa si è trovato — e le esperienze italiane confermano — che i coefficienti sono indipendenti da essa. Invece nei limiti sperimentali, si trovano resilienze maggiori con velocità maggiori. Non sarebbe intelligente scartare una prova così ricca d'insegnamenti per questa sola obiezione: in pratica è giusto e sarà facile uniformare, per materiali di classi analoghe il valore assoluto della velocità (anche per i metalli si praticano velocità di 4 a 5,5 m/s). Nè dal lato teorico la cosa può meravigliare: noi abbiamo trovato, come il Sig. Werring, resilienze minori (— 20 %) per velocità assai minori (— 40 %).

Ma se si ammette con giustezza che i frammenti del provino ricevano energia viva (porzione che l'indicatore della macchina non può registrare) questa energia, se si volesse tenerne conto, giustificerebbe bene le resilienze maggiori trovate con velocità maggiori.

Sono recentissimi gli importanti studi del Dott. P. Forcella nell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato: nelle sue conclusioni egli dichiara che « la prova di fragilità su barretta intagliata è molto sensibile di fronte a difetti di composizione e di trattamento meccanico e termico, mentre la prova di trazione spesso tace al cospetto di essi, e che gli industriali sotto la spinta della determinazione della resilienza, sono riusciti a sorpassare, quasi a raddoppiare le resilienze prescritte, (arrivando col rame a 1500 kg. cm. per cm<sup>2</sup>, cogli acciai fusi dolci alla resilienza media di 1000), fabbricando prodotti, non solo capaci di resistere agli sforzi statici a cui sono destinati, ma capaci di sopportare gli inevitabili sforzi dinamici.

Conclusioni simili si trarranno, crediamo, da quei costruttori che sottoporranno a metodiche prove di resilienza i loro isolanti.

**Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.**



## :: Sunti e Sommari ::

### CONDUTTURE.

**F. O. ANDEREGG e R. V. ACHATZ — La autocorrosione dei cavi sotto piombo. Studio sperimentale della corrosione coi metodi chimici, elettrochimici e metallografici.** (Telegrafi e Telefoni, 1926, pag. 170).

I vantaggi notevoli che si ottengono con la costruzione in sotterranei sia di condutture telefoniche sia di quelle ad alta tensione, e il bisogno di diminuire il costo notevole dell'impianto di una rete in cavo, hanno condotto alla installazione di cavi posati semplicemente a terra con o senza protezione meccanica; in questi ultimi anni a Lapel (Indiana, U. S. A.) sono state posate in questo modo parecchie miglia di cavo.

Si verificarono allora deterioramenti della guaina dei cavi anche là dove non c'era trazione elettrica nè altre sorgenti note di correnti vaganti. Si sospettò quindi si verificasse un'autocorrosione del tubo di piombo.

Lo scopo del seguente studio, fatto dagli autori in unione alla Scuola degli Ingegneri Chimici ed Elettrotecnici (Indiana), e con l'aiuto di Laboratori chimici, riguarda quindi il tipo di corrosione di cavi armati designato nel rapporto del Comitato americano per l'Elettrolisi sotto il nome di « autocorrosione ».

« Autocorrosione » è il termine adottato quando un tubo di piombo o altro metallo impuro o eterogeneo, sotterrato nel suolo, viene corroso per effetto di elettrolisi da azione locale.

Lo studio del fenomeno fu fatto in parte in sede ai cavi stessi e in parte in laboratorio su campioni presi sul posto dove era avvenuta la corrosione, o su campioni preparati in laboratorio per confronto.

L'analisi locale fu fatta sia su campioni di terreno alla superficie e in contatto col cavo, sia sul cavo stesso. Si fecero inoltre misure di potenziale fra il cavo e la terra e fra il cavo ed altre sostanze metalliche nel terreno, per determinare se vi fossero correnti vaganti.

Queste misure, ottenute mediante voltometri ad alta resistenza, e anche col metodo potenziometrico, dettero potenziali abbastanza prossimi a quelli ottenuti col calcolo diretto della f. e. m., ciò che dimostrò l'assenza di correnti vaganti.

In quanto riguarda la natura delle guaine tre sono i tipi usualmente adottati. Uno è quello a guaina di piombo commercialmente puro; un'altro a guaina di piombo contenente dall'uno al tre per cento di stagno; la terza, piombo con antimonio in quantità superiore all'uno per cento. L'analisi delle guaine ha dimostrato che le guaine di lega sono più robuste e meno soggette alla così detta « cristallizzazione » o allo spaccamento per effetto di vibrazioni meccaniche, e che le guaine di lega piombo-stagno sono le meno soggette alla corrosione.

La ragione poi del diverso comportamento di porzioni diverse di uno stesso tipo di guaina è da ricercare nella sua fabbricazione: la copertura di piombo si ottiene colando il metallo fuso intorno all'anima del cavo, costituita da conduttori isolati. Possono quindi essere causa di variazioni nella struttura granulare del metallo, le variazioni di temperatura, le variazioni della pressione, il tempo impiegato per il raffreddamento del metallo stesso, infine il fatto che una parte della precedente carica rimane nella pressa quando ne sopraggiunge una nuova. Tali variazioni sono la causa per cui nelle diverse sezioni del cavo, la guaina ha proprietà fisiche differenti, dal che risulta la diversa suscettibilità ai fenomeni di corrosione nelle varie sezioni del cavo.

L'esame chimico del terreno ha portato poi alle conclusioni seguenti. Sembra esserci una proporzionalità diretta fra la presenza di sostanze organiche e la corrosione del piombo. Il legno quindi, che a contatto col terreno si deteriora dando luogo a formazione di acidi organici, è da evitarsi quale protezione per i cavi. La corrosione è minore dove si abbia un buon drenaggio. Anche le sostanze calcaree quando sono in eccesso hanno probabilmente influenza sulla corrosione del piombo. Il carbonato di calcio aumenta in generale l'attività dei batteri, e ciò promuove la fermentazione delle sostanze organiche dando acido acetico ed altri acidi simili. La corrosione studiata sull'80 per cento dei cavi corrosi ha dimostrato in tutti la presenza di acido acetico. Le sostanze calcaree inoltre promuovono nel terreno la formazione di nitriti e di nitrati di ammonio che hanno probabilmente influenza sulla corrosione per le loro proprietà ossidanti. Il carbonato di calcio, esso stesso, trattenendo l'umidità sul metallo, ha un'azione corrosiva sul piombo, quindi il suo uso come protezione dei cavi contro l'azione degli acidi organici ha un valore dubbio.

Le esperienze in laboratorio sull'autocorrosione vennero eseguite alla temperatura ambiente, alla temperatura di una incubatrice, a quella prodotta da una soluzione acquosa acida o alcalina sui cavi; furono fatti poi studi sulla f. e. m. di cavi corrosi e studi metallografici.

I diversi studi furono fatti su campioni di cavi della Western Electric Company, e precisamente su tre tipi, di piombo commercial-

mente puro, contenente tracce di rame, arsenico e ferro; di piombo commercialmente puro unito all'uno per cento circa di antimonio; di piombo puro unito al tre per cento di stagno.

Le esperienze alla temperatura ambiente furono condotte mettendo i campioni di piombo in contatto con cinque serie di diversi tipi di terreno, dentro 100 recipienti. Oltre i tre campioni suddetti in ogni recipiente furono aggiunti tre tipi di leghe ottenute fondendo insieme piombo puro e piombo-antimonio, piombo puro e piombo-stagno, piombo-stagno e piombo-antimonio, in modo da far risaltare ogni azione galvanica locale causata dalle diverse f. e. m. fra le due specie di piombo. I recipienti, inaffiati una volta la settimana, rimasero in laboratorio a una temperatura media di 21° C dal gennaio al novembre 1923.

In nessuno dei trecento campioni sotterrati fu osservata una differenza di potenziale. In tutti i casi la corrosione in ciascuna metà delle coppie era identica a quella di un campione della stessa specie isolato.

Le conclusioni che si possono trarre da quello studio, che non è però del tutto conclusivo, sono: la lega piombo-stagno è quella che meglio resiste agli effetti della corrosione; quella che resiste meno è invece la lega piombo-antimonio. La corrosione aumenta con la quantità di materia organica presente; l'aggiunta di calce, nelle proporzioni del 0,13 per cento mentre su alcuni terreni non ha effetto apprezzabile, in altri aiuta la formazione di uno strato di piombo rosso protettivo, mentre in terreni contenenti silice ha un effetto grandissimo nel provocare la corrosione del piombo; l'acetato di calcio provoca grandemente la corrosione del piombo-antimonio e del piombo puro; così pure il cloruro di sodio.

Più conclusive furono le prove di corrosione alla temperatura di una incubatrice, metodo che è migliore e più rapido. I campioni di metallo in contatto con vari terreni, sali, sostanze organiche, ecc., insieme con poche gocce d'acqua in un recipiente di quattro oncie vengono chiusi e collocati in una incubatrice batteriologica a 37° C per una settimana. Il recipiente, chiuso, era pieno di terra solo per un terzo.

I fenomeni di corrosione che si ottennero furono molto più notevoli dei precedenti. Oltre ad avere in essi una conferma delle conclusioni precedenti, si è potuto constatare che anche poche gocce di umidità producono una grande corrosione. Se il piombo è asciutto si forma invece uno strato protettore di ossido. Se invece il piombo è completamente immerso nell'acqua l'azione è più lenta, data la minor quantità di ossigeno che può raggiungere la superficie del piombo.

L'ossido idrato di ferro aiuta leggermente la corrosione. Aumentano la corrosione i cristalli quali la calcite, il gesso, il solfito acido di sodio e specialmente il cloruro di sodio; così pure gli acidi formico, acetico, propionico, lattico e oleico, che agiscono più degli acidi organici solidi quali l'acido ossalico, succinico, benzoico, ecc.

Nelle prove di corrosione del piombo nelle soluzioni acide o alcaline, e precisamente nelle soluzioni acquose di acido nitrico, di acido acetico, di idrato di sodio e di idrato di bario, la superficie del piombo era completamente immersa nell'acqua. In assenza di ossigeno alcuni ioni di idrogeno presenti nell'acqua, vengono rimossi dagli ioni metallici. L'idrogeno non si libera completamente, ma aderisce alla superficie metallica, formando uno strato di protezione. Questo strato si elimina man mano, in modo che una maggior quantità di piombo passa nella soluzione. Questo passaggio di idrogeno nella soluzione può essere determinato da varie cause.

1) Nelle soluzioni molto diluite, l'idrogeno si scioglie molto lentamente nell'acqua dando luogo al fenomeno della diffusione, permettendo a nuovo piombo di passare in soluzione. Se è presente ossigeno, il grado di corrosione del piombo uguaglia il rapporto secondo il quale l'ossigeno raggiunge la superficie del piombo.

2) Nelle soluzioni fortemente acide o alcaline il potere dissolvante aumenta; lo strato di idrogeno è senza dubbio più pesante, l'ossigeno agisce come precedentemente.

3) Nelle soluzioni di acido nitrico, l'azione ossidante di questo è quella che rimuove lo strato di idrogeno ossidandolo. Si forma del nitrito di piombo giallo che può dar luogo alla formazione di cristalli fissi di nitrito basico di piombo.

4) L'azione solvente è più grande per l'idrato di bario che per l'idrato di sodio.

5) Il piombo chimicamente puro, quello commercialmente puro, il piombo-stagno e il piombo-antimonio sono attaccati quasi egualmente dalle soluzioni di acido nitrico e di idrato di bario. Invece il piombo-stagno dimostra una maggior resistenza ad essere attaccato dall'acido acetico ma è più facilmente attaccato dall'idrato di sodio. Gli altri campioni dimostrano un comportamento quasi eguale per le due soluzioni.

Un altro metodo per misurare il grado di corrosione, ossia la solubilità di un metallo in un liquido, è quello di determinare la f. e. m. fra il metallo e il solvente. Tale f. e. m. è proporzionale al logaritmo del grado di solubilità del metallo nella soluzione.

Gli elettrodi dell'elemento elettrolitico erano costituiti l'uno dal campione e l'altro da calomelano. Avendo l'elettrodo di calomelano un potenziale costante, ogni variazione che si osservi nella f. e. m. con una data soluzione, è causata dai diversi gradi di corrosione del piombo.

Per le misure fu trovato conveniente l'uso di un galvanometro a sospensione avente la sensibilità di un millivolt per grado e fu trovata una deviazione media di 10 millivolt nei terreni carboniferi, di

22 in quelli argillosi. Si è constatato così che col continuo contatto col suolo la superficie del piombo cominciava ad annerirsi e nello stesso tempo la f. e. m. diminuiva. Il piombo tendeva a rivestirsi di uno strato di protezione di carbonati, fosfati o silicati basici. Interessante è la corrosione dovuta alla soluzione di Heller (100 g. di acqua, 400 g. di acetato di piombo, e 100 cc. di acido nitrico), con la quale nel piombo-stagno fu trovato un aumento della f. e. m. e nel piombo puro e nel piombo-antimonio una diminuzione della f. e. m., oltre a ciò si ha la formazione di una sostanza bianca, che è considerata come una modificazione allotropica del piombo.

Lo studio metallografico poi ha aggiunto le seguenti conclusioni: che il piombo puro richiede un reagente leggermente più forte del piombo-antimonio, mentre il piombo-stagno richiede un contatto prolungato con reagente molto corrosivo. Lo stagno è più resistente alla corrosione che non l'antimonio, perchè più facilmente si unisce con le sostanze solide e perchè si combina più facilmente col piombo. Il piombo puro mostra una struttura lamellare. La regolarità della laminazione diminuisce con l'aggiunta di metallo eterogeneo. Le traccie di rame presenti nel piombo commercialmente puro, usato nelle guaine dei cavi, prenderebbero parte alla corrosione.

Dobbiamo quindi concludere che il cavo sotto-piombo posato in qualunque terreno è sempre soggetto a corrosione, e deve riguardarsi come un tipo di costruzione a vita limitata; questa durata sarebbe di circa dieci anni.

Ora fra i tipi di protezione che sono stati suggeriti o impiegati e di cui alcuni di risultato discutibile, vi sono: strato di sabbia, tavole di legno, avvolgimento di carta, carbonato di calcio triturato, calcestruzzo, ecc. Recentemente è stato trovato un composto che ha l'apparenza di asfalto e ha la proprietà di aderire molto bene al cavo. La sua esatta composizione non è ben nota.

E' provato poi che lo strato di carbonio, silicato o fosfato che si forma sui tubi d'acqua li preserva da corrosione. Non si conosce finora nessun metodo però per applicare uno strato di protezione di questo tipo sui cavi telefonici.

E. G.

## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

### DUDDING e WINCH — Lampade elettriche. Loro caratteristiche e metodi di prova. Relazioni fra temperatura, lunghezza e diametro del filamento. (The El., 10 dicembre 1926, Vol. XCVII, pag. 670).

La memoria prende in esame le cause delle variazioni di rendimento di lampade di eguale potenza nominale, allo scopo di avere una idea più precisa della importanza delle irregolarità di fabbricazione, che rendono necessarie le tolleranze ora ammesse nei collaudi.

**Filamenti di tungsteno.** — Da misure fatte su parecchie centinaia di lampade simili, considerando la temperatura del filamento deducibile dal consumo specifico (watt per candela media sferica), si ricava che la durata delle lampade a vuoto varia approssimativamente colla sesta od ottava potenza dei « watt per candela » e quella delle lampade a riempimento gassoso colla sesta o settima potenza dei « watt per candela »; che la stessa durata è proporzionale al diametro del filamento.

Generalmente si cerca di ottenere per ogni tipo di lampada, una durata media di accensione di 1000 ore. Fissato il corrispondente consumo specifico e la tensione di lavoro, resta allora completamente fissato il diametro del filo. Non è possibile, anche in conseguenza dell'inevitabile logoramento del diamante delle trafilé, fabbricare filamenti aventi sempre esattamente il diametro cercato.

Ammesso che per una lampada di 40 W. nel vuoto, si richieda il diametro di 0,25 mm, una variazione dell'1 % nel diametro importerebbe una variazione assoluta di appena 0,00025 mm. Non è da meravigliarsi quindi che i costruttori chiedano una tolleranza di almeno il 4 %. Le prescrizioni della British Engineering Standard Specification ammettono tolleranze di  $\pm 6\%$  nel consumo specifico,  $\pm 10\%$  nei volt e  $\pm 12\frac{1}{2}\%$  nella intensità. Le fluttuazioni usuali del 4 % nel voltaggio, spesso superate, danno già da sole delle variazioni del 10 % nei W/C.

Se il voltaggio delle distribuzioni fosse più regolare il fabbricante potrebbe proporzionare meglio le lampade alla potenzialità voluta. Analoghe considerazioni possono farsi per le lampade a riempimento gassoso. Lo studio però è più complicato a causa delle forme ad elica del filamento; le caratteristiche delle lampade dipendono anche dal diametro e passo dell'elica. Le tolleranze ammesse dalle prescrizioni della British Engineering Standard Specification sono maggiori in relazione alle maggiori difficoltà di controllare diametro e lunghezza del filo ad elica. Durante l'avvolgimento il diametro del filo si riduce dal 6 al 10 %. Una variazione del  $\pm 6\%$  nell'efficienza corrisponde ad appena un  $\pm 2\frac{1}{2}\%$  di variazione del voltaggio di lavoro.

Importanti prove di durata furono compiute nei laboratori della esposizione di Wembley. In quello della G. E. C., i primari dei trasformatori che alimentavano le serie di lampade in prova erano alimentati a loro volta da due gruppi di motori generatori da 50 kVA, 415 V. I campi di questi gruppi erano controllati da un regolatore Tirril che manteneva il voltaggio costante a meno di  $\pm 1\frac{1}{4}\%$ . Vi erano anche due macchine a corrente continua, 150 V, della potenza

ognuna di 2 1/4 kW, che alimentavano un sistema a tre fili per la prova con corrente continua. Gli scaffali per le prove di durata erano divisi in scomparti alimentati ognuno da un trasformatore da 10 kVA. L'impianto permetteva di poter collegare fra 0 V e 332 V, e gradatamente di 2 V in 2 V, serie di 10 lampade. Per tutti i tipi di lampade per abitazione, in prova si poteva mantenere costante il voltaggio a meno di  $\pm 1\frac{1}{2}\%$  del voltaggio fissato. A mezzo di adatte resistenze, con la stessa precisione si potevano provare lampade da treni, tram, ecc., che funzionano fra 10 e 50 volt.

Per fanali di carri a motore, che hanno bassi voltaggi e correnti di grande intensità si usarono trasformatori a basso potenziale, con gli avvolgimenti dei secondari collegati alle barre omnibus dei porta lampade. Il voltaggio poteva essere controllato nei limiti di 0,02 V. I risultati erano riportati in diagrammi che rappresentavano graficamente la reale efficienza del gruppo di lampade. Nelle prove di durata si misuravano periodicamente il candelaggio e il consumo mantenendo le lampade in funzione all'efficienza stabilita.

**Discussione.** — Paterson osserva che la lampada elettrica è un giudice molto severo di tutti gli strumenti di misura e che è facile equivocare nel giudicare i risultati delle prove. Se col variare dell'1 % del voltaggio la durata della lampada variesse realmente del 15 %, col variare del  $\pm 4\%$  (tolleranze ammesse), dovrebbe addirittura duplicarsi o dimezzarsi la durata. Egli spera che tale tolleranza non venga aumentata; col  $\pm 6\%$  di differenza fra la tensione di lavoro e quella più opportuna per il funzionamento della lampada si giungerebbe a differenze di durata eccessive.

F. P. Sexton, che si dice pioniere nelle prove sulle lampade, crede che oggidi una gran parte delle lampade di provenienza estera non corrisponda alle prescrizioni inglesi.

Foyster concorda col Dott. Paterson nel ritenere che il limite del 4 % di tolleranza nel voltaggio non dovrebbe essere superato.

W. B. Clarke osserva che i diagrammi e le prove di durata vanno bene per far mantenere ai fabbricanti le qualità dei loro prodotti entro limiti, ma chiede che vantaggio effettivo ne risulti per il cliente se i fornitori di energia possono poi variare il voltaggio del  $\pm 4\%$ .

R. P. Wilson ritiene, per sue esperienze personali, che il punto di vista degli autori della memoria sia troppo pessimista. Se il limite del 4 % attuale nelle fluttuazioni ammesse delle tensioni di distribuzioni fosse ridotto, troppo gravi sarebbero le conseguenze finanziarie per i fornitori di energia.

Dudding non è d'accordo col Sig. Wilson. Se diminuire il limite attuale del 4 % costasse troppo, i risultati riferiti nella memoria potranno almeno contribuire a far mantenere questo limite. Per lampade a tungsteno a basso voltaggio, un aumento del 15 % nella tensione di lavoro ne ridurrebbe realmente la durata da 1000 a 200 ore.

E. G.

## MATERIALI.

### W. E. GRIFFITHS — Leghe ferro-nichel. Alcune notevoli proprietà magnetiche - Permeabilità iniziale elevata e piccole perdite per isteresi - Loro importanza per la telegrafia sottomarina. (The Electrician, 26 novembre 1926).

Il nichelio e il ferro, due dei tre metalli che soli godono di proprietà magnetiche molto accentuate, in lega fra loro presentano delle proprietà caratteristiche, che soltanto in questi ultimi tempi sono state ben studiate.

Le leghe che presentano proprietà più notevoli dal punto di vista magnetico sono quelle che contengono dal 70 all'82 % di nichel. La Western Electric Co. brevettò, prima, nel 1921, il « Permalloy », contenente il 78,5 % di nichel e 21,5 % di ferro (scevri di impurità quanto più possibile), indicandone come miglior trattamento termico il riscaldamento fino a 900° C per un'ora, seguito da lento raffreddamento, poi un nuovo riscaldamento a 600° C seguito da raffreddamento a 300° C con una determinata legge, che, per i materiali a nastro, che è la forma nella quale questa lega è principalmente prodotta, è poco differente dal raffreddamento in aria.

La fig. 1 riassume i risultati ottenuti da E. D. Yensen con le tre leghe al 78 % di nichel, al 50 % di nichel, ed al 4 % di silicio, in confronto col ferro puro. Si noterà l'altissima permeabilità iniziale delle leghe al nichel in campi piccolissimi. Il massimo valore della permeabilità iniziale registrato finora è circa 13.000, più di 30 volte maggiore di quella del ferro dolce.

Si noti ancora che, benchè questo materiale abbia un valore di saturazione magnetica paragonabile a quello del ferro, si avvicina già alla saturazione in campi dell'ordine del campo terrestre.

Altre importanti proprietà del « Permalloy » e simili, sono le piccole perdite per isteresi e le piccole forze coercitive, fattori importanti quando si abbiano rapidi cambiamenti nei campi magnetici e nel flusso risultante. La fig. 2, estratta da una memoria di H. D. Arnold e G. W. Elmen, rappresenta i cicli di isteresi del « Permalloy » e del ferro « Armco » relativi ad un valore massimo di  $B$  eguale a 5000. Queste leghe hanno pure una resistività elettrica relativamente elevata, importante per ridurre le perdite per correnti parassite.

Proprietà analoghe presenta il « Mumetal » della Gutta Percha Co. col 70 ÷ 75 % di nichel e 20-25 % di ferro, e piccole quantità di rame e di manganese.

Lo studio minuto di tali proprietà aprirà nuovi campi di possibilità agli elettrotecnici. Una applicazione immediata, indicata dalla Western Electric Co. nel suo primo brevetto, è l'impiego per « caricare » i cavi sottomarini, cioè per aumentare il loro coefficiente di autoinduzione. La velocità di lavoro in questi cavi, che funzionano come condensatori di grande capacità, dei quali il nucleo conduttore e l'involucro metallico esterno costituiscono le armature, e il materiale isolante frapposto, il dielettrico, viene molto ridotto per il prolungamento e il ritardo dovuti alle correnti di carica e scarica del cavo.

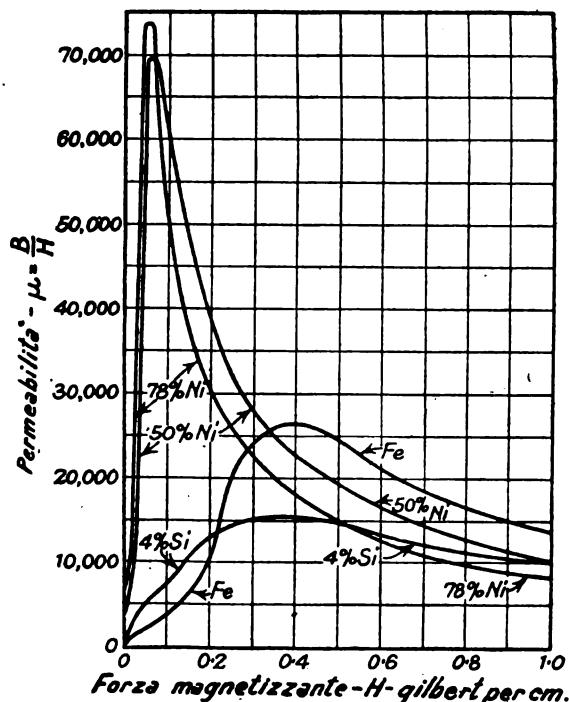


Fig. 1.

A questo inconveniente si è tentato di ovviare in più modi (Pupin, Krarup, ecc.), avviluppando ad es. il conduttore con materiale magnetico; ma si sono avuti in principio risultati mediocri a causa dei piccoli campi magnetizzanti in giuoco e della scarsa permeabilità degli antichi materiali in uso. Coll'introduzione di queste leghe, che hanno altissima permeabilità per piccoli campi, i risultati sono assai migliori.

Altre applicazioni si avranno certamente nella telegrafia e telefonia; l'alta permeabilità e resistività, colle minime perdite per isteresi, rendono preziosi questi materiali per i relais, i ricevitori telefonici, i trasformatori, gli strumenti di misura; ovunque insomma si dovranno utilizzare gli effetti elettromagnetici di correnti deboli.

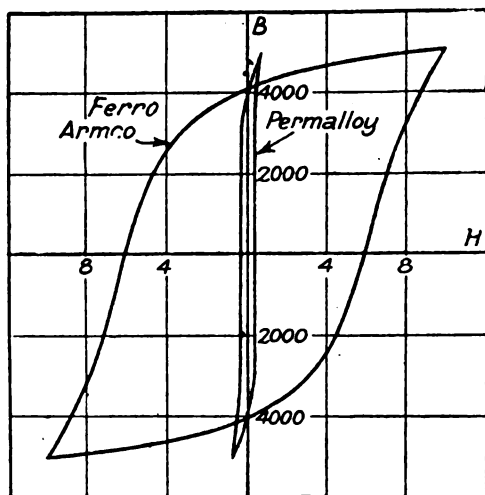


Fig. 2.

Molta cura però è necessaria nella preparazione, nel trattamento termico e nell'uso di queste leghe. Prima di tutto, materiali puri: certe impurità, come p. s., il carbonio, sono disastrose; poi, evitare « sovraccarichi » meccanici. La fig. 3 (tratta da una memoria di D. Binnie) mostra l'effetto del sovraccarico sulle proprietà magnetiche, che possono però essere riportate ai valori iniziali da trattamenti termici adatti. In particolare, la curva A riguarda il ferro dolce, la curva B il permalloy incrudito da sollecitazioni meccaniche eccessive, e la curva C lo stesso materiale rigenerato con adatti trattamenti termici.

Per ovviare a tale sensibilità eccessiva alle condizioni di lavoro, la Western Electric Co. adopera vari metodi.

Ulteriori ricerche avrebbero difatti provato che aumentando la percentuale del nichel all'81 %, si perde bensì qualche cosa nelle proprietà magnetiche, ma la lega non è più così sensibile agli effetti delle sollecitazioni meccaniche.

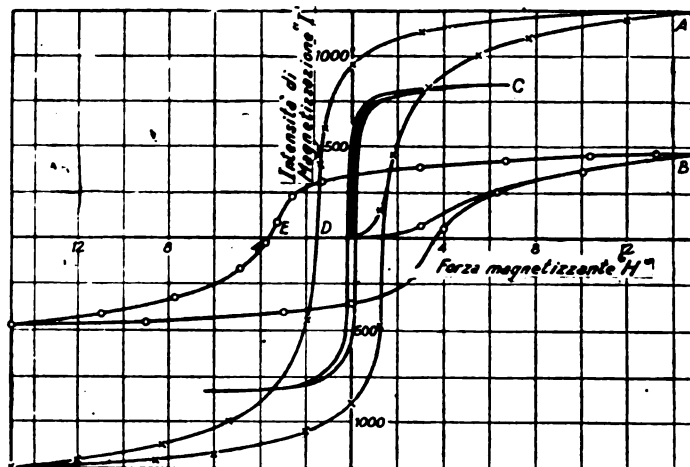


Fig. 3.

Ma non solo le leghe con il 70-80 % di nichel sono interessanti; anche con percentuali inferiori, fino al 30 %, si ottengono leghe dotate di proprietà notevoli. La resistività della lega variando molto con la composizione, sono possibili molte combinazioni di resistività e di proprietà magnetiche. Le fig. 4 e 5 mostrano come variano l'induzione B (per determinati valori del campo) e la resistenza elettrica con la proporzione di nichel.

Volendo alta resistività ed alta permeabilità sono consigliabili leghe contenenti dal 40 al 50 % di Ni; invece per alta resistività e bassa permeabilità è preferibile una lega al 30 %. La lega al 50 % ha, secondo Yensen, un valore di saturazione del 50 % maggiore ed una resistenza specifica circa doppia che non quella al 78 %, mentre come si vede dalla fig. 1, per forze magnetiche fra 0,08 e 0,25 unità essa ha maggiore permeabilità sia della lega al 78 %, sia del ferro puro.

Notevole anche la lega detta « Invar », al 36 % di nichel, per la sua bassissima dilatazione termica e la bassissima forza coercitiva, adatta per delicati relais.

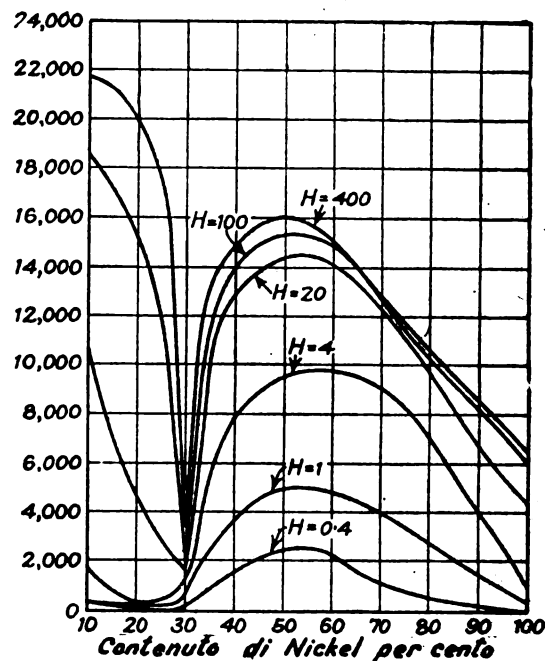


Fig. 4.

Aggiungendo alla lega altri metalli, si ottengono pure particolari proprietà. Per esempio, la Western Electric Co. ha brevettato una lega al 55 per cento di nichel, 34 per cento di ferro, 11 per cento di cromo, che, previo un adatto trattamento, avrebbe una permeabilità molto maggiore che non il ferro e l'acciaio al silicio e una resistività di 100 microhm per c. c., mentre il ferro ne ha solo una di 11 microhm per c. c. La Gutta Percha Co. ha brevetti per leghe contenenti oltre nichel e ferro varie percentuali di rame, cromo, vanadio, tungsteno, ecc., con alte resistenze specifiche. La lega « Permax » (essenzialmente di nichel e ferro con altri metalli) sotto l'azione di campi variabili da 200 a 1 gauss varierebbe la forza coercitiva solo da 0,48 a 0,45. Merita di essere ricordato, perché molto affine alle leghe nichel-ferro, il così detto « No-Mag » della « Ferranti » che è

del ferro col 10 % di nichel ed il 5 % di manganese, la quale benché non magnetica e di alta resistività, è a grana fina, di buone proprietà meccaniche e di facile lavorazione. Non sarà fuori proposito ricordare che la serie delle leghe nichel-ferro oltre alle proprietà magnetiche, comprende leghe di diversa dilatazione termica e di considerevole resistenza alle corrosioni; la « Elinvar » contenente 36 % di nichel e 12 % di cromo presenta proprietà elastiche assai poco variabili con la temperatura. Superfluo, infine, ricordare le utilissime proprietà meccaniche dell'acciaio al nichel.

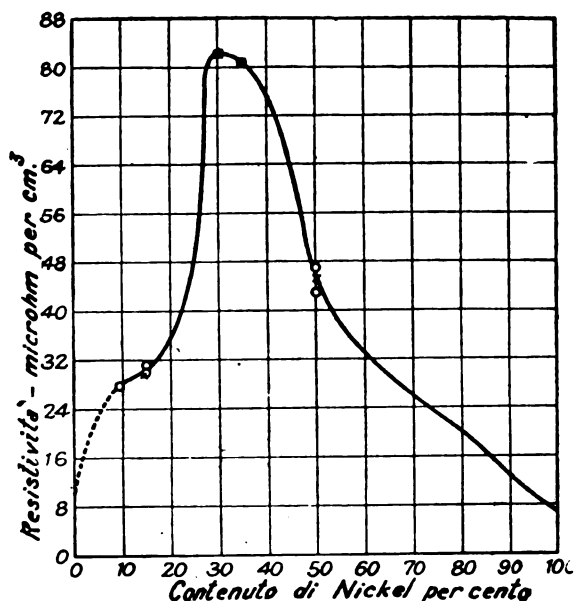


Fig. 5.

Concludendo, non è da ritenere che siano completamente esplostate le proprietà di queste leghe. Molte altre ricerche restano da fare. Le proprietà già note sono così promettenti, che queste ricerche meritano tutta l'attenzione di chi si occupa dell'industria elettrica.

#### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

**L. W. AUSTIN — Determinazioni della direzione dei disturbi atmosferici all'istmo del Panama.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 14, N. 3, giugno 1926, pag. 373).

Generalmente si ammette <sup>(1)</sup> che i centri di origine dei disturbi atmosferici, i quali, come è noto, costituiscono uno fra i più grandi ostacoli alle radio comunicazioni, si trovino in corrispondenza dei continenti piuttosto che degli oceani e che i centri di origine dei disturbi tropicali seguano il sole nei suoi passaggi da un emisfero all'altro. Secondo l'A. è quindi da attendersi che, nella regione del Panama, durante l'inverno i disturbi provengano prevalentemente dal Sud-America, laddove durante l'estate, la direzione predominante dovrebbe essere dall'America centrale e dal Messico.

Per giungere a definire, sia pure in forma approssimata, fino a qual punto quella previsione poteva accettarsi, l'A. organizzò, durante l'annata del 1925, una serie di determinazioni della direzione di provenienza dei disturbi nelle stazioni riceventi di Balboa e Colon. La gamma di lunghezze d'onda entro la quale furono fatte le osservazioni si estendeva da 14.000 a 16.000 m, e, il metodo sperimentale seguito fu il seguente (fig. 1):

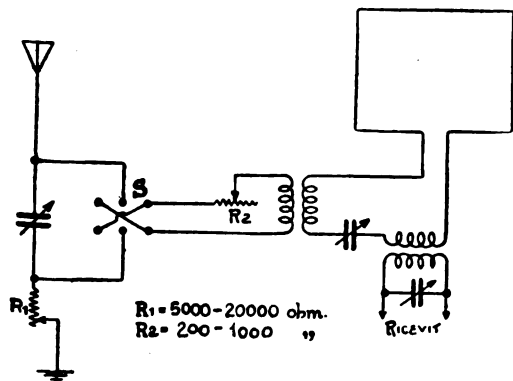


Fig. 1.

Un telaio di m 2,44 di lato e portante 48 spire, è associato ad una piccola antenna unifilare allo scopo di ottenere una ricezione compen-

sata od unidirezionale. La direzione approssimata dei disturbi era trovata ruotando il telaio e regolando l'accoppiamento di antenna finché il massimo del disturbo fosse ottenuto con l'invertitore S in una certa posizione e il minimo nella posizione opposta. Una volta fatto ciò, il telaio era ruotato di 90° rispetto a questa direzione grossolana; indi, l'invertitore passava continuamente dall'una all'altra delle sue posizioni; contemporaneamente si ruotava di poco il telaio e, quando al telefono i disturbi presentavano la stessa intensità sia con l'invertitore in una posizione, sia nell'altra, la direzione era evidentemente dedotta.

Dai numerosi risultati che l'A. riporta, sembrerebbe potersi effettivamente affermare che, le previsioni sopra ricordate circa la direzione dei disturbi al Panama, trovano un assai buono riscontro pratico.

V. Go.

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**M. T. CRAWFORD — Il sistema di distribuzione adottato dalla Puget-Sound Power and Light Company.** (Gen. El. Rev., dicembre 1926, pag. 820).

La zona di distribuzione della Puget Sound Power and Light Company è nello Stato di Washington, all'estremo occidentale degli Stati Uniti, con un milione circa di abitanti, comprendente 350 località tutte in rapidissimo sviluppo. La potenza installata è di 300.000 kW. La trasmissione dell'energia si effettua principalmente a 110 e 55 kV. La tensione normale della rete di distribuzione è di 13.000 volt.

Il sistema di distribuzione nelle città è sotterraneo; in esse è molto diffuso il sistema Edison a corrente continua a tre fili 250/125 volt. Nel 1920 però, dovendosi estendere, a causa dello sviluppo della città di Seattle, la rete di distribuzione, si è trovato economicamente conveniente introdurre il sistema a corrente alternata, prima monofase a tre fili 240/120 volt per uso luce, che si è collegato poi col sistema trifase per uso forza a 240, ottenendo un sistema trifase a quattro fili 240/120 volt.

I risultati soddisfacentissimi dell'esercizio hanno dimostrato come tale sistema, oltre ad essere più economico del sistema Edison, abbia realizzato la stessa continuità dell'esercizio, grazie a tutte le precauzioni adottate.

La principali di queste sono: la messa in parallelo di tutti i distributori a bassa tensione e l'alimentazione di ciascun nodo per mezzo di trasformatori inseriti su due diversi alimentatori; l'adozione di interruttori automatici a ritorno di energia, che isolano le parti guaste della rete, permettono di localizzarle e ripararle senza interrompere il servizio.

Nelle sottostazioni, alimentate da quattro linee in arrivo provenienti da tre diverse sorgenti di energia, i due sistemi di sbarre sono continuamente in tensione e degli interruttori comandati da relais trasferiscono il carico sulle sbarre di riserva, appena l'alimentazione viene a mancare. L'interruzione è brevissima e si nota solo un leggero abbassamento istantaneo nella luce delle lampade, mentre i motori non vengono affatto disturbati nel loro funzionamento.

La distribuzione per i servizi industriali è fatta con linee aeree, a 2300/4000 e 13.000 volt. Pure gli abitati a densità minore di popolazione sono serviti da linee aeree, trifasi 2600/4500 volt, con trasformatori quasi sempre monofasi. Spesso, ove la richiesta è minore, si sono adottate linee monofasi.

La distribuzione suburbana è basata sugli stessi criteri, adottando però trasformatori da palo, sia per la trasformazione 13.000/2300 volt, che per l'altra 2300, bassa tensione.

Nei casi di utenze più importanti e negli abitati, sono adottati commutatori automatici, che al mancare della tensione, trasferiscono il carico su di un'altra alimentazione.

La distribuzione nelle campagne è fatta a mezzo di piccoli trasformatori da palo, alimentati direttamente a 13.000 volt.

C. G. E. (\*).

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

**THEODORE RICH — Elettrificazione suburbana di Parigi - Alimentazione delle ferrovie dell'Ovest - Particolari degli impianti di produzione e delle sottostazioni.** (The El., 10 dicembre 1926, Vol. XCVII, N. 23, pag. 664).

Due sono le centrali delle FF. SS.; una a Bezous a Nord-Est di Parigi, l'altra a Les Moulinaux, presso la ferrovia per Versailles, e non solo forniscono energia per trazione, ma anche per illuminazione di stazioni, officine ferroviarie, trasportatori e piazzali merci. Ciascuna ha una potenza di circa 20.000 kW e spazio disponibile per raddoppiarla.

<sup>(1)</sup> L'Elettrotecnica, 5 aprile 1918, vol. V, n. 10, pag. 140 e Boll. R. T., vol. I, n. 1, pag. 4.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.



La corrente è a 25 periodi. Le centrali sono lungo la Senna, con acqua abbondante per condensazione e facilità di ricevere carbone sia da chiatte, come da truck, camion, ed hanno impianti meccanici moderni per immagazzinarlo, caricarlo, ecc. Ciascuna centrale ha quattro camini, costruiti con blocchi di cemento con fasciature esterne; 18 caldaie, delle quali 14 con produzione di circa kg 900 di vapore per ora, e 4 di 450 circa. Le maggiori hanno 286 m<sup>2</sup> di superficie riscaldante, e 11,5 m<sup>2</sup> di graticola; le piccole circa la metà. Nella stazione Nord le caldaie sono del tipo Niclausse e lavorano a 17 kg/cm<sup>2</sup>, metà con graticola Hotchkiss, le altre con graticola Niclausse, e tutti con economizzatori Green. Su quella Sud le caldaie sono di tipo Belleville, lavorano a 18 kg/cm<sup>2</sup>, con graticole Hotchkiss e con economizzatori tipo Belleville. Si usa ordinariamente carbone di Bruay, che ha un contenuto di sostanze volatili del 30 per cento e 10 per cento di ceneri.

La centrale Nord ha due turbine Brown Boveri, della Compagnia Elettro-Meccanica Le Bourget e due altre simili del tipo Zoelly, della Société Alsacienne di Belfort. Queste unità per dare i 25 periodi, lavorano a 1500 g/m, con eccitatrici direttamente accoppiate e un'eccitazione ausiliaria. Sono costruite per 5250 V; connesse alle sbarre omnibus attraverso gruppi di trasformatori elevatori. Parte dell'energia per illuminazione di stazioni è trasmessa a 5000 V. Alla centrale Sud le turbine sono del tipo Brown Boveri. Il loro consumo di vapore è di 6 kg per kWh, per una produzione di 5500 kW a 1500 giri, a 12 kg di pressione per cm<sup>2</sup>, a 300° C, condensazione a 15° C, tenuto conto delle perdite per eccitazione, condensatori ausiliari, ecc. La centrale Sud fu messa in funzione nel 1921.

In ciascuna centrale vi è una batteria di riserva a 125 V, costituita di 62 elementi di 1600 Ah di capacità, che possono esser caricati sia da un motore generatore alimentato dalla rete trifase, sia da uno speciale impianto a vapore di riserva.

Attualmente vi sono 14 sottostazioni, alcune (p. es., quella a La Garenne) con una grande officina di riparazione.

Ad eccezione di quella all'imbocco inferiore del tunnel di Meudon, che è fornita di un raddrizzatore a vapore di mercurio, tutte le altre sono fornite di convertitori rotanti a 6 fasi. Ciascuna ha pure una batteria di accumulatori per illuminazione e, in caso, per altre operazioni di stazione.

La sottostazione più importante è quella di Pont Cadinet, che fornisce energia alla stazione terminale di St. Lazare, luce ed energia ai vicini depositi merci, rimesse locomotori e stazione viaggiatori. Vi sono due feeder di centrale; uno a 15.000 V per trazione, l'altro a 5000 V per gli altri servizi locali, che però può essere collegato al primo a mezzo di trasformatore. A questa e alla sottostazione di Asnières, sul fiume, in un importante punto di giunzione, sono installati convertitori rotanti da 150 kW e nelle altre da 1000 kW; tre sono già installati e vi è posto per altri due. I convertitori sono a 12 poli, con bobine di compensazione e ingranaggi di autosincronizzazione del tipo Westinghouse Rosenberg. Dietro ai convertitori vi sono due gruppi di trasformatori monofasi a raffreddamento ad aria, di 535 kVA ciascuno. Per sottostazioni nuove saranno adottati trasformatori con raffreddamento in olio. Per luce ed energia locale vi sono due motori generatori da 600 kW e due da 300 kW. Le unità maggiori sono azionate da motori ad induzione a gabbia di sciolto da 635 kW per l'avvolgimento alta tensione per 50.000 V e 25 periodi, accoppiato al generatore da 600 kW, corrente continua e 290 giri/m. Per l'eccitazione della corrente continua è provveduto con un gruppo motore-generatore da 30 kW alimentato dalla rete trifase. Una gru scorrevole di 5 tonn. e un elevatore da 50 tonn. funzionano su di un binario a scartamento normale. Vi è pure un officina con gru a mano e attrezzi.

I quadri delle alte tensioni sono del tipo cellulare, fatti di lastre di cemento armato di 5 mm rinforzato con barre di 8 mm riunite con giunzioni armate e cementate.

La corrente continua per illuminazione e forza è a 500 V per fili esterni; vi sono due compensatrici da 100 kW, e 250 giri/m, e due batterie, ciascuna di 280 elementi, con capacità di 700 Ah a scarica di 1 h e di 1440 Ah a scarica di 10 h.

Nelle piccole sottostazioni sono installati motori-generatori di capacità unitaria da 5 fino a 400 kW. In qualche caso l'illuminazione è ricavata dalla rete trifase. La sottostazione di Meudon, che serve la forte livelletta in galleria, ha tre convertitori rotanti Brown Boveri e un convertitore Brown Boveri a vapori di mercurio di eguale capacità, che offre il vantaggio così di poter lavorare a 25 o a 50 periodi. E' probabile che fra breve anche per la trazione si fornisca energia a 50 anziché a 25 periodi.

Questo impianto è fornito della chiusura a mercurio. Vi sono due cilindri, ciascuno con 6 elettrodi, alimentati da corrente a 6 fasi. L'impianto può funzionare in parallelo coi convertitori rotanti, e si è dimostrato molto pratico specialmente nelle ore di sovraccarico.

E. G.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un dispositivo d'allarme per la protezione dei piccoli motori asincroni trifasi è descritto nella Revue Gen. d'Electricité del 22 gennaio 1927. L'apparecchio è inteso a rimediare alla deficienza di protezione conseguente allo impiego delle valvole fusibili che debbono essere troppo largamente proporzionate per sopportare le correnti di avviamento; elimina anche il pericolo di avarie conseguenti ad un funzionamento eventuale come monofase.

Si tratta di un gruppo di lampade e di sonerie che vengono derivate ai morsetti delle valvole, in modo che la fusione della valvola di una fase crea una differenza di potenziale per la quale una lampada si accende e una soneria entra in funzione. L'apparecchio può anche essere facilmente adattato in modo da segnalare gli eventuali tentativi di frode derivanti dalla messa a terra del punto neutro d'un motore connesso a stella; messa a terra che può anche verificarsi accidentalmente. L'apparecchio è semplice e poco costoso.

\*

Uno studio molto accurato del funzionamento dei relais telegrafici e telefonici è contenuto nella Revue Gén. de l'Electr. del 1 e dell'8 gennaio 1927. Lo studio, svolto in forma ampiamente matematica, mette in evidenza l'influenza che i particolari di costruzione meccanica e il modo di inserzione esercitano sulle condizioni di funzionamento dei relais. In particolare vengono esaminati nel loro funzionamento i relais ad azione differita. Dal complesso delle relazioni trovate, emergono dei dati pratici che possono servire di guida nel progetto di relais destinati a particolari operazioni.

### ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

L'adozione del forno elettrico nella fonderia di ghisa ha permesso di realizzare forti economie alla Century Electric Co. di St. Louis (S. U.). Si fa uso di un forno tipo Lectromelt del tipo ad arco da mezza tonnellata il quale però è regolarmente in funzione con sovraccarico, di modo che permette di fare 12 fusioni da 600 kg ogni 24 ore. La manutenzione è risultata poco costosa. Si asserisce che il risparmio realizzato, confrontando il costo dei prodotti così ottenuti con quelli correnti per fonderie comuni sia all'incirca del 25 per cento. Il consumo degli elettrodi è risultato basso: circa 1,8 kg per tonnellata di carica.

### ELETTROFISICA.

Un nuovo tipo di tubo catodico è stato recentemente presentato dal Coolidge al Franklin Institute. Riprendendo l'idea del tubo Leonard, il Coolidge ha sostituito una parte della parete di vetro del tubo a vuoto con una sottilissima lamina metallica la quale, per resistere alla pressione atmosferica, è sostenuta da un'armatura costituita da un fascetto di tubi accostati a guisa di nido d'ape e cortissimi nella direzione normale alla lamina. Gli elettroni emessi dal catodo sono inviati su questa laminetta nella direzione dell'asse dei tubi e la attraversano in numero rilevante in modo che si riesce ad ottenere all'esterno un fascio di elettroni. L'apparecchio presentato aveva una lamina di nichel di un centesimo di millimetro di spessore e di 60 cm<sup>2</sup>; era azionato con una caduta di potenziale di 300.000 V fra anodo e catodo. La emissione catodica è nettamente riconoscibile a parecchi decimetri di distanza. Essa produce fenomeni interessanti; cristalli di calcite, pur restando freddi, assumono l'aspetto di corpi incandescenti; molti composti chimici vengono profondamente alterati; gli organismi inferiori vengono rapidamente uccisi; negli organismi superiori si producono reazioni localizzate molto intense.

\*

Sui fenomeni piezoelettrici del quarzo è pubblicata una relazione nei Comptes Rendus de l'A. des Sciences a Parigi, del 6 dicembre 1926, da E. P. Tawil. Come è noto una lama di quarzo tagliata con due facce normali a un asse elettrico e due normali a un asse ottico subisce delle vibrazioni quando si applichi una differenza di potenziale alternativa fra le facce normali all'asse elettrico. Si è riconosciuto che tale fenomeno è accompagnato da fenomeni ottici di polarizzazione rotatoria in quanto la lamina ridiventa luminosa esaminata tra due nicol precedentemente disposti in modo da avere un campo oscuro; al massimo la rotazione equivalente è di circa 10 gradi. Modificando la frequenza di eccitazione e passando successivamente ad armoniche di diverso ordine appaiono sulla lamina esaminata tra i nicol delle figure luminose di vario genere. L'A. prevede l'applicazione di questi fenomeni alla costruzione di modulatori di luce per gli apparecchi di televisione.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

Per il tracciamento grafico delle linee di flusso sono state studiate delle formule espresse nella Gen. Elec. Rew. del novembre 1926, pag. 797. Partendo dalla considerazione del lavoro compiuto lungo le

linee di forza, viene introdotto il concetto della rifrazione delle linee di flusso quando passano da un mezzo ad un altro a permeabilità diversa, viene stabilita così la legge che il rapporto delle tangenti degli angoli di incidenza è inverso a quello della permeabilità dei due mezzi. Applicando le formule trovate alle diverse regioni del circuito magnetico, ad esempio di un trasformatore, (ferro, aria, conduttore percorso da corrente, spazio esterno) si possono scrivere delle equazioni differenziali che, risolte, permettono di tracciare la rappresentazione delle linee di flusso. A riprova dell'esattezza del metodo sta il fatto che i valori dell'induttanza ricavabili dai diagrammi così tracciati coincidono bene con quelli sperimentali.

#### GENERATORI ELETTRICI.

La produzione di ozono nell'aria di ventilazione nel caso di alternatori a ventilazione in circolazione chiusa, aveva suscitato qualche timore per l'ipotesi che la percentuale di ozono potesse andare crescendo fino ad arrivare alla produzione conseguente di acido nitrico con conseguente danneggiamento degli isolanti. Esperienze eseguite dalla Siemens dimostrarono tale timore infondato. Per la produzione di ozono nella aria occorre un gradiente di almeno 20.000 V per centimetro. Per macchine funzionanti sotto i 10.000 V si può ritenere esclusa senz'altro la formazione di ozono. Questo fu invece riconosciuto presente in una certa quantità nell'aria di circolazione di un alternatore a 11.000 V da 20.000 kVA. Dopo tre ore di funzionamento l'analisi chimica rivelò una percentuale di ozono del 0,00032 per cento della quantità totale d'aria; questa minima percentuale non ha accennato ad aumentare nemmeno dopo qualche giorno di funzionamento.

#### IMPIANTI.

Una centrale idroelettrica automatica con qualche caratteristica particolare è descritta nella General Electr. Rew. del novembre 1926, pag. 814. Un gruppo turbina-alternatore, è comandato mediante un servomotore idraulico il quale automaticamente apre o chiude le valvole parzialmente o completamente mediante l'azione di un piccolo solenoide a corrente alternata. Inoltre ai morsetti dell'alternatore e prima dell'interruttore di macchina è inserita una speciale resistenza del tipo a griglia, destinata a creare un carico alla macchina e mantenerla a velocità normale in caso di scatto improvviso dell'interruttore (sia per un corto circuito in linea o per brusche perdite di carico dovute a qualsiasi altra ragione), fino a tanto che le paratoie abbiano il tempo di chiudersi.

\*

Un altro impianto per la utilizzazione della energia delle maree è stato studiato in Inghilterra. Il progetto prevede di chiudere con una banchina lunga 15 chilometri circa la baia di Invergowie dalla Dundee Esplanade fino a Porto Allen. Il bacino così racchiuso dovrebbe essere diviso in due parti con uno sbarramento trasversale. Si prevede la possibilità di ricavare una potenza di circa 9000 kW continua. Il costo delle opere murarie è preventivato in 1.200.000 sterline e quello del macchinario in 25.000 sterline. Ciò importa complessivamente una spesa di circa 93 sterline per kW installato. Il prezzo evidentemente troppo elevato sarebbe reso tollerabile in conseguenza di altre considerazioni, come quella del miglioramento delle comunicazioni con Edimburgo, utilizzando la cresta dello sbarramento come strada, ecc.

\*

L'impianto di trasporto del carbone polverizzato costituisce una delle caratteristiche interessanti della nuova centrale termoelettrica di Kummelsburg presso Berlino. Il carbone polverizzato viene fatto avanzare per un certo tratto dopo gli ultimi stacci per mezzo di una coclea a spirale; a un certo punto viene immessa nel condotto della coclea dell'aria in pressione a due atmosfere. Si forma una specie di emulsione di carbone in polvere nell'aria, la quale può essere agevolmente fatta circolare in tubi di piccola sezione anche a grandi distanze. Sono installate due pompe d'aria, con un motore da 90 kW ciascuna, a 960 giri al minuto, ognuna delle quali permette di trasportare 50 tonnellate di polvere di carbone all'ora, dall'impianto di macinazione alla sala caldaie, con un percorso complessivo di 250 metri e un dislivello di 35 metri. Per mezzo di otto ventole comandabili a distanza si può alimentare una qualunque delle otto tramogge di carico delle caldaie; un dispositivo elettrico indica a distanza il livello raggiunto dal carbone in ciascuna tramogga.

#### MATERIALI.

Forniture di materiali per il Governo dell'Afganistan. — La nostra Ambasciata a Kabul ha notificato che quel Governo intende acquistare grandi quantità di pali Hamilton tipo A e B per illuminazione stradale, nonché gli accessori relativi; sono pure richiesti alcuni compressori a motore, estintori a mano e a motore per incendi.

Le Ditte interessate sono invitate a rivolgere al più presto le proprie offerte, cif Karaci, al R. Ministro d'Italia a Kabul, corredandole con l'invio di cataloghi, listini di prezzi, ecc.

\*

Una Conferenza internazionale sui materiali da costruzione è stata organizzata da un gruppo di Associazioni tecniche ed industriali te-

desche, con a capo il Verein Deutscher Ingenieure. La Conferenza avrà luogo a Berlino dal 22 ottobre al 16 novembre 1927 e ad essa possono intervenire i tecnici di tutte le Nazioni. La Conferenza si occuperà in particolare di tutti i problemi inerenti ai materiali metallici in genere e ai materiali isolanti per costruzioni elettrotecniche. La trattazione degli altri materiali è rimandata ad una seconda sessione della conferenza, a data da stabilirsi. Un gran numero di Comunicazioni è già annunciato da parte di molti tecnici. Accanto alla Conferenza verrà organizzata anche una Mostra dei Materiali, che durerà dal 22 ottobre al 13 novembre. Gli interessati possono rivolgersi direttamente al seguente indirizzo: Werkstofftagung - Berlin N. W. 7, Ingenieurhaus, Friedrich - Ebertstrasse, 27.

#### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Ricevitori a neutrodina schermati. — Dopo aver ricordate le origini dei ricevitori neutrodinizzati <sup>(1)</sup> nei quali gli accoppiamenti dovuti alle capacità interne dei triodi, sono opportunamente controbilanciati da particolari condensatori, J. H. Dreyer e R. H. Manson pubblicano, nel n. 2 dei Proc. Inst. Radio Eng. (vol. 14, aprile 1926, pag. 217) alcune considerazioni sulla convenienza di schermare gli stessi. I vantaggi che ne deriverebbero si possono così riassumere:

1) Gli accoppiamenti magnetici fra i vari circuiti sono eliminati, per modo che è possibile costruire un ricevitore a neutrodina con tre ed anche con quattro stadi ad alta frequenza.

2) Il numero delle manovre da eseguire per l'accordo può essere ridotto semplicemente a due.

Gli AA. illustrano ampiamente questi vantaggi giustificandoli con risultati sperimentali. Inoltre, essi danno numerosi ed utili dettagli per la costruzione razionale di un ricevitore in cui, ciascun stadio, è separatamente schermato e quindi protetto dalle azioni riflesse degli altri.

V. Go.

\*

Studi sperimentali sulle radiodiffusioni. — Fra gli argomenti più interessanti della radiotecnica, notevole è quello che si propone di investigare il fenomeno della propagazione delle onde elettromagnetiche attraverso lo spazio. Il meccanismo di questa propagazione non sembra certo facilmente traducibile in leggi sintetiche ed esatte e le varie teorie emesse sull'argomento, sono tutte più o meno in contrasto con i risultati sperimentali.

Così, l'interpretazione dei fenomeni del fading e della distorsione dei segnali emessi da stazioni radiofoniche è bensì oggetto di varie ipotesi, ma di queste, nessuna ha un carattere decisamente prevalente sulle altre. Ne segue che, se è vero che in tutti i campi della fisica applicata la ricerca sperimentale ha importanza quasi sempre preponderante, nello studio dei fenomeni della propagazione essa è l'unica via da seguire per giungere a risultati di qualche interesse. E' questo il concetto che ha dominato le ricerche di R. Bown, R. K. Potter, D. K. Martin i quali pubblicano nel n. 1 dei Proc. Inst. Radio Eng. (febbraio 1926, vol. 14, pag. 57) i risultati di una lunghissima serie di esperienze fatte con emissioni radiofoniche allo scopo di meglio conoscere, sia il fenomeno del fading, sia quello della distorsione dei suoni.

E' confermato il fatto che il fading è selettivo nel senso che la sua entità è funzione del tempo e della lunghezza d'onda. Dal complesso dei risultati ottenuti sembrerebbe che esso possa essere causato dall'interferenza fra le due onde polarizzate circolarmente in cui può immaginarsi scomposta l'onda, polarizzata linearmente, emessa dal trasmettitore <sup>(1)</sup>. Queste raggiungerebbero il ricevitore seguendo percorsi diversi e causando perciò fading periodici.

Gli AA. osservano inoltre che, negli ordinari apparati usati per le radiodiffusioni si manifesta generalmente una dinamica instabilità nella frequenza dell'onda portante dovuta alle variazioni cicliche delle condizioni elettriche dei circuiti di modulazione. Tale effetto, combinato con quello già ricordato dell'incertezza, produrrebbe la distorsione dei suoni.

Senza dare dettagli particolari, gli AA. affermano che, stabilizzando la frequenza del trasmettitore, la distorsione può essere eliminata.

Tutta la memoria è accompagnata da numerosi oscillogrammi ricavati sperimentalmente. Fra questi, sono assai interessanti quelli che riproducono le due gamme laterali di un'onda modulata. La nota trasformazione algebrica di quest'ultima non sarebbe quindi una pura finzione matematica.

V. Go.

\*

Dispositivo per liberare i fili di antenna da neve o ghiaccio. — Fino a quando un aereo di trasmissione ha una forma relativamente semplice, per es., è costituito da due fili orizzontali posti ad una certa altezza dal suolo, il liberarlo dal sovrappeso dovuto a neve o a ghiaccio, è cosa che non offre serie difficoltà. Basta riunire i due fili permanentemente fra loro dalla parte dell'estremità lontana e, applicare una conveniente tensione fra gli stessi dalla parte della stazione. Se il valore della tensione è stato ben scelto, la corrente da cui allora

<sup>(1)</sup> L'Elettrotecnica, n. 21, vol. X, 1923, pag. 493 e Boll. R. T., volume II, n. 23, pag. 349.

<sup>(1)</sup> L'Elettrotecnica, n. 13, vol. XIII, 1926, pag. 287 e Boll. R. T., vol. III, n. 35, pag. 330.

sono percorsi i fili è sufficiente a liberarli dai depositi di nevischio o di ghiaccio.

Ma, quando la forma dell'aereo è complessa, occorre, caso per caso, studiare il dispositivo più opportuno. Così, secondo quanto descrive J. H. Shannon nel N. 2 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (Vol. 14, aprile 1926, pag. 181) per aerei a discese multiple, occorrerebbe, ogni volta che fosse necessario applicare il semplice metodo sopra descritto, disconnettere le varie prese di terra. Ad ovviare simile inconveniente, l'A. pone permanentemente fra ciascun filo di antenna ed il corrispondente collettore di terra, uno speciale condensatore. La sua capacità è così calcolata che, la via da esso offerta verso terra presenta una grandissima impedenza per correnti a bassa frequenza, ed una bassa impedenza per correnti ad alta frequenza. Si può quindi inviare sull'aereo una corrente di frequenza industriale senza peraltro rimuovere le terre. V. Go.

\*

*Su un metodo per tarare un generatore a bassa frequenza.* — La disposizione sperimentale descritta da S. Harris nel N. 2 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (Vol. 14, aprile 1926, pag. 213) per tarare un generatore a bassa frequenza si può così riassumere.

Le sortite di un elettrodiapason e del generatore a b. f. da tarare, sono opportunamente connesse ai capi ed al centro del primario di un trasformatore, nel secondario del quale sono inseriti: una cuffia telefonica, un rettificatore a cristallo ed un indicatore di corrente. Sia il generatore, sia l'elettrodiapason sono ricchi in armoniche ed il metodo trae appunto origine dalla presenza di queste. Se, con appropriati valori di resistenza, le rispettive azioni nel primario del trasformatore sono ricondotte allo stesso ordine di ampiezza, nel secondario potranno benissimo discernersi i battimenti.

La risonanza fra i diversi armonici può rivelarsi al telefono od anche seguendo le oscillazioni dell'ago dell'indicatore di corrente. Queste infatti, assumono la loro massima ampiezza con il più grande periodo, quando la risonanza è raggiunta.

L'A. fa seguire la sua nota da alcuni risultati sperimentali ottenuti seguendo il metodo descritto. V. Go.

#### STATISTICA.

*La produzione di energia elettrica durante il 1926 negli Stati Uniti d'America*, è stata di 68.732 milioni di kWh. Vennero complessivamente venduti 55.468 milioni di kWh per un prezzo totale di 1.684 milioni di dollari. In confronto al 1925 si è venduto il 12,4 % di energia in più e gli introiti corrispondenti superarono quelli dell'anno precedente dell'11,8 per cento. Vennero collegati 1.460.360 nuovi utenti, raggiungendosi il numero totale di 19.500.000 utenti. Della energia totale generata il 36,7 per cento (ossia 25.132 milioni di kWh) fu di produzione idroelettrica, e il 63,3 per cento (ossia 54.600 milioni di kWh) di produzione termica; nel 1925 queste percentuali erano state rispettivamente del 35,9 per cento e del 64,1 per cento. Il consumo si distribuì nel modo seguente: 14.562 milioni di kWh per illuminazione; 34.307 milioni di kWh per forza motrice; 6599 milioni di kWh per trazione; 13.264 milioni di kWh rappresentano perdite in linea o per servizi interni degli impianti. Negli impianti termoelettrici il consumo di combustibili fu il seguente: carbon fossile 37 milioni di tonnellate circa; combustibili liquidi 15 milioni di ettolitri; combustibili gassosi 1175 milioni di metri cubi.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

*Intorno alla efficienza della ventilazione naturale* nei trasformatori a raffreddamento ad aria sono riportate accurate esperienze nel Bulletin Oerlikon n. 61-62. Le esperienze riguardarono specialmente l'andamento della ventilazione nei trasformatori provvisti di molti radiatori sporgenti dalle casse; si riconobbe naturalmente che la circolazione dell'aria viene più o meno disturbata se i radiatori sono troppo vicini. Le esperienze furono eseguite su un trasformatore a tubi di raffreddamento, variando con opportuni schermi il percorso e la sezione libera lasciata a disposizione dell'aria di ventilazione. I risultati delle prove sono riportati per esteso nell'articolo citato.

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

*La elettrificazione del tronco ferroviario Ujo-Busdongo nel nord della Spagna*, ha permesso di realizzare economie rilevanti. Confrontando il traffico del 1925 (trazione elettrica) con quello del 1923 (trazione a vapore) risulta che a parità o quasi di tonnellate-chilometro totali, il numero dei treni-chilometro è diminuito del 30 per cento e quello delle macchine-chilometro del 47 per cento, con miglioramento notevole dell'efficienza del servizio. Il consumo di carbone nel 1923 è accertato in 38.000 tonnellate, a cui fanno riscontro 9.174.000 kWh consumati nel 1925 (dei quali però oltre un decimo è stato recuperato dai locomotori durante le discese); tenuto conto dei prezzi relativi, l'economia è stata del 55 per cento. Per il personale si spesero 516.000 pesetas nel 1923, mentre se ne spesero 295.000 nel 1925 con un risparmio del 43 per cento. Per la manutenzione si spese nel 1925 circa il 70 per cento in meno di quanto si era speso durante il 1923. L'aumentata quota di ammortamento e interessi al capitale in seguito alle spese per l'elettrificazione non basta ad annullare tutte queste

economie. Complessivamente si ritiene che l'economia totale sia del 30 per cento rispetto al 1923, ciò che equivale ad una minore spesa annua di 1.193.000 pesetas. Il tratto di ferrovia elettrificata è lungo 60 km e si svolge quasi tutto in terreno montuoso con una pendenza media del 20 per cento.

## RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

### Brevetti Italiani. (\*)

- N. 230952 — CEWEBO-LIGHT G. m. b. H.: Globo per illuminazione elettrica. — 26-5-1924.
- N. 188008 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Perfectionnements aux modes et appareils d'exécution du vide, plus spécialement dans des ampoules de lampes à incandescence. — 30-6-1920.
- N. 188025 — La stessa: Appareil permettant de réaliser des très grands vide. — 30-6-1920.
- N. 210103 — DI BON G. & ZAMBURLINI M.: Porta-lampada a gabbietta con base magneto-elettrica per ispezione delle automobili ed altri usi. — 26-5-1922.
- N. 206319 — GRUBB H.: Perfectionnements aux phares et lampes analogues. — 28-12-1921.
- N. 231095 — INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC Cy INCORPORATED: Perfezionamenti nella o relativi alla sigillatura delle lampade elettriche ad incandescenza e simili. — 3-6-1924.
- N. 231097 — La stessa: Perfezionamenti nei dispositivi per sigillare ermeticamente bulbi ed ampole di lampade elettriche ad incandescenza e simili. — 3-6-1924.
- N. 231101 — MISCH O.: Gasogeno funzionante col processo del gas d'acqua o del gas d'aria a condotto di circolazione circolare per il passaggio ripetuto dei gas a lenta combustione attraverso la zona rovente del gasogeno. — 4-6-1924.
- N. 229940 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLOEILAMPEN-FABRIEKEN (Soc.): Procedimento per la fabbricazione di filamenti di tungsteno. — 15-4-1924.
- N. 230465 — La stessa: Dispositivo per interrompere ad intervalli regolari la luce di una lampada elettrica. — 7-5-1924.
- N. 231236 — SAPORTA A.: Perfezionamenti nei mezzi per ottenere da una lampada elettrica ad incandescenza a più filamenti, diverse intensità luminose. — 7-6-1924.
- N. 204804 — GORGO E.: Riutilizzazione mediante un secondo o più filamenti aggiunti all'atto della fabbricazione, ciascuno con proprio circuito, aperti delle lampade elettriche ad incandescenza, o moltiplicazione della loro intensità luminosa con chiusura dell'esterno dei singoli circuiti. — 5-9-1921 (Cpl).
- N. 204363 — DET NORSKE AKTIESELSKAB for ELEKTROKEMIST INDUSTRIE NORSKE INDUSTRI-HYPOTEKBANTE: Processo per il riscaldamento dei forni elettrici. — 31-10-1921.
- N. 229630 — FILIPETTI L.: Apparecchi termo-elettrici ad induzione per il riscaldamento od anche la vaporizzazione di fluidi a seconda della loro natura e dello scopo che ci si prefigge. — 2-4-1924.
- N. 207465 — « LE MATERIEL » (Soc.): Perfectionnements apportés dans l'établissement des surfaces radiantes dans les appareils de chauffage électriques. — 10-2-1922.
- N. 230578 — LIGHTFOOT J.: Perfezionamenti agli apparecchi per riscaldamento elettrico. — 12-5-1924.
- N. 231055 — MAGNAVOX Cy: Riscaldatore elettrico. — 7-6-1924.
- N. 204571 — PARRI A.: Tipo di apparecchio elettrico per riscaldamento letti, ambienti ecc. — 14-1-1921.
- N. 196376 — RENNERFELT I.: Forno elettrico da fusione. — 30-3-1921.
- N. 205516 — ROSSI P.: Dispositif pour le contrôle automatique d'un brûleur à gas ou à huile, ou d'une résistance de chauffage électrique. — 20-12-1921.
- N. 230989 — SEHRINGER G.: Piedestallo con presa di corrente a molla per recipienti termo-elettrici a spina inferiore. — 31-5-1924.
- N. 193157 — SIEMENS ELEKTROWAERME GESELLSCHAFT m. b. H.: Radiatore per il riscaldamento elettrico di ambienti. — 23-12-1920.
- N. 200696 — SOC. AN. DES APPAREILS DE MANUTENTION ET FOURS STEIN: Dispositif de chauffage électrique des combustibles liquides. — 25-7-1921.
- N. 231202 — STRASSER A. & GRAHER O.: Riscaldatore elettrico. — 3-6-24.
- N. 205417 — VOEGELI F.: Appareil avec dispositif pour la génération électrique de la vapeur. — 14-12-1921.
- N. 199897 — SULZER Frères (Soc. An.): Apparecchio di riscaldamento elettrico per caldaie. — 30-6-1921 (Cpl).
- N. 229453 — ELECTRON Ltd.: Processo perfezionato per la precipitazione elettrolitica di cromo-metallico. — 10-4-1924.
- N. 194915 — SPIEL H.: Procédé et disposition pour l'accomplissement des réactions électrochimiques par des gas et des vapeurs. — 15-1-1921.

(\*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l' *Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9)*, la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca sui brevetti e marchi italiani e stranieri, come da sununcio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)

**Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA  
unitamente alla fascetta vecchia.**



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### RIUNIONE PLENARIA

DELLA

### Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia

Settembre 1927 — Como-Bellagio-Roma

A seguito delle deliberazioni prese nella seduta del Comitato Elettrotecnico Italiano del 22 corrente, diamo qui le prime notizie ufficiali relative alla manifestazione internazionale che seguirà in Italia nel prossimo settembre.

Per la sua organizzazione furono costituiti i seguenti Comitati:

#### COMITATO D'ONORE

**Presidente:** S. E. Benito Mussolini - Primo Ministro - Roma.

S. E. il Cardinale Pietro Maffi - Vescovo di Pisa.

S. E. Belluzzo On. Ing. Prof. Giuseppe - Ministro dell'Econ. Nazionale.

S. E. Ciano On. Gr. Uff. Costanzo - Ministro delle Comunicazioni.

S. E. Fedele On. Prof. Cav. Uff. Pietro - Ministro dell'Istruz. Pubblica.

S. E. Giuriati Avv. Gr. Cord. Giovanni - Ministro dei Lavori Pubblici.

S. E. Volpi Conte di Misurata Cav. Gr. Cr. Sen. Giuseppe - Ministro delle Finanze.

Bianchi Ing. Gr. Cord. Riccardo - Senatore del Regno.

Conti Ing. Ettore, Milano - Senatore del Regno.

Corbino Ing. Prof. Uff. Orso Mario, Roma - Senatore del Regno.

Luiggi Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi, Roma - Senatore del Regno.

Marconi Gr. Cr. Guglielmo, Roma - Senatore del Regno.

Mengarini Ing. Prof. Gr. Cr., Roma - Senatore del Regno.

Pirelli Ing. Gr. Cord. Battista, Milano - Senatore del Regno.

Rava Gr. Cord. Luigi - Presidente dell'E.N.I.T. - Senatore del Regno.

Ricci Prof. Corrado, Roma - Senatore del Regno.

On. Benni Stefano - Presidente Confederazione Generale Fascista Industriale, Milano - Deputato al Parlamento.

On. Motta Ing. Prof. Comm. Giacinto - Presidente F.E.N.A.G.R.I.E.L.

On. Ponti Ing. Prof. Gian Giacomo - Presidente U.N.F.I.E.L. - Torino.

On. Belloni Prof. Dott. Ernesto - Podestà di Milano.

Orsi Conte Sen. Prof. Pietro - Podestà di Venezia.

Garbasso Sen. Prof. Gr. Uff. Antonio - Podestà di Firenze.

On. Arpinati Leandro - Podestà di Bologna.

On. Baragiola Comm. Carlo - Podestà di Como.

Grisostomi Gr. Cr. Gualtiero - Commissario per l'Azienda Elettrica di Roma.

Cozza Conte Luigi, Gr. Cr. - Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Roma.

Oddone Gr. Cr. Ing. Cesare - Direttore Generale Ferrovie - Roma.

Pirelli Gr. Cr. Dott. Alberto - Presid. Ass. Società per Azioni - Milano.

Pession Gr. Uff. Comandante Prof. Giuseppe - Direttore Generale Poste Telegrafici.

Semenza Gr. Uff. Ing. Guido - Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale - Milano.

Majorana Ing. Comm. Quirino - Presidente Società Italiana di Fisica e del Congresso Internazionale di Fisica - Bologna.

Volta Prof. Luigi - Direttore Osservatorio Astronomico - Pino Torinese.

#### COMITATO ESECUTIVO

**Presidente onorario:** Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo Vallauri - Presidente generale dell'A. E. I.

**Presidente effettivo:** Ing. Prof. Gr. Uff. Luigi Lombardi - Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano.

**Vice Presidenti:** Ing. Prof. Gr. Uff. Ugo Bordoni - Vice presidente generale dell'A. E. I. — Ing. Prof. Comm. Guido Grassi - vice presidente del C. E. I.

**Segretari:** Ing. Prof. Comm. Angelo Barbagelata - Segretario del C. E. I. — Ing. Prof. Giuseppe Comboni - Segretario generale dell'A. E. I.

#### Comitato Lombardo

**Presidente:** Ing. Prof. Comm. On. Carlo Montù - Torino-Bellagio.

**Segretario:** Ing. Eugenio Gnesutta - Milano.

**Membri del C. E. I.:**

Alessandri Ing. Eugenio, Firenze — Campos Ing. Gino, Milano —

Catenacci Ing. Gino, Milano — Clerici Ing. Carlo, Milano —

Colombo Ing. Vitaliano, Milano — Correggiari Ing. Francesco, Mi-

lano — Cuccoli Ing. Giovanni, Milano — Emanuelli Ing. Luigi, Milano — Fachini Prof. Stefano, Milano — Ferrerio Ing. Piero, Milano — Forti Ing. Prof. Angelo, Milano — Furlanelli Ing. Lorenzo, Milano — Ganassini Prof. Ing. Gaetano, Milano — Guastalla Ing. Guido, Milano — Manfredi Ing. Francesco, Milano — Massarelli Ing. Francesco, Milano — Norsa Ing. Renzo, Milano — Ratti Ing. Natale, Milano — Rebora Ing. Prof. Gino, Milano — Sarli Ing. Cristianino, Cornigliano Ligure — Semenza Ing. Marco, Milano — Ucelli Ing. Guido, Milano — Vannotti Ing. Ernesto, Milano.

**Membri estranei al C. E. I.:**

Arnò Ing. Prof. Comm. Riccardo - Professore del R. Politecnico - Milano.

Brioschi Ing. Franco - Consigliere Delegato della Soc. Imprese Elettriche Brioschi - Milano.

Cicogna Ing. Comm. Conte Carlo - Presidente Azienda Elettrica Municipale di Milano.

Covi Ing. Adolfo - Consigliere Delegato della Soc. Elettr. dell'Adamello - Milano.

Dalò Ing. Comm. Gaetano - Direttore dell'Azienda Tramviaria Municipale - Milano.

Fantoli Ing. Prof. Gr. Cord. Gaudenzio - Direttore R. Politecnico - Milano.

Grassi Prof. Francesco - Milano.

Jachia Ing. Cav. Col. Salvatore - Direttore Soc. Elettr. Comacina - Como.

Lodolo Ing. Gr. Uff. Alberto - Direttore del Credito Italiano - Milano.

Macallini Ing. Gr. Uff. Luigi - Capo Compartimento FF. SS. - Milano.

Mazzoni Ing. Cav. Uff. Alfredo - Ufficio di Elettrificazione FF. SS. - Milano.

Merizzi Ing. Giacomo - Consigliere delegato della Società Interregionale Cisalpina - Milano.

Montù Ing. Ernesto - Milano.

Musa Ing. Comm. Enrico - Segretario generale del Comitato Voltiano - Como.

Pontremoli Prof. Aldo - Professore alla R. Università - Milano.

Violi Cav. Enrico - Podestà di Bellagio.

Vismara Ing. Emirico - Consigliere Delegato della Soc. Gen. Elettrica della Sicilia - Milano.

Zunini Ing. Comm. Prof. Luigi - Professore del R. Politecnico - Milano.

#### Comitato Veneto

**Presidente:** Ing. Gr. Uff. Achille Gaggia - Vice Presidente della Società Adriatica di Elettricità - Venezia.

**Segretario:** Ing. Roberto Marin - Vice Direttore Esercizio Soc. Adriatica di Elettricità - Venezia.

**Membri del C. E. I.:**

Lori Ing. Prof. Ferdinando, Padova — Pitter Ing. Antonio - Venezia.

**Membri estranei al C. E. I.:**

Amati Ing. Comm. Giuseppe - Direttore Generale Società Bolognese di Elettricità - Bologna.

Coen Cagli Ing. Gr. Uff. Enrico - Dirett. del Porto Industriale - Venezia.

Croce Ing. Gr. Uff. Alessandro - Soc. Adriatica di Elettricità - Venezia.

Danioni Ing. Comm. Filippo - Venezia.

Farina Vittorio - Capitano di vascello, Comandante interinale della Piazza Marittima di Venezia.

Fogolari Dr. Comm. Gino - Sovrintendente alle Belle Arti - Venezia.

Ghetti Ing. Cav. Uff. Ottoviano - Venezia.

Manzetti Prof. Riccardo - Soc. Adriatica - Venezia.

Marangoni Ing. Comm. Luigi - Direttore Uff. d'Arte Basilica San Marco - Venezia.

Marcello Sen. Comm. Gerolamo - Venezia.

Marzolo Ing. Prof. Francesco - Professore alla R. Scuola Ingegneria - Padova.

Migliani Ing. Comm. Luigi - Presidente del Magistrato alle Acque - Venezia.

Milani Ing. Comm. Paolo - Direttore Generale e Consigliere Delegato Società Elettrica Milani - Verona.

Parvopassu Prof. Ing. Comm. Carlo - Professore alla R. Università - Padova.

Ravà Gr. Uff. Max - Presidente Istituto Federale di Credito - Venezia.

Rossi Ing. Comm. Antonio - Cons. Delegato Soc. Euganea di Elettricità - Venezia.

Sanfilippo Ing. Comm. Edoardo - Capo Compart. FF. SS. - Venezia.

Stucky Ing. Gr. Uff. Giancarlo - Venezia.

Villabruna Cav. Ing. Francesco - Venezia.

#### Comitato Toscano

**Presidente:** Ginori Conti Principe Sen. Gr. Uff. Piero - Firenze.

**Segretario:** Martinez Ing. Paolo - Firenze.

**Membri del C. E. I.:**

Martinez Ing. Giulio, Firenze — Neri Ing. Giuseppe, Livorno — Sartori Prof. Giuseppe, Bologna.



Membri estranei al C. E. I.:

*Banti* Ing. Gioachino - Cons. della Soc. Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale - Pistoia.  
*Bianchi* Ing. Cav. Giuseppe - Capo Ufficio Studi Locomotive Elettriche FF. SS. - Firenze.  
*Chiossi* Ing. Gr. Uff. G. Battista - Servizio Trazione Materiale FF. SS.  
*Ciampolini* Ing. Cav. Uff. Nelson - Ufficio Elettrif. FF. SS. - Bologna.  
*Cuttica* Ing. Amedeo - Servizio Trazione FF. SS. - Firenze.  
*Ginori Venturi* Marchese Roberto - Firenze.  
*Liguori* Ing. Comm. Pirro - Cons. Del. della Soc. Ligure Toscana - Livorno.  
*Magrini* Dott. Franco - Firenze.  
*Mondolfi* Ing. Alberto - Firenze.  
*Montanari* Ing. Comm. Corrado - Ufficio Elettrif. FF. SS. - Bologna.  
*Monteverde* Ing. Comm. Aurelio - Direttore Soc. Tramways Fiorentini - Firenze.  
*Montuschi* Ing. Gr. Uff. Carlo - Capo Compartimento FF. SS. - Bologna.  
*Occhialini* Prof. Augusto - R. Università di Siena.  
*Pelegatti* Ing. Cav. Uff. Francesco - Ufficio Elettrificazione FF. SS. - Bagni Porretta.  
*Picchi* Ing. Prof. Alberto - Direttore Scuola Media Industriale Leonardo da Vinci - Firenze.  
*Prinetti* Ing. Ignazio - Direttore Centrale Soc. Elettr. Valdarno - Firenze.  
*Puccianti* Dott. Prof. Luigi della R. Università di Pisa.  
*Rampoldi* Ing. Gr. Uff. Attilio - Presidente del Direttorio della Corporazione Ingegneri Liberi Professionisti italiani - Firenze.  
*Righi* Ing. Aldo, della Soc. Bolognese di Elettricità - Bologna.  
*Rimini* Ing. Dott. Prof. Cesare - Bologna.  
*Salvini* Ing. Giuseppe, Direttore Generale della Soc. Ligure Toscana di Elettricità - Livorno.  
*Schiavon* Ing. Gr. Uff. Antonio - Capo Compartimento FF. SS. - Firenze.

#### Comitato Romano

**Presidente:** *Salvadori* Ing. Comm. Riccardo - Presidente dell'Associazione dell'A. E. I. - Roma.

**Segretario:** *Grillo* Ing. Guido - Roma.

Membri del C. E. I.:

*Barducci* Ing. Federico, Roma — *Bordoni* Ing. Prof. Ugo, Roma — *Ceradini* Ing. Emilio, Roma — *Del Buono*, Ing. Ulisse, Roma — *De Marchi* Ing. Giulio, Pisa — *Di Pirro* Prof. Giovanni, Roma — *Fano* Ing. Guido, Roma — *Jacobini* Ing. Prof. Oreste, Roma — *Peretti* Ing. Prof. Ettore, Roma — *Reversi* Ing. Prof. Giuseppe, Roma.

Membri estranei al C. E. I.:

*Ballanti* Ing. Comm. Umberto - Ispettore Capo Superiore FF. SS. - Roma.  
*Biagini* Ing. Cav. Uff. Augusto - Amm. Delegato Soc. Laziale di Elettricità - Roma.  
*Calzolari* Ing. Comm. Giorgio - Direttore Azienda Tramvie Municipali - Roma.  
*Canonica* Ing. Gr. Uff. Giuseppe - Direttore Generale dei Servizi Tecnici del Governatorato di Roma.  
*Cesari* Ing. Comm. Ettore - Direttore della Sezione Tecnologica dell'U.N.F.I.E.L. - Milano.  
*On. Ciappi* Ing. Gr. Uff. Anselmo - Professore alla R. Scuola di Ingegneria - Roma.  
*Colassanti* Comm. Arduino - Direttore Generale Belle Arti - Roma.  
*Challiol* Ing. Gr. Uff. Ernesto - Capo Servizio principale Movimento FF. SS. - Roma.  
*Crocco* Ing. Col. Gr. Uff. Arturo - Roma.  
*Faranda* Ing. Comm. Alberto - Roma.  
*Giglioli* Prof. Comm. G. Q. - Professore della R. Università di Roma.  
*Giorgi* Ing. Comm. Giovanni - Roma.  
*Grismayr* Ing. Comm. E. - Amministratore Delegato Società Elettroferroviaria, Roma.  
*Oro* Comm. Michele - Direttore generale della E.N.I.T. - Roma.  
*Puccioni* Ing. Comm. Corrado - Direttore Generale dell'Azienda Elettrica Municipale - Roma.  
*Schupfer* Ing. Comm. Francesco - Amm. Del. della Società Pugliese di Elettricità - Roma.  
*Spagnolo* Ing. Comm. V. - Amministratore Delegato Società Tramvie e Ferrovie Elettriche - Roma.  
*Tondelli* Avv. Gr. Uff. Vittorio - Vice Direttore Gen. FF. SS. - Roma.  
*Tosti* Ing. Comm. Luigi - Direzione Gen. FF. SS. Personale e Affari generali - Roma.  
*Trombetta* Ing. Gr. Uff. Amedeo - Capo Compartimento FF. SS. - Roma.  
*Vallecchi* Ing. Comm. Ugo dell'Ispettorato Gen. Ferrovie e Tramvie - Roma.  
*Velani* Ing. Gr. Uff. Luigi - Vice Direttore Elettrificazione Ferroviaria delle FF. SS. - Roma.  
*Virgili* Ing. Comm. Enea - Roma.  
*Viglione* Ing. Comm. Ottorino - Direttore Comp. Vagoni Letto - Roma.

\* \*

Il programma preliminare della riunione è il seguente:

## PROGRAMMA DELLA RIUNIONE

### DOMENICA 4 SETTEMBRE

Ore 15: Partenza in battello speciale da Como per Bellagio.  
 » 18: Seduta inaugurale della Riunione all'Hôtel Grande Bretagne.  
 » 21: Serata alla Villa Serbelloni.

### LUNEDÌ 5 SETTEMBRE

Ore 9-12: Rapporti degli Esperti.  
 » 15-18: Rapporti degli Esperti.  
 » 18: Garden-party nella Villa Montù.

### MARTEDÌ 6 SETTEMBRE

Ore 9-12: Lavori dei Comitati Motori primi, Macchine, Tensioni normali.  
 » 15-18: Lavori dei Comitati Motori primi, Macchine, Tensioni normali, Oli.  
 » 20: Banchetto al Grand Hôtel.

### MERCOLEDÌ 7 SETTEMBRE

Ore 9-12: Lavori dei Comitati Motori primi, Macchine, Tensioni normali.  
 » 12: Partenza in automobile per l'Alpe del Borgo.  
 » 12,30: Colazione all'Alpe del Borgo.  
 » 15-18: Lavori dei Comitati Motori primi, Macchine, Tensioni normali, Oli.

### GIOVEDÌ 8 SETTEMBRE

Ore 9-12: Lavori dei Comitati Motori primi, Nomenclatura, Macchine e Attacchi lampade.  
 » 15-18: Lavori dei Comitati Motori primi, Nomenclatura, Simboli, Regolamentazione linee  
 Per le Signore: Escursione in battello. - Visita del lago.

### VENERDÌ 9 SETTEMBRE

Ore 8: Partenza in battello per Varenna, donde con treno speciale per Chiavenna. - Visita agli impianti del Liro (offerta dalla Soc. Gen. Italiana Edison di Elettricità).  
 » 18 circa: Ritorno a Bellagio.

### SABATO 10 SETTEMBRE

Ore 9-12: Lavori dei Comitati Motori primi, Nomenclatura, Macchine, Regolamentazione linee.  
 » 15-18: Lavori dei Comitati Motori primi, Nomenclatura, Simboli, Motori trazione.  
 Per le Signore: Gita in Brianza in auto e ricevimento alla Villa Clerici ad Erba.

### DOMENICA 11 SETTEMBRE

Ore 8: Partenza per Como in battello speciale. - Commemorazione solenne di A. Volta in unione al Congresso Internazionale di Fisica. - Colazione ufficiale al Ristorante dell'Esposizione.  
 » 21: Ritorno in battello a Bellagio.

### LUNEDÌ 12 SETTEMBRE

Ore 9-12: Lavori dei Comitati Motori trazione, Lampade, Motori primi e Strumenti.  
 » 15-18: Lavori dei Comitati Motori primi, Lampade, Simboli, d'Azione.  
 Per le Signore: Escursione in battello ad Argegno e in auto alla Sighignola.  
 » 22: Serata Veneziana sul lago.

### MARTEDÌ 13 SETTEMBRE

Ore 8: Partenza in battello per Varenna, donde, in treno speciale, per Milano. - Visite alle Gallerie ed ai Monumenti. - Colazione ufficiale.  
 Pomeriggio: Visita ai principali Stabilimenti industriali.  
 Partenza per Venezia con treno speciale.

### MERCOLEDÌ 14 SETTEMBRE

Soggiorno a Venezia. - Visita della Città e di Murano.  
 Ore 20: Pranzo ufficiale al Lido.

### GIOVEDÌ 15 SETTEMBRE

Ore 7: Partenza in treno speciale per Conegliano. - Visita agli impianti di Piave S. Croce (offerta dal Gruppo Società Adriatica di Elettricità).

### VENERDÌ 16 SETTEMBRE

Ore 9: Visita al Porto industriale di Venezia ed alle Isole.  
 Partenza, nel pomeriggio, con treno speciale, per Firenze.

## SABATO 17 SETTEMBRE

- Ore 9: Visita alle Gallerie ed alla Città di Firenze.  
 » 20: Pranzo ufficiale.

## DOMENICA 18 SETTEMBRE

- Ore 10: Passeggiata ai Colli.  
 Partenza nel pomeriggio con treno speciale, per Roma.

## LUNEDÌ 19 SETTEMBRE

- Ore 9: Visita a S. Pietro e ai Musei Vaticani.  
 » 16: Omaggio al Milite Ignoto. - Commemorazione di A. Volta in Campidoglio.  
 » 20: Banchetto ufficiale all'Excelsior.

## MARTEDÌ 20 SETTEMBRE

- Ore 9: Visita ai Fori Imperiali ed al Palatino.  
 » 13: Colazione al Castello dei Cesari.  
 » 15: Visita alle Terme di Caracalla ed alla Via Appia.

## MERCOLEDÌ 21 SETTEMBRE

- Ore 8: Escursioni per gruppi ad Ostia, a Tivoli e ad Avezzano.

## GIOVEDÌ 22 SETTEMBRE

- Ore 9: Visita ai Musei cittadini.  
 » 16: Riunione plenaria della C.E.I. e chiusura dei lavori.  
 Thé alle Signore al Casino Valadier.  
 » 22: Partenza in treno speciale per Livorno-Pisa.

## VENERDÌ 23 SETTEMBRE

- Ore 8: Visita ai monumenti di Pisa ed agli impianti di elettrotrazione Pisa-Genova.  
 Colazione a Santa Margherita.  
 Pernottamento a Genova (vagoni-letto).

## SABATO 24 SETTEMBRE

- Ore 9: Visita alla sottostazione di Arquata.  
 » 12: Colazione a Torino.  
 » 14: Partenza per Modane.

\* \*

## RELAZIONI E COMUNICAZIONI annunciate per la XXXII Riunione Annuale dell'A.E.I. Como - 6-10 ottobre 1927

## TEMA A — Comunicazioni elettriche.

## Relazioni:

- Lo stato attuale della telefonia a grande distanza - G. DI PIRRO.  
 La telefonia urbana e i sistemi automatici - A. FARANDA.  
 Lo sviluppo della telegrafia sottomarina - G. PERILLI.  
 I sistemi telegrafici moderni - C. ALBANESE e T. MAZZUCA.  
 Il problema telefonico in Italia - G. PONTI.  
 La rete telefonica italiana interurbana in cavi - G. PESSON.  
 Struttura fisica dei suoni e loro percezione - U. BORDONI.  
 Le perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici e telefonici dalle linee ad alta tensione e a forte corrente - G. DI PIRRO.  
 Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche - G. PESSON.

## Comunicazioni:

- F. VECCHIACCHI - Taratura dei cinescopi radiotelegrafici. (*L'Elettrotecnica*, 15 Maggio 1927, n. 14, pag. 298).  
 G. VALLAURI - Confronti fra misure di frequenza, per mezzo dei piezorisuonatori.  
 C. MATTEINI - Rilievo delle caratteristiche di triodi trasmettenti.  
 V. GORI - Induzione mutua fra circuiti e velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche.  
 — Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici.  
 G. PESSON e T. GORIO - Impiego dell'oscillografo per lo studio delle correnti radiotelegrafiche.

## TEMA B — Isolamento delle grandi linee.

## Relazioni:

- Sulla tecnica degli isolatori - E. ALESSANDRI.  
 Particolari e accessori delle catene di isolatori - A. DALLA VERDE.  
 Isolatori passanti per altissime tensioni - G. SILVA.  
 Isolatori in porcellana, in vetro ed in pyrex per linee ad alta tensione - S. BROGGI.  
 Sul così detto invecchiamento degli isolatori - G. CERILLO - B. FOCCACCIA - L. SELMO.  
 Sulle prove degli isolatori - F. MOTTI.  
 Conduttori per linee ad altissima tensione - E. SEMENZA.  
 Sul collegamento a terra del neutro negli impianti ad alta tensione - G. CERILLO - B. FOCCACCIA - L. SELMO.

## Comunicazioni:

- L. SELMO - Sul selezionamento termico degli isolatori (*L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1927, n. 8, pag. 176).

\* \*

Notizie delle Sezioni

## SEZIONE DI TORINO

**Assemblea generale dei Soci del giorno 30 marzo 1927.****Ordine del Giorno:**

- 1) Comunicazioni del Presidente;
- 2) Discussione ed approvazione dei Bilanci consuntivo 1926 e preventivo 1927;
- 3) Relazione dei Sindaci;
- 4) Varie.

La seduta è aperta alle ore 21,30. Presiede l'Ing. Arigo.

Trovandosi per la prima volta dopo la sua nomina a presiedere l'assemblea generale dei soci il Presidente ringrazia anzitutto i colleghi dell'onore fattogli nel volerlo eleggere promettendo tutta la sua attività e buona volontà per meritarsi la fiducia in lui riposta, ed in particolare modo l'Ing. Palestino che lo ha voluto suo successore.

Riferisce sullo sviluppo e l'impulso che intende dare alla Sezione, ed a quanto si è già deliberato di fare in proposito, sia per aumentare il numero dei soci, sia per il riordinamento della Biblioteca.

Verranno organizzate delle gite sociali, che si augura saranno gradite e favorite dall'intervento di numerosi soci.

Riferisce sul ricevimento che si dovrà fare agli ospiti stranieri che verranno in Italia in occasione della Commemorazione Voltiana.

Avendo affrontato coraggiosamente la questione dei soci morosi, e l'aumento della quota sociale, si avvia la Sezione al consolidamento patrimoniale, colla speranza di portare il bilancio rapidamente in attivo.

Il Presidente comunica ancora che in occasione dell'inizio dell'anno Voltiano egli inviò il seguente telegramma al Comitato a Como:

*Comitato Onoranze Voltiane — Como.*

*Sezione Torino Associazione Elettrotecnica Italiana presente col pensiero inizio Anno Voltiano manda sua fervida adesione grandiosa manifestazione mondiale.*

Presidente: Ing. ARIGO.

al quale telegramma ricevette la seguente risposta:

*Ing. Arigo, Presidente A. E. I. — Torino.*

*Comitato Voltiano gratissimo pensiero cortese nobili parole ringrazia Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione Torino, rinnovando promessa elevare massima gloria memoria Sommo Volta.*

Presidente: BARAGIOLA — Segretario Generale: MUSA.

Le onoranze a Volta si sono iniziate con la pubblicazione Voltiana per la quale ognuno deve dare il proprio contributo di propaganda perchè venga maggiormente conosciuta l'opera del Grande Elettrotecnico.

Il Presidente comunica anche diverse discussioni avvenute relative alla pubblicazione della nostra Rivista, e le raccomandazioni che vennero fatte perchè essa contenesse delle relazioni per quanto possibile più accessibili alla maggioranza dei soci, e perchè venisse studiato il modo di diminuire il costo della stessa.

Riferisce sulla propaganda fatta per ottenere nuove adesioni a soci, specie collettivi e vitalizi. Comunica la iscrizione dell'On. Ponti a socio vitalizio e gli manda un ringraziamento ed un plauso al quale si associa l'assemblea.

Comunica ancora l'accettazione di nuovi soci collettivi ed individuali:

Società Anonima Gestione Officine Elettriche	collettiva
Società Anonima Biellese di Distribuzione	id.
Ing. Piero Riccadonna	individuale
Ing. Giacomo Garrone	id.
Sig. Cesare Comi	id.
Ing. Bianchini Bartho	residente all'estero
Sig. Bertetti Pietro	non residente

nonchè un gruppo di soci studenti presentati dal Direttore della Regia Scuola d'Ingegneria di Torino, Ing. Prof. Vallauri.

Il Presidente ricorda a questo punto, commemorandolo, l'Ing. G. E. Imoda, socio della nostra Sezione dal 1897, deceduto in questi ultimi tempi, fra il compianto di coloro che ne conoscevano le preziose doti di grande studioso e di operoso ed infaticato lavoratore, comunicando di aver inviato alla vedova le più vive e sincere condoglianze a nome della nostra Associazione.

La biblioteca sarà riordinata e verranno aggiunti nuovi abbonamenti ad interessanti giornali, e possibilmente dotata di nuove pubblicazioni recenti.

Il Presidente avverte i soci che si è costituito un Comitato per onorare il Prof. Grassi, ex Direttore della Scuola di Elettrotecnica del nostro Politecnico avendo lo stesso abbandonato la Scuola per limiti di età, e prega i soci di voler essere numerosi in tale manifestazione, che deve risultare un unanime riconoscimento dei meriti e dell'opera dell'illustre Insegnante e studioso.

Viene in seguito letto ed approvato all'unanimità senza discussione il verbale della seduta precedente.

Distribuite numerose copie del Bilancio consuntivo 1926 e pre-

ventivo 1927 ai soci intervenuti, dopo alcuni schiarimenti del Presidente, e la relazione dei Sindaci, i bilanci stessi vengono approvati all'unanimità senza discussione dall'assemblea.

Segue una comunicazione del socio Derossi: « Sui tubi al Néon e loro applicazioni », che viene vivamente applaudita dalla numerosa assemblea per le interessantissime notizie che accompagnate da numerose esperienze ed esempi di applicazioni pratiche, tengono attento l'uditorio per tutta la durata della comunicazione in modo tutto particolare. La seduta viene tolta alle ore 23,30.

#### BILANCIO CONSUNTIVO AL 31 DICEMBRE 1926.

##### Attività :

Fondo di Cassa al 1° gennaio . . . . .	L. 4.376,28
Quote incassate :	
N. 713 quote soci individuali 1926 . . . . .	L. 48.037,25
» 43 » soci collettivi 1926 . . . . .	» 8.550,—
» 23 » di anni precedenti . . . . .	» 1.440,—
	» 58.027,25
Incassate per rimborso spese postali . . . . .	» 39,45
» » » » varie . . . . .	» 110,50
Interessi attivi sul Consolidato e libretto Opere Pie di San Paolo . . . . .	» 753,75
Saldo passivo Esercizio 1926 . . . . .	» 2.847,57
	<u>L. 66.154,80</u>

##### Passività :

Versate alla Sede Centrale, n/ contributo sulle quote soci . . . . .	L. 40.080,—
Versate alla Federazione Società Scientifiche a saldo cont. 1926 . . . . .	» 15.800,—
Da versare alla Sede Centrale a saldo contributo 1926 quote sociali . . . . .	» 2.885,—
Spese Segreteria e Cassa . . . . .	» 2.205,85
» postali . . . . .	» 170,—
» per conferenze varie . . . . .	» 499,90
» di rappresentanza . . . . .	» 1.780,—
» cancelleria e stampati . . . . .	» 921,—
» abbonamento Riviste e periodici vari . . . . .	» 983,50
» biblioteca . . . . .	» 40,—
» varie . . . . .	» 488,65
	<u>L. 66.154,80</u>

#### SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1927.

Consolidato 5 % : valore nom. L. 4.200 a L. 80 . . . . .	L. 3.260,—
Saldo Passivo come da bilancio . . . . .	» 2.847,57
	<u>L. 422,43</u>

#### BILANCIO PREVENTIVO ESERCIZIO 1927.

##### Attività :

Quote sociali da incassarsi :	
N. 47 soci collettivi a L. 300 . . . . .	L. 12.300
» 360 » residenti a L. 100 . . . . .	» 36.000
» 344 » non residenti a L. 85 . . . . .	» 29.240
	<u>L. 77.540,—</u>
Interessi attivi . . . . .	» 350,—
Da incassarsi per conto della Sede Centrale per le Onoranze ad A. Volta :	
N. 41 soci a L. 50 . . . . .	L. 2.050,—
» 704 » » » 15 . . . . .	» 10.560,—
	» 12.610,—
Totale	<u>L. 90.500,—</u>

##### Passività :

Contributo alla Sede Centrale quote sociali . . . . .	L. 36.600,—
Contributo alla Sede Centrale per Onoranze ad A. Volta . . . . .	» 12.610,—
» » Federazione Soc. Scientifiche . . . . .	» 17.200,—
Spese di Segreteria . . . . .	» 2.800,—
» di Cassa . . . . .	» 500,—
» postali . . . . .	» 1.000,—
» stampati e cancelleria . . . . .	» 1.500,—
» per abbonamenti e periodici vari . . . . .	» 1.800,—
» conferenze . . . . .	» 800,—
» biblioteca . . . . .	» 3.800,—
» rappresentanza . . . . .	» 1.500,—
Passività da reintegrarsi Esercizio 1926 . . . . .	» 2.847,55
Spese impreviste . . . . .	» 7.542,45
Totale	<u>L. 90.500,—</u>

\* \*

#### SEZIONE DI LIVORNO

La mattina del 10 aprile la Sezione, cortesemente ospitata dalla R. Accademia Navale, si è riunita sotto la presidenza dell'Ing. Giuseppe Salvini in una sala dell'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina per ascoltare la comunicazione del chiarissimo Prof. Gr. Uff. Giancarlo Vallauri sul tema: « Prove su campioni internazionali di frequenza ».

L'illustre conferenziere inizia la sua esposizione premettendo che il problema della esatta misura delle frequenze nelle trasmissioni radiotelegrafiche è di capitale importanza, specialmente ora che le stazioni trasmettenti si accrescono rapidamente in numero.

Accenna agli inconvenienti che possono derivare dall'impiego dei cimometri ordinari per la loro insufficiente stabilità col tempo, ed alla necessità di ricorrere sovente al loro campionamento per mezzo di oscillatori piezoelettrici che sembrano avere buoni requisiti d'invariabilità tanto da potere essere adoperati come campioni.

Il Bureau of Standards di Washington ha preso l'iniziativa di far circolare per la loro taratura fra quattro principali laboratori europei, due piezoscillatori allo scopo di confermare la stabilità di essi ed eseguire nello stesso tempo un confronto fra i diversi metodi di misura impiegati dai vari lavoratori.

L'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della R. Marina diretto dal Prof. Vallauri, ha dato una sua propria soluzione a questo delicato problema ed i valori determinati sul primo campione già ritornato al Bureau of Standards sono risultati in ottimo accordo con quelli che lo stesso Bureau of Standards aveva determinato con i suoi accuratissimi metodi.

Con eleganti esperienze il Prof. Vallauri ha mostrato come con la utilizzazione delle armoniche attraverso piezoscillatori si possa risalire da frequenze basse, tali quali possono essere fornite da un alternatore a nota musicale o da elettrodiapason, a frequenze elevatissime dell'ordine di  $10^7$  e più oscillazioni per secondo; la precisione con la quale queste ultime vengono ad essere determinate è molto vicina a quella con cui possano venire eseguite le misure di tempo.

L'Istituto Radiotelegrafico della R. Accademia Navale ha anche costruito alcuni piezoscillatori che tarati accuratamente nell'Istituto stesso vi rimangono depositati come campioni italiani.

La interessantissima comunicazione esposta in forma chiara e brillante è stata seguita con grande attenzione dagli intervenuti che salutarono alla fine il valente conferenziere con un lungo applauso.

\*

La mattina del 6 maggio, per gentile concessione della Società Ligure Toscana di Elettricità, ha avuto luogo la visita alla nuova centrale termo elettrica del Marzocco la cui costruzione sarà tra poco ultimata. Gli intervenuti sono stati ricevuti e accompagnati nella visita dal Direttore Generale Ing. Giuseppe Salvini e dal Direttore Tecnico Ing. Giuseppe Neri che hanno cortesemente ed esaurientemente soddisfatto al vivissimo interesse destato in tutti per la imponente opera.

Questa centrale attualmente la più potente in Italia, sarà alimentata con carbone polverizzato principalmente allo scopo di utilizzare anche combustibili nazionali ed è provvista di un importante impianto per la polverizzazione, essiccazione e trasporto del combustibile alle caldaie, impianto capace di produrre 24 tonnellate di carbone polverizzato all'ora. I generatori di vapore del tipo multitubolare provvisti di economizzatori e con camini a tiraggio meccanico indotto forniranno vapore alla pressione di 30 atmosfere e saranno alimentati con acqua sottoposta prima a processo di degassazione.

Particolare interesse ha destato l'esame dei gruppi turbo-alternatori che in numero di tre della potenza complessiva di 42.000 kW saranno installati nella grandiosa sala macchine.

Le turbine a vapore sono del tipo a doppia rotazione, a 3000 giri, geniale ed accuratissima costruzione della Svenka Turbin Fabriks Aktieholaget Ljunstrom.

Per provvedere al rifasamento delle reti nella stessa sala saranno installati ancora due condensatori rotanti della potenza complessiva di 10.000 kVA.

La potenza che i turbo generatori forniscono a 5000 volt potrà essere immessa attraverso a quattro trasformatori nelle sbarre ad alta tensione del quadro dove giungono le linee a 30.000 volt ed a 60.000 volt di collegamento con le altre centrali mentre una parte, alla stessa tensione di 5000 volt, sarà immessa nelle 10 linee in partenza dalla Centrale per l'alimentazione della Città di Livorno. Terminata la interessantissima visita è stato offerto un signorile rinfresco ai soci che lasciarono poi la Centrale esprimendo il loro vivissimo compiacimento e rivolgendo ai cortesi Dirigenti la Società Ligure Toscana sentiti ringraziamenti per la cordiale ospitalità avuta.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Dalla Fiera di Milano all'Esposizione di Como.

I giornali politici hanno già diffuso ovunque i particolari della cerimonia inaugurale della esposizione Voltiana, svoltasi felicemente il 28 maggio u. s., coll'intervento di S. M. il Re e di S. E. l'On. Belluzzo, e non crediamo il caso di ripetere qui quanto già i lettori conoscono.

Neppure sono questi il luogo ed il momento per entrare in particolari descrittivi dell'esposizione: essa sarà la metà di visite ufficiali durante la riunione annuale dell'A. E. I. nel prossimo ottobre, e nel suo ambiente si svolgeranno, durante tutta l'estate, i più importanti congressi nazionali ed internazionali. Non mancherà quindi l'occasione di occuparci delle molte cose interessanti che essa contiene. Limitandoci qui a registrare la favorevolissima impressione di una prima, rapida visita, vogliamo solo ricordare la parte preminente, avuta dalla A. E. I. nella organizzazione della mostra stessa. Tutte le trattative cogli espositori furono condotte dalla Segreteria generale della nostra Associazione, in conseguenza degli accordi presi da tempo dalla passata Presidenza Generale, in virtù dei quali l'A. E. I. assumeva la consulenza tecnica per l'organizzazione della mostra delle comunicazioni elettriche. Il lavoro non fu di lieve momento, ma pensiamo che dopo la felice inaugurazione, il nostro Segretario Generale, Ing. Comboni, possa sentirsi veramente soddisfatto.

\*

Intanto, secondo il carattere necessariamente un po' retrospettivo di una rivista come *L'Elettrotecnica*, ci occupiamo in questo numero della Fiera Campionaria tenutasi lo scorso aprile a Milano, nella quale, come sempre, l'elettrotecnica rappresentava una parte cospicua. Come già gli anni scorsi, per raccogliere più esatte informazioni, ci siamo rivolti a tutti gli espositori i quali hanno generalmente risposto con grande cortesia e premura alle nostre richieste, cosicchè confidiamo di non aver commesso gravi omissioni. Di quelle involontarie, che avessimo potuto ancora commettere chiediamo venia fin d'ora; come lasciamo ai pochi, ripetutamente invano interpellati, la responsabilità delle omissioni che li riguardano.

### La teoria delle turbine.

Nella seconda parte del suo importante lavoro, l'Ing. BÜCHI tratta oggi in modo generale della teoria delle turbine a reazione e della genesi delle più moderne turbine ad elica. Siamo certi che molti colleghi vedranno con piacere l'occasione di rinfrescare cognizioni e studi ormai lontani e di apprendere i più recenti sviluppi.

Ed apprezzeranno ancora una volta — per contrasto — l'intrinseca semplicità delle leggi che governano le macchine elettriche e che ne hanno consentito il rapido e meraviglioso sviluppo.

### LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'*ELETTROTECNICA* potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

## FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE IN SERIE DELLE TURBINE IDRAULICHE A REAZIONE

G. BÜCHI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1927

(Continuazione, v. N. 15, pag. 321)

### CAP. III

### LA TEORIA A DUE DIMENSIONI.

#### 9. - Il principio di Bernoulli e sua estensione.

A maggior chiarimento degli accenni alla nuova teoria delle turbine ricordiamo questi punti essenziali:

Il principio di Bernoulli stabilisce che in un filetto fluido di energia costante, cioè senza trasmissione di energia o perdita per attrito, l'aumento di energia cinetica è uguale alla diminuzione di energia potenziale, ossia:

$$\frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} = H + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = H + h_1 - h_2 = H_p$$

in cui  $c_1$  e  $c_2$  sono le velocità in due punti,  $H$  il loro dislivello,  $p_1$  e  $p_2$  le pressioni esistenti negli stessi, essendo  $\gamma$  il peso specifico del fluido,  $h_1$  e  $h_2$  le altezze piezometriche corrispondenti,  $H_p$  la diminuzione di energia potenziale o caduta piezometrica (fig. 8). Lo stesso principio si può anche riassumere più sem-

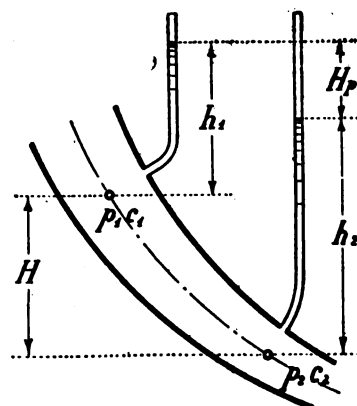


Fig. 8. — Principio di Bernoulli:  $\frac{c_2^2 - c_1^2}{2g} = H + h_1 - h_2$ .

plicemente nel caso del movimento piano orizzontale, ossia quando la variazione di livello è trascurabile rispetto all'energia totale, nell'espressione:

$$\frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{cost}, \quad (4)$$

cioè dicendo che la somma dell'energia di pressione e di quella cinetica è costante lungo tutto il filetto.

Questa legge che vale per un filetto soggetto a variazioni di velocità e pressione, nella vecchia teoria ad una dimensione



si applica anche lungo un canale, supponendo in ogni sezione normale la velocità e la pressione uniformi.

Questa ipotesi semplificativa ammissibile per canali di sezione relativamente ristretta non è però valida in generale specialmente in presenza di un movimento curvilineo. Riferendoci ad una corrente ideale senza attrito, cioè di energia costante, è evidente che si avrà la stessa energia anche su ogni superficie normale alla corrente stessa (superficie di livello), il che non impedisce che coesistano pressioni e velocità diverse purchè secondo la legge di Bernoulli ad ogni variazione dell'una corrisponda una equivalente variazione inversa dell'altra. Nel movimento curvilineo di un fluido si generano appunto forze centrifughe che hanno per effetto un aumento di pressione dall'interno all'esterno della curva. A questo aumento deve corrispondere una diminuzione di velocità, e se ne ricava facilmente la legge considerando per semplicità il movimento curvilineo di un fluido ideale in un canale orizzontale compreso fra due piani paralleli (fig. 9).

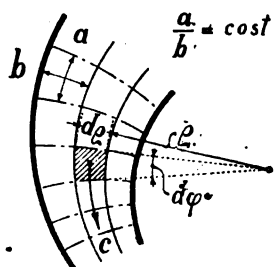


Fig. 9. — Corrente ideale a due dimensioni.

Per un elemento di fluido la forza centrifuga sarà espressa da:

$$dC = dm \frac{c^2}{\rho} = \rho d\varphi \cdot d\rho \cdot b \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{c^2}{\rho}$$

indicando con  $b$  l'altezza costante del canale, e l'aumento di pressione per il tratto  $d\rho$  riferito all'unità di superficie:

$$dp = \frac{dC}{\rho d\varphi \cdot b} = d\rho \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{c^2}{\rho}$$

Supposto per il principio di Bernoulli  $\frac{p}{\gamma} + \frac{c^2}{2g} = \text{cost}$ , sarà:

$$\frac{dp}{\gamma} + \frac{c \cdot dc}{g} = 0$$

da cui:

$$\frac{c \cdot dc}{g} + \frac{d\rho}{g} \cdot \frac{c^2}{\rho} = 0$$

ossia:

$$\frac{dc}{c} + \frac{d\rho}{\rho} = 0.$$

Nel caso particolare in cui tutti i filetti si muovessero pa-

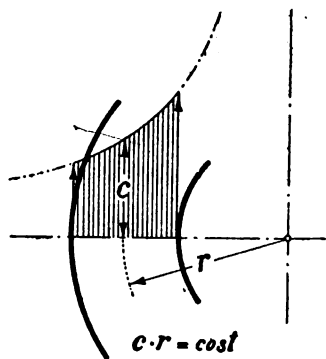


Fig. 10. — Movimento circolare.

rallelamente descrivendo archi concentrici si potrebbe ritenere  $d\rho$  come differenziale del raggio  $r$ , quindi:

$$\frac{dc}{c} + \frac{dr}{r} = 0$$

da cui

$$c \cdot dr + r \cdot dc = d(c \cdot r) = 0$$

ed integrando:

$$c \cdot r = \text{cost.} \quad (5)$$

Secondo questa legge la velocità in curva sarebbe distribuita secondo un'iperbole (fig. 10).

Per una corrente ideale qualsiasi non trattandosi più di traiettorie circolari concentriche ma di curve a raggio variabile, la formula si generalizza se al raggio  $r$  si sostituisce l'arco corrispondente  $a$  che per un angolo infinitesimo è ad esso proporzionale, e diventa  $c \cdot a = \text{cost}$ .

Una corrente piana si rappresenta graficamente supposta suddivisa in correnti parziali o tubi di corrente di egual portata e tracciando le linee di corrente che li individuano, le quali risulteranno distanti fra di loro in ragione inversa delle velocità ad essi corrispondenti. Questo tracciato secondo la legge accennata (fig. 9) soddisferà quindi alla condizione:

$$\frac{a}{b} = \text{cost},$$

essendo  $b$  la distanza fra due filetti contigui inversamente proporzionale alla velocità media  $c$  in questo intervallo <sup>(22)</sup>.

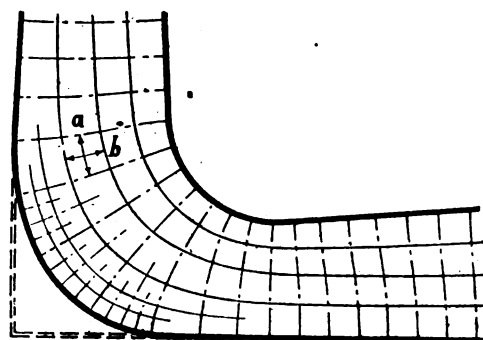


Fig. 11. — Profilo di gomito aspirante ad ampia curvatura.

La legge  $\frac{a}{b} = \text{cost}$  permette di risolvere graficamente con pochi tentativi il problema del tracciamento di qualsiasi corrente potenziale piana (a due dimensioni) e serve anche in pratica come orientamento nello studio delle correnti reali. La figura 9 rappresenta un esempio di corrente ideale in un canale convergente, in cui il tracciato delle linee di livello soddisfa alla condizione  $\frac{a}{b} = 1$ . Altri esempi sono dati dalle fig. 11 e 12 che si riferiscono a due tipi di gomiti aspiranti usati per le turbine.

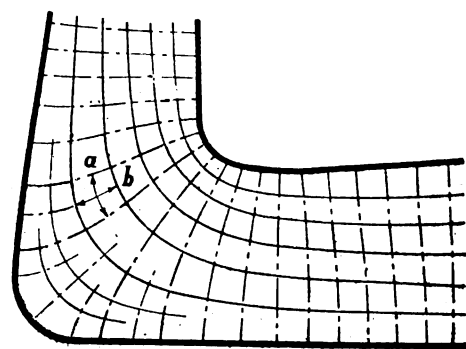


Fig. 12. — Profilo di gomito aspirante a stretta curvatura.

Notiamo che nel passaggio dal movimento rettilineo a quello curvilineo, quale si avrebbe in un canale curvo preceduto da un tratto rettilineo, la legge  $c \cdot r = \text{cost}$  darebbe luogo ad una discontinuità poichè la velocità uniforme nel primo tratto dovrebbe improvvisamente variare in relazione alla curvatura. Anche col metodo grafico vediamo nella fig. 13 che mantenendo le linee di corrente equidistanti e parallele per tutto il tratto rettilineo non si riuscirebbe a seguire col tracciato la curvatura interna del canale seguente. Vale a dire che bisogna ammettere una deviazione delle linee di corrente già nel tratto rettilineo

<sup>(22)</sup> In teoria questa corrente ideale si chiama *corrente potenziale* per l'analogia fra le linee di corrente e le linee di forza considerate nella teoria dei potenziali, di grande importanza nella fisica matematica e nella teoria dell'elettricità.

precedente la curva per influenza della curva stessa, come appunto risulta dall'esperienza. Per questo motivo nelle fig. 11 e 12 è ammessa una deviazione delle linee di corrente anche nel tratto rettilineo d'arrivo precedente la curva.

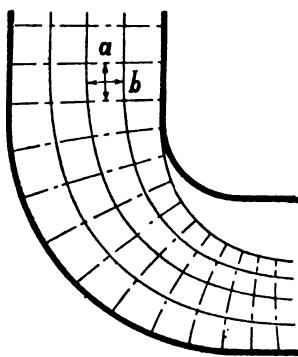


Fig. 13. — Tendenza della corrente di staccarsi dalla parete di un gomito.

Dal tracciato della fig. 11 appare come in un canale curvo i filetti interni ed esterni si comportino in modo molto differente, poichè quelli più esterni rallentano dapprima fino al vertice della curva per poi accelerare, mentre quelli più interni accelerano per poi rallentare. Sappiamo che per effetto dei vortici le maggiori perdite di trasformazione si hanno nel rallentamento ed a queste in definitiva si devono attribuire le perdite della corrente in curva. Occorre però distinguere le due cause di rallentamento che agiscono nel canale considerato. Verso l'esterno della curva si ha un aumento di pressione dovuto alla forza centrifuga, per

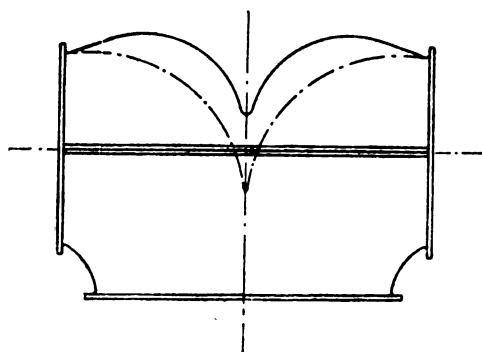


Fig. 14. — Camera centrale di scarico per turbina doppia.

cui il rallentamento della corrente è una conseguenza necessaria se l'energia totale secondo l'ipotesi è rimasta costante. Invece all'interno della curva nel secondo ramo non esiste una causa diretta di aumento di pressione. La velocità rallenta perchè la sezione va aumentando, quindi la pressione aumenta in virtù del principio della conservazione dell'energia, ma solo in quanto la corrente riempiendo la sezione disponibile ha rallentato; se ciò non avviene anche l'aumento di pressione manca. In pratica con un fluido reale la corrente in un canale a sezione crescente ha effettivamente tendenza di staccarsi dalle pareti conservando la

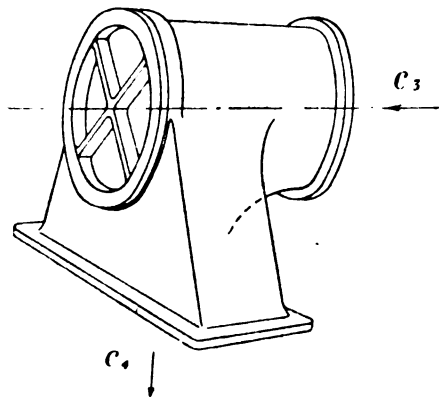


Fig. 15. — Gomito di scarico tipo Kaplan.

sua velocità e questo è l'inconveniente più da temersi lungo la parete interna di un canale curvo. Per evitarlo o ridurlo si fa la curva interna più ampia possibile, specialmente nel secondo ramo dove avviene il rallentamento.

Nella fig. 11 la corrente ideale tracciata colla nota legge presenta un caratteristico rigonfiamento in corrispondenza della curvatura, che è ancora più accentuato nella fig. 12 in cui la curvatura interna è, relativamente alla sezione del canale, ancor più sentita. In conseguenza la curva esterna può ridursi di molto fino a formare un vero gomito che, per quanto perfettamente razionale, non può a meno di destare qualche dubbio in chi è abituato a considerare i fenomeni idraulici con i concetti della vecchia teoria ad una dimensione. Per una ragione analoga le camere centrali di scarico delle turbine doppie, che si possono considerare come risultanti dall'accoppiamento di due gomiti, si fanno ora panciute (fig. 14) dove qualche anno addietro si riteneva conveniente fossero schiacciate per assicurare una migliore deviazione.

Notiamo che anche nel caso della fig. 11 sostituendo alla relativamente ampia curva esterna lo spigolo punteggiato la corrente non ne risentirebbe affatto, come è stato anche constatato dalle esperienze, poichè lo spazio non occupato dalla corrente si mantiene pieno di fluido stagnante in pressione per effetto della forza centrifuga, e fa da cuscino deviatore. Di questo tipo è il noto gomito Kaplan (fig. 15).

Lo stesso metodo di tracciamento può servire per studiare la corrente attraverso le pale di un distributore (fig. 16) ed in-

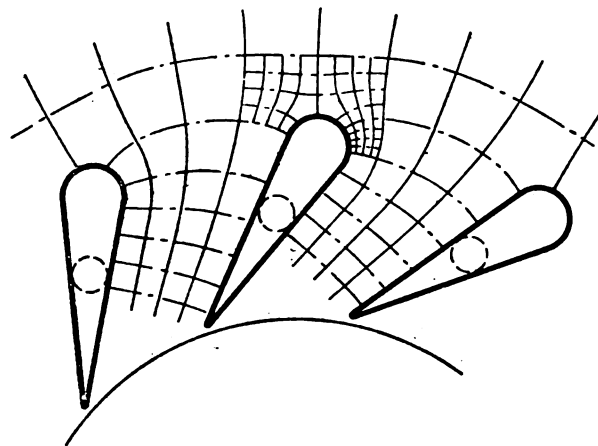


Fig. 16. — Corrente attraverso un distributore.

direttamente per ricavare la distribuzione delle pressioni sulle medesime e valutare lo sforzo necessario per la regolazione. Dal tracciato appare l'opportunità di arrotondare l'estremità delle pale verso l'arrivo allo scopo di evitare contrazioni e distacco della corrente quando la sua direzione non corrisponde a quella delle pale stesse.

#### 10. - Il vortice e sua combinazione con una corrente parallela.

Se la corrente circolare ideale determinata dalla legge  $c \cdot r = \text{cost}$  (fig. 10) si chiude su se stessa forma un *vortice*, cioè una corrente ideale in cui esiste perfetto equilibrio fra le pressioni residue corrispondenti alle diverse velocità e le forze centrifughe sviluppate, rappresentata dalla fig. 17. La legge

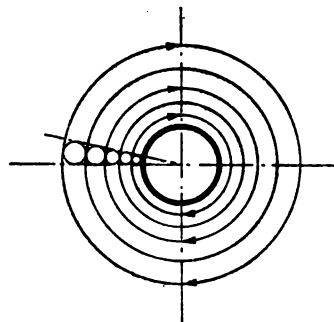


Fig. 17. — Corrente circolare o vortice.

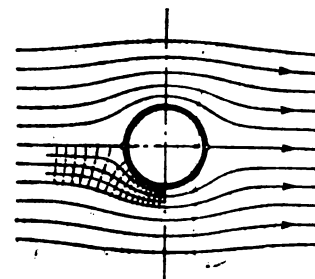


Fig. 18. — Corrente parallela deviata da un ostacolo cilindrico.

che lo definisce indica però che al centro per  $r = 0$  la velocità  $c$  dovrebbe essere infinita. Poichè la velocità potrà solo aumentare in proporzione della differenza di pressione disponibile, si deduce che da questo movimento dovrà essere esclusa una zona centrale. In pratica non si può fare astrazione dall'attrito che specialmente si farà sentire verso il centro dove la velocità è maggiore, per cui la parte centrale del vortice, che costituisce il *nucleo*, sarà formata da fluido trascinato in rotazione dall'at-

trito ed il nucleo sarà tanto più grande quanto maggiore è la viscosità del fluido stesso <sup>(23)</sup>.

Combinando una corrente ideale simmetrica con una circolazione si ottiene una corrente risultante della massima importanza, studiata per primo dall'inglese *Lamb*. Si consideri la corrente piana parallela nella quale si trova immerso un cilindro circolare (fig. 18), che non risentirà alcuna spinta essendo la corrente ideale perfettamente simmetrica. Questa corrente combinata con una circolazione (fig. 17) dà per risultante una corrente ancora simmetrica rispetto al piano assiale normale alla direzione primitiva della corrente, ma deviata prima e dopo. Ne risulta cioè secondo la fig. 19 un aumento della velocità in corrispondenza della parte superiore del cilindro, dove le linee di corrente si sono avvicinate, ed un rallentamento nella parte inferiore dove le stesse linee si sono allontanate. Poichè all'aumento della velocità corrisponde una diminuzione della pressione, e viceversa, il cilindro risentirà per conseguenza una spinta trasversale verso l'alto, mentre la resistenza resta ancor sempre nulla nel senso della corrente principale. Ad ogni circolazione corrisponde una determinata posizione dei punti di biforcazione, rispettivamente di riunione della corrente, quindi un determinato valore dell'angolo  $\delta$  ed una corrispondente spinta laterale.

Questo effetto viene utilizzato nella propulsione delle navi mediante le vele rotanti (sistema *Flettner*), che sono cilindri di notevoli dimensioni messi in rotazione da un piccolo motore. La circolazione ossia la deviazione della corrente è in questo caso dovuta al trascinamento del fluido che aderisce alla parete cilindrica, per cui la corrente risultante influenzata dall'attrito non può essere così regolare e simmetrica come appare dalla fig. 19.

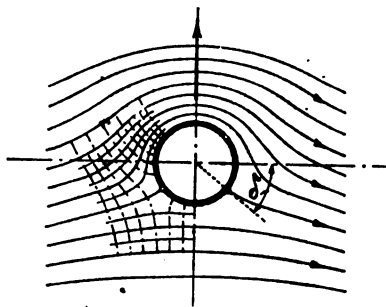


Fig. 19. — Combinazione di una corrente simmetrica con una circolazione.

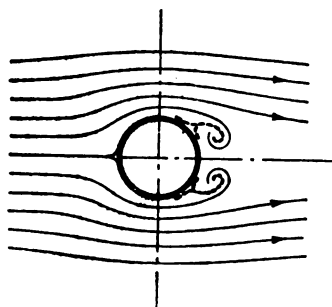


Fig. 20. — Sviluppo del vortice dallo strato limite.

Infatti l'azione di un ostacolo cilindrico in una corrente parallela è appunto l'esempio classico per dimostrare la differenza fondamentale di comportamento fra una corrente ideale ed una reale soggetta all'attrito. Risulta dalle esperienze che la corrente divisa e deviata dal cilindro non si ricongiunge subito dietro di esso poichè entrando nella zona posteriore si stacca dalla parete (fig. 20) riunendosi molto più lontano e racchiudendo una zona o coda di vortici intermittenti. Si forma cioè una superficie di discontinuità che avvolge detta zona vorticoso, al di fuori della quale la corrente si comporta come una corrente ideale.

## 11. - Teoria dello strato limite.

Il *Prandtl* (1904) studiò questo fenomeno in modo rigoroso riuscendo anche a darne una esauriente spiegazione mediante la teoria dello *strato limite* applicata ai fluidi di piccola viscosità, quali sono l'aria e l'acqua cioè quelli che più interessano la tecnica. E' questo lo strato di fluido che per effetto della viscosità rallenta in prossimità della parete, tanto più sottile quanto minore è la viscosità del fluido e soggetto quindi ad un forte salto di velocità, per cui la viscosità sebbene piccola non è più trascurabile. Al di là dello strato limite la corrente libera può

<sup>(23)</sup> Il vortice è completamente determinato dal prodotto della circonferenza di un cerchio per la velocità  $u$  del fluido lungo il medesimo. Questa costante  $2\pi r \cdot u$  si chiama *circolazione* e caratterizza pure il nucleo del vortice, potendosi essa considerare come il prodotto dell'area del nucleo per la costante  $2\omega$  ossia:

$$2\pi r \cdot u = 2\pi r \cdot r \omega = \pi r^2 \cdot 2\omega,$$

essendo  $\omega$  la velocità angolare del nucleo,  $r$  il suo raggio esterno.

essere considerata come senza attrito, ma può essere influenzata da questo strato limite fino a risultarne completamente trasformata. Così nell'esempio considerato (fig. 20) lo strato limite, la cui energia è già molto ridotta all'uscire dalla zona anteriore del cilindro, pervenuto in un campo di pressione crescente non è più in grado di proseguire e si accumula; ad un certo punto si stacca dalla parete deviando lateralmente e penetra nella corrente libera formando uno strato di separazione, il quale però non è stabile, scomponendosi tosto in una serie di vortici.

Dalla teoria dello strato limite deriva la teoria della resistenza di *Kàrmàn* (1911), che studiò la formazione di questi vortici dai quali appunto dipende la resistenza che si oppone al movimento di un corpo immerso in un fluido. Partendo dal concetto che anche il sistema di vortici tende ad assumere una conformazione dotata di una relativa stabilità, il *Kàrmàn* dimostrò teoricamente il fatto verificato dall'esperienza, che i vortici si staccano ai due lati del corpo alternativamente formando due file parallele di vortici rotanti in senso opposto e spostati di mezzo passo, che si spengono gradatamente per effetto del lavoro d'attrito (fig. 21) <sup>(24)</sup>.

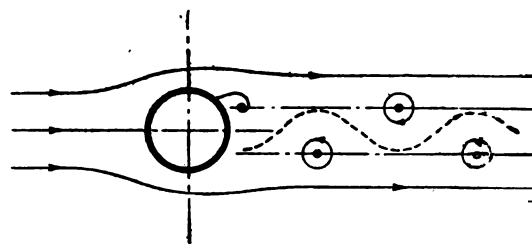


Fig. 21. — Coda di vortici alternati (*Kàrmàn*).

E' evidente quindi l'opportunità di dare al corpo immerso nella corrente una forma allungata posteriormente (forma a goccia) per rendere il più lento e graduale possibile l'aumento di pressione lungo la parete ed evitare il distacco dello strato limite con la conseguente formazione di moti vorticosi. Così lo stesso effetto della deviazione della corrente colla creazione di una spinta laterale si può entro certi limiti ottenere in buone condizioni con un fluido reale mediante il ben noto profilo allungato di minima resistenza a forma di ala (fig. 22) adottato per le ali portanti dei velivoli.

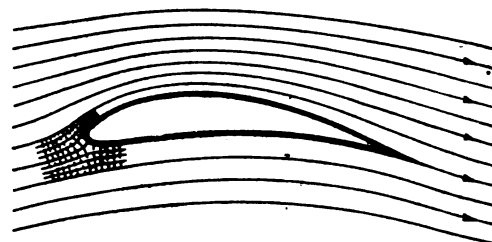


Fig. 22. — Profilo portante di minima resistenza.

Le deduzioni precedenti riferite ad una corrente di energia costante si applicano senz'altro alle pale di una turbina (fig. 24) considerando la corrente relativa lungo le medesime, la quale dà luogo alla spinta motrice senza però eseguire alcun lavoro; questo compare invece considerando la velocità assoluta, risultante della velocità periferica e della relativa anzidetta. Dall'esame della fig. 22 si deducono i nuovi concetti per il tracciamento delle pale, che cioè lo spigolo all'entrata contrariamente all'abitudine inveterata, può o deve essere arrotondato e che gli angoli all'entrata ed all'uscita della pala sono diversi da quelli della corrente principale deviata, e precisamente la deviazione subita dalla corrente è minore della variazione degli angoli estremi della pala stessa.

La teoria dello strato limite del *Prandtl* ha recentemente avuto un'interessante applicazione la cui importanza pratica è per ora difficile valutare. Dal concetto che i fenomeni vorticosi, che rendono le correnti reali così difformi da quelle teoriche, sono effetto del distacco dello strato limite è nata l'idea (1923)

<sup>(24)</sup> Questo fenomeno si può osservare in una bandiera al vento, il cui drappo appare percorso da onde dovute ai vortici che si staccano lateralmente dall'asta. Ad un fenomeno analogo si devono attribuire nei fili tesi le vibrazioni normali alla direzione del vento.

di impedire questo distacco aspirando lo strato limite all'interno del corpo lambito dalla corrente attraverso fessure nella superficie<sup>(25)</sup>. Le esperienze confermano il principio e così nel caso della fig. 20, aspirando lo strato limite attraverso opportune fessure nei punti ove si manifesta la tendenza al distacco, è possibile ottenere effettivamente la corrente teorica simmetrica (fig. 18) che il senso pratico giudicherebbe senz'altro irrealizzabile.

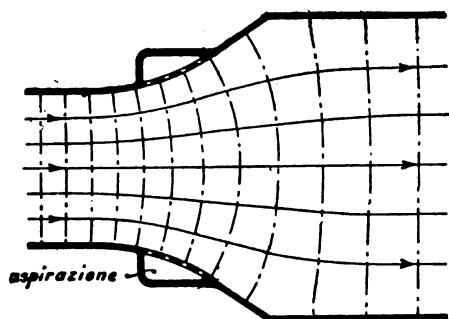


Fig. 23. — Diffusore con aspirazione dello strato limite.

Un'applicazione pratica nel campo delle turbine si potrebbe avere nei tubi aspiranti, la cui conicità non sarebbe così più soggetta ad alcun limite. La fig. 23 rappresenta per es. un diffusore ad asse rettilineo con forte conicità munito all'inizio dell'allargamento di aperture comunicanti con una camera in cui è provocata l'aspirazione mediante un'apposita pompa o un eiettore azionato dalla corrente stessa. Il tracciato della corrente nella figura è riferito per semplicità ad un canale di sezione rettangolare.

#### CAP. IV.

### LA TURBINA AD ELICA MODERNA.

#### 12. - Lo sviluppo della turbina ad elica.

Lo sviluppo della turbina Francis si identifica coll'aumento della sua velocità caratteristica come in genere per tutte le macchine motrici, nel senso però che anche i tipi più lenti, opportunamente modificati, sono ancora rimasti nell'uso corrente per le maggiori cadute, per le quali meglio si prestano. In altre parole ai vecchi tipi si sono aggiunti altri sempre più veloci in grado di risolvere nuovi problemi, ed il campo di applicazione della turbina si è andato sempre più allargando. Colla ruota ad elica a 4 e 2 pale dovrebbe essere raggiunto il limite della massima velocità, che per le applicazioni attuali sembra ormai sufficiente.

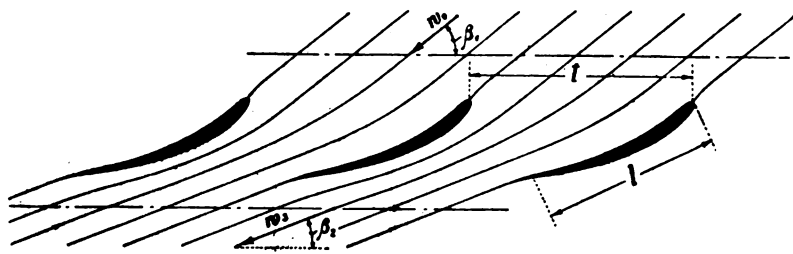


Fig. 24. — Ruota con pale corte  $l < t$ .

E' interessante notare che gli studi e le esperienze nell'aerodinamica hanno contribuito al progresso delle turbine veloci, come l'aerodinamica stessa ha veramente progredito quando si cominciò a trattare l'aria come un comune fluido incompressibile nei limiti delle variazioni di pressione che si verificano nel movimento considerato. La moderna teoria idrodinamica trova speciale applicazione nelle ruote ad elica tipo Kaplan, in cui le pale non formano dei veri canali ma si possono considerare come isolate in una corrente relativa parallela che esse deviano. La fig. 24 rappresenta una serie di pale di questo tipo, che risulta dallo sviluppo in piano di una sezione cilindrica della ruota ad elica concentrica con l'asse.

Teoricamente la pala equivale ad un vortice, inteso nel

senso teorico, che combinandosi colla corrente parallela dà luogo ad una corrente risultante deviata non più uniforme ma dotata di una maggior velocità all'esterno e minore all'interno della curvatura, precisamente come farebbe la pala curva; dalla differenza delle velocità nasce appunto la spinta laterale che la pala subisce. La corrente deviata non diventa uniforme che ad una certa distanza dalla pala, e dalla fig. 24 risulta appunto come sulla parte convessa della pala la corrente che dapprima accelera, rallenta poi con tendenza a staccarsi tanto più forte quanto maggiore è la deviazione esercitata dalla pala. Dalla figura risulta pure che gli angoli d'entrata e d'uscita della pala non corrispondono alle direzioni medie della corrente deviata, ma sono più grandi all'entrata e più piccoli all'uscita di quelli che corrispondono alla corrente uniforme prima e dopo la deviazione, vale a dire la deviazione subita dalla corrente è minore di quella corrispondente alla curvatura della pala.

Queste considerazioni hanno minor importanza nelle turbine normali e nelle eliche con  $n_s < 400$  nelle quali, crescendo l'angolo di deviazione esercitata dalle pale, maggiore sarebbe la tendenza della corrente di staccarsi dal dorso, perciò non è da sperare un miglioramento del rendimento colla eccessiva riduzione della lunghezza o del numero delle pale. Se quindi queste sono abbastanza prolungate (fig. 25) in modo da sottrarre le bocche d'entrata e d'uscita dei canali da esse formati dall'influenza della zona intermedia di deviazione, la vecchia teoria del fletto medio, che calcola in base a velocità e pressioni uniformi, trova ancora una pratica applicazione.

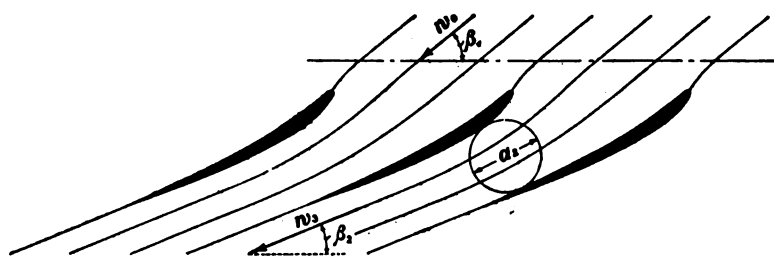


Fig. 25. — Ruota con pale normali  $l > t$ .

La turbina veloce ad elica, che rappresenta l'ultimo progresso della turbina moderna, è derivata dalla Francis in un lento processo di eliminazione o di riduzione delle superfici di attrito, che ha permesso di raddoppiare o triplicare la velocità conservando un altissimo rendimento. Non ha quindi una diretta parentela con l'antica turbina ad elica che ebbe rare applicazioni e fu abbandonata senza alcun tentativo di perfezionamento.

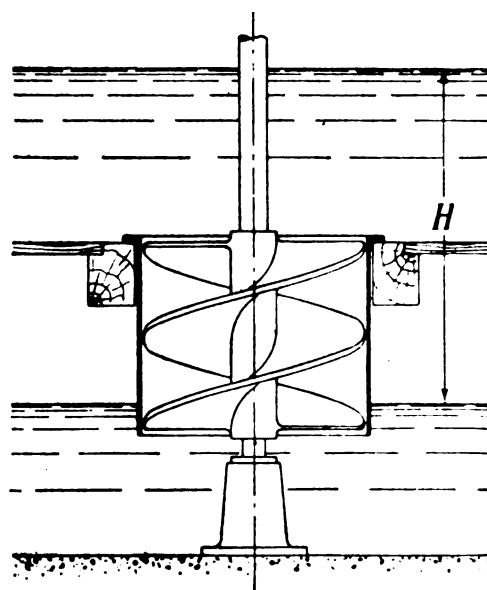


Fig. 26. — Vecchia turbina ad elica senza distributore e senza diffusore.

E' tuttavia interessante un confronto fra la vecchia e la nuova elica per rilevarne le differenze caratteristiche. Una turbina ad elica installata presso Parigi verso il 1850 era costituita semplicemente dalla ruota con due pale avvolte ad elica intorno al mozzo, girevole in un condotto cilindrico ad asse verticale che pescava nel canale di scarico (fig. 26). Fra le mo-

<sup>(25)</sup> ACKERET: Grenzschichtabsaugung - Z. V. d. I., 1926, pag. 1153.



derne <sup>(26)</sup> la turbina *Bell* (fig. 27) più di ogni altra ricorda l'antica poichè essa pure ha due sole pale avvolte ad elica. Nelle ruote non si notano differenze essenziali, sebbene in quest'ultima le due pale abbiano lo sviluppo di solo mezzo giro, la loro inclinazione non sia costante ed il condotto sia leggermente conico. Notiamo invece che la nuova turbina possiede un *distributore* ed un *diffusore* che mancano alla vecchia. La presenza di questi due dettagli costituisce il perfezionamento essenziale

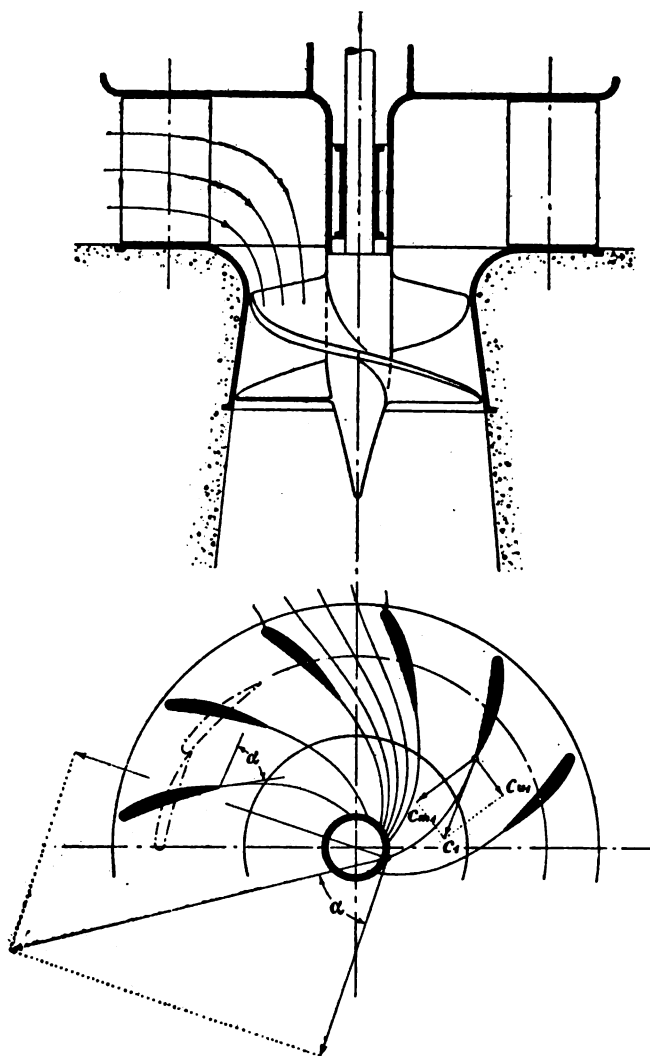


Fig. 27. — Turbina ad elica *Bell* con due pale.

della turbina ad elica, perfezionamento che già applicato alle antiche ruote a reazione diede appunto luogo alla comparsa della turbina propriamente detta nelle sue varie forme, affermata infine colla *Francis*.

### 13. - Origini ed importanza del distributore.

Ricordiamo infatti che inventore della turbina è ritenuto *Eulero* (1754) il quale propose di alimentare la ruota mediante un distributore, che però nella sua concezione aveva unicamen-

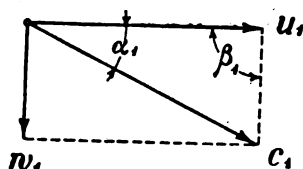


Fig. 28. — Diagramma delle velocità all'entrata per  $\beta_1 = 90^\circ$ .

te lo scopo di evitare l'urto all'ingresso della ruota. Poichè nel caso speciale era l'angolo d'entrata  $\beta_1 = 90^\circ$  (fig. 28) ne veniva di conseguenza la necessità di un distributore che dirigesse l'ac-

<sup>(26)</sup> Una notevole affermazione dell'industria nazionale è costituita dalla turbina ad elica costruita dalla Ditta *Costr. Mecc. Riva* di Milano (fig. 7), che sostiene degnamente il confronto con le migliori estere, descritta in una interessante comunicazione dell'Ing. Ratti: «Le più recenti costruzioni di turbine idrauliche per bassa caduta - La turbina ad elica» - *L'Elettrotecnica*, 1925, pag. 611.

qua alla ruota con un angolo  $\alpha_1 < 90^\circ$ . *Eulero* corresse il suo progetto della teoria completa enunciando l'equazione fondamentale:

$$g \varepsilon H = c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2 \quad (6)$$

dalla quale si poteva dedurre la necessità dell'angolo  $\alpha_1 < 90^\circ$ , non solo per evitare l'urto all'entrata ma anche per rendere possibile l'altra condizione dallo stesso *Eulero* ritenuta necessaria per il massimo rendimento, che cioè fosse l'angolo di scarico della velocità assoluta  $\alpha_2 = 90^\circ$  ossia  $c_{u2} = 0$  (fig. 38).

Questi studi non ebbero però seguito immediato e solo molti anni dopo comparve la prima turbina industriale del *Fourneyron* (1832) centrifuga munita di distributore, che aprì la via

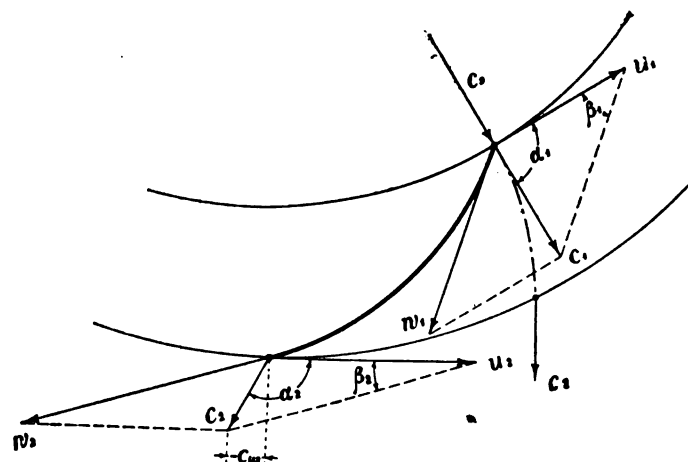


Fig. 29. — Turbina centrifuga *Cadiat* senza distributore ( $\alpha_1 = 90^\circ$ ).

alle turbine moderne. La necessità del distributore come condizione di massimo rendimento non sembra però risultasse allora senz'altro evidente poichè comparvero ancora più tardi le turbine di *Cadiat* (1839) e di *Whitlaw*, o scozzese, (1841) senza distributore nelle quali, supposto l'ingresso della velocità assoluta radiale ossia  $\alpha_1 = 90^\circ$ , l'urto all'entrata, che allora tanto preoccupava, era evitato inclinando opportunamente la pala della ruota all'ingresso, facendo cioè  $\beta_1 < 90^\circ$  (fig. 29).

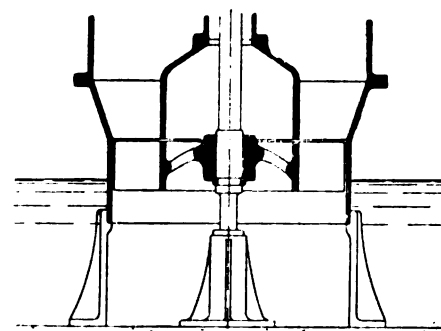


Fig. 30. — Turbina assiale *Jonval* (anno 1841).

La turbina assiale *Jonval* (1841) che per prima comparve col tubo aspirante (fig. 30) era munita di distributore e la ruota poteva anche essere senza anello esterno, cioè con pale libere alla periferia. Queste avevano però una lunghezza radiale molto limitata in modo da formare una vera corona. Tale limita-

<sup>(27)</sup> L'equazione di *Eulero* si ricava dall'equazione dei momenti che, riferita alla massa d'acqua  $\frac{Q\gamma}{g}$  esistente in un canale della turbina, si può mettere sotto la forma  $dM = \frac{Q\gamma}{g} d(c_u \cdot r)$ , in cui  $c_u$  è la componente tangenziale della velocità assoluta ed  $r$  il raggio corrispondente. Integrando fra le sezioni estreme del canale si ottiene il momento complessivo esercitato dall'acqua

$$M = \frac{Q\gamma}{g} (c_{u1} \cdot r_1 - c_{u2} \cdot r_2) \quad (7)$$

riferendosi l'indice 1 all'entrata, il 2 all'uscita. A questo momento corrisponde un lavoro  $L = M \cdot \omega = \frac{Q\gamma}{g} (c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2)$  essendo  $\omega$  la velocità angolare, quindi  $u$  la velocità periferica per cui, se  $H$  è la caduta,  $Q$  la portata disponibile ed  $\varepsilon$  il rendimento idraulico della turbina, sarà  $L = \varepsilon \cdot Q\gamma \cdot H$  ossia  $g \varepsilon H = c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2$ .

zione appariva inevitabile poichè, non osandosi superare certi valori della velocità periferica all'esterno, si cercava piuttosto di diminuirla all'interno della ruota ottenendo così angoli molto diversi e pale contorte, funzionanti con grado di reazione molto differente da un estremo all'altro, per cui si rendeva necessaria la suddivisione della ruota in due o più corone concentriche. Prescindendo dai difetti meccanici e di regolazione, questo tipo di turbina era difettoso idraulicamente per l'importanza delle fughe sulle periferie, per le grandi perdite d'attrito dovute alle corone ed alle molte pale e specialmente per la mancanza di un diffusore razionale. Soppiantato dalla turbina Francis anche questo tipo scomparve senza lasciar traccia.

La moderna turbina ad elica, derivata dalla Francis, deve il suo progresso al distributore centripeto che al vantaggio della sua praticità unisce quello di funzionare teoricamente nel modo più perfetto con le minime perdite. Infatti considerando l'equazione fondamentale di Eulero (6) si ricava che per  $\alpha_2 = 90^\circ$  ossia per  $c_{u2} \cdot u_2 = 0$ , condizione molto prossima a quella di massimo rendimento, dovrà essere per ogni filetto

$$c_{u1} \cdot u_1 = g \cdot \varepsilon \cdot H$$

ossia:

$$c_{u1} \cdot u_1 = \text{cost.}$$

Variando quindi  $u_1$  dovrà variare inversamente anche  $c_{u1} = c_1 \cdot \cos \alpha_1$ ; questo si otteneva nella turbina Jonval con distributore assiale modificando sia l'angolo  $\alpha_1$ , sia la velocità assoluta  $c_1$  ossia il grado di reazione.

Consideriamo invece come agisce il distributore centripeto applicato ad una turbina assiale. Lo spazio interno al distributore è completamente libero fino al mozzo e la ruota si trova in basso nel prolungamento assiale (fig. 27). La corrente per effetto del distributore assume un movimento elicoidale piano che per un breve tratto è compreso fra le pareti piane del distributore stesso, poi proseguendo fino al mozzo si estende verso il basso fino alla ruota diventando cilindrico.

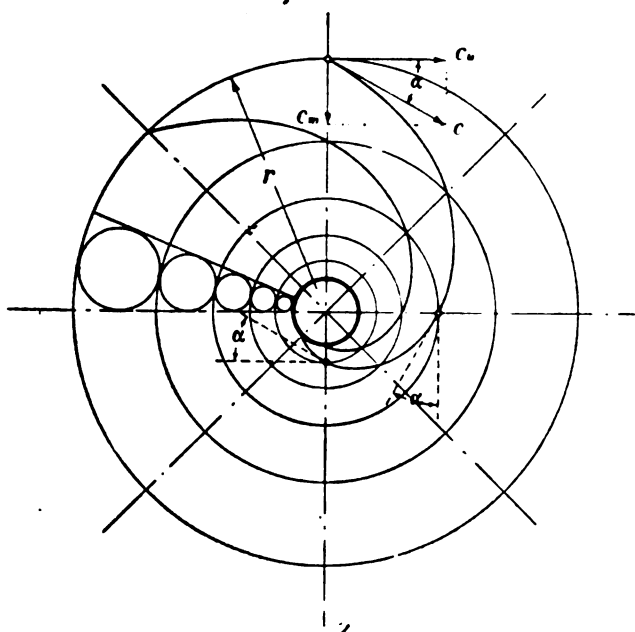


Fig. 31. — Movimento elicoidale piano - Spirale logaritmica.

Il movimento elicoidale piano è libero, cioè senza trasmissione di energia e senza attrito, si può immaginare risultante dalla combinazione di due altri movimenti elementari, cioè uno radiale colla velocità  $c_m$  ed uno rotatorio colla velocità tangenziale  $c_u$  (fig. 31). Nel movimento radiale per la legge di continuità la velocità  $c_m$  andrà aumentando in ragione inversa della distanza dal centro e sarà rappresentata perciò dalla relazione  $c_m \cdot r = \text{cost.}$  Il movimento rotatorio non potrà teoricamente essere che un vortice definito dalla nota relazione  $c_u \cdot r = \text{cost.}$

Combinando le due relazioni si ottiene  $\tan \alpha = \frac{c_m}{c_u} = \text{cost}$  ossia

$\alpha = \text{cost}$ , dalla quale si deduce che la traiettoria dei filetti in un piano normale all'asse è una spirale logaritmica, che ha appunto la proprietà d'intersecare i successivi cerchi concentrici secondo un angolo costante. In ambedue i movimenti elementari la velocità va aumentando verso il centro con una corrispondente diminuzione di pressione, per cui si deduce che il movimento spiraliforme centripeto avrà necessariamente un limite quando la pressione sia diventata nulla.

Nel caso della turbina (fig. 27) il movimento elicoidale dopo un certo tratto viene deviato assialmente in un condotto cilindrico o conico nel quale conserverà la sua rotazione. Il movimento elicoidale piano si trasforma quindi in un movimento elicoidale cilindrico che si può considerare come risultante dalla sovrapposizione di un movimento rotatorio, o vortice, ad uno assiale o meridiano. Supposto per semplicità il movimento cilindrico, per ogni filetto il raggio è ora costante, quindi anche la componente tangenziale  $c_u$ . La componente meridiana che aveva prima direzione radiale è divenuta assiale ed il suo valore dipende dalla sezione utile del condotto cilindrico; generalmente si suppone che essa sia uniforme su una superficie di livello e questa è la sola ipotesi che si possa fare considerando un movimento assiale libero e senza attrito. Quest'ipotesi non si accorda però con quella fatta per il movimento radiale in base alla legge di continuità, per la quale la velocità dovrebbe aumentare avvicinandosi all'asse. Osserviamo infatti che nel caso considerato i filetti alla periferia provengono direttamente dal distributore dopo un breve percorso radiale, quindi con una velocità relativamente piccola, mentre quelli più interni avendo compiuto un maggior percorso radiale hanno acquistato una maggior velocità secondo la legge di continuità  $c_m \cdot r = \text{cost.}$ , che potrebbero quindi in tutto od in parte conservare anche nel percorso assiale che segue. Il movimento continuerebbe ad essere razionale e la diminuzione di pressione corrispondente alla maggior velocità verso l'asse concorderebbe con quella dovuta tanto al movimento radiale quanto al movimento rotatorio del vortice.

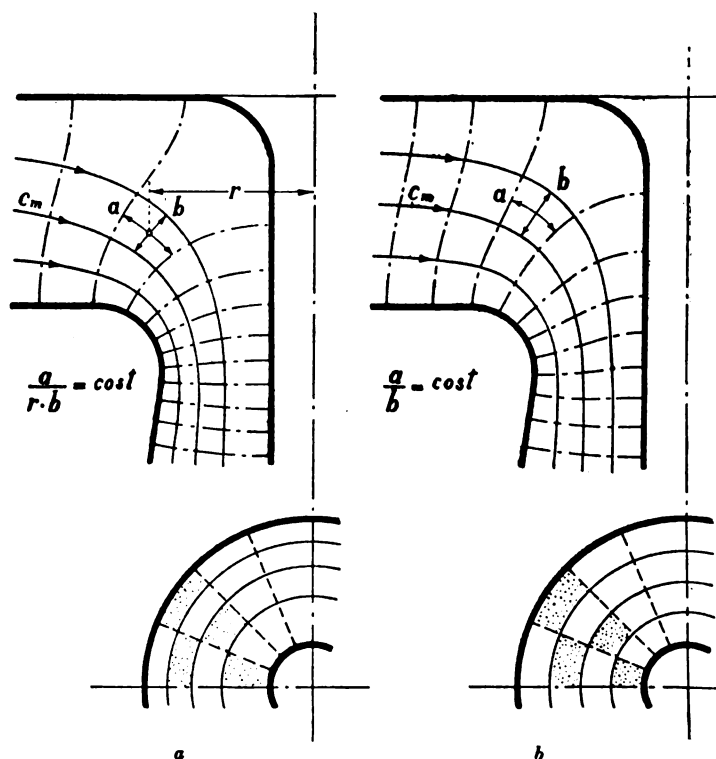


Fig. 32 a-b. — Movimento meridiano in un recipiente di rivoluzione secondo due ipotesi.

Però nel passaggio intermedio dalla direzione radiale a quella assiale i filetti descrivono delle traiettorie curvilinee (figura 32) lungo le quali la velocità dovrebbe variare per la nota legge in ragione inversa del raggio di curvatura <sup>(28)</sup> ma questa influenza rimane localizzata nel tratto in curva e non si fa sentire direttamente nel tratto assiale seguente che contiene la ruota ad elica.

Ricordiamo tuttavia che nell'applicare la legge  $c \cdot r = \text{cost.}$  o la equivalente  $c \cdot a = \text{cost}$  nel tracciato grafico, si deve tener conto che il problema è a tre dimensioni poichè il condotto è costituito da un recipiente di rivoluzione di cui un elemento è compreso fra due piani radiali non più paralleli. In base a questa considerazione il calcolo deve essere riferito alla distanza  $r$  dall'asse, che è appunto proporzionale allo spessore della corrente nel punto considerato per cui, notando che la velocità meridiana  $c_m$  della corrente è inversamente proporzionale

<sup>(28)</sup> BAUERSFELD: Die Konstruktion der Francis-Schaufel... Z. V. d. I., 1912, pag. 2045; KAPLAN: Die zweidimensionale Turbinentheorie. Z. f. d. ges. Turbw., 1912, pag. 533.

al prodotto  $b \cdot r$ , ossia  $c_m \cdot b \cdot r = \text{cost}$ , la legge generale  $c_m \cdot a = \text{cost}$  del movimento curvilineo diventa

$$\frac{a}{r \cdot b} = \text{cost}$$

per il tracciato del movimento radiale (fig. 32-a). Applicando questa legge si ottiene nel tratto di condotto cilindrico, cessata l'influenza della curvatura, che la velocità  $c_m$  è costante su una linea di livello.

Se invece per le considerazioni fatte, nel tratto assiale del condotto la velocità meridiana è variabile lungo una linea di livello secondo la legge  $c_m \cdot r = \text{cost}$ , essendo ancora  $c_m \cdot b \cdot r = \text{cost}$ , risulta  $b = \text{cost}$ , ossia le linee di corrente in un piano radiale risulteranno equidistanti ed il tracciato corrisponderà a quello di una corrente piana secondo la legge  $\frac{a}{b} = \text{cost}$  (fig. 32-b). Nel tratto radiale del condotto ove le linee di livello diventano parallele all'asse, per  $r = \text{cost}$  le due leggi  $\frac{a}{r \cdot b} = \text{cost}$  e  $\frac{a}{b} = \text{cost}$  si equivalgono, per cui dovrebbe essere ammissibile anche nel tratto curvilineo intermedio tra il tratto radiale e quello assiale la legge  $\frac{a}{b} = \text{cost}$ .

Comunque sia distribuita la componente meridiana della velocità nel condotto che precede la ruota, la componente tangenziale è sempre soggetta alla legge del vortice  $c_u \cdot r = \text{cost}$  la quale, nel caso considerato per  $c_{u2} \cdot u_2 = 0$  o anche  $c_{u2} \cdot u_2 = \text{cost}$ , si identifica appunto con l'equazione di Eulero:  $c_{u1} \cdot r_1 \cdot \omega = c_{u1} \cdot u_1 = \text{cost}$ , essendo  $\omega$  la velocità angolare della ruota costante per tutti i filetti.

La turbina ad elica come qualsiasi altra turbina potrebbe funzionare anche senza distributore (fig. 26) ma avrebbe un rendimento molto basso. Infatti in mancanza del distributore a pale inclinate non si può fare altra ipotesi che l'acqua arrivi alla ruota in direzione assiale, cioè con un angolo  $\alpha_1 = 90^\circ$ , per cui l'equazione fondamentale (6) per  $c_{u1} = c_1 \cdot \cos \alpha_1 = 0$  diventa  $g \cdot H = -c_{u2} \cdot u_2$ , ossia non si potrà avere cessione d'energia che con  $c_{u2}$  negativo. Ciò indica che l'acqua deve scaricarsi obliquamente (fig. 29) e precisamente, dovendo essere  $\alpha_2 > 90^\circ$ , in senso contrario alla rotazione della ruota.

La fig. 33 rappresenta la sezione circolare di una pala ad elica ad inclinazione costante sviluppata in piano, considerata nelle diverse condizioni di funzionamento cioè ferma, alla velocità di massimo rendimento ed alla velocità di fuga. Notiamo che all'ingresso esiste una pressione  $p_0$  che agisce accelerando la velocità relativa ed ammettiamo che la deviazione della medesima dell'angolo  $\delta$  avvenga senza perdite. La pressione all'ingresso varia colla velocità e si annulla nel caso limite della velocità di fuga. In conseguenza la velocità assoluta  $c_1$  aumenta ossia la portata della turbina cresce colla velocità di rotazione. A ruota ferma l'acqua si scaricherà coll'angolo stesso della pala  $\alpha_2 = 180^\circ - \beta_2$  esercitando sulla medesima il momento massimo dovuto alla componente  $-c_{u2}$ . Avviandosi la ruota l'angolo  $\alpha_2$  diminuisce tendendo a  $90^\circ$ . La ruota raggiungerà teoricamente la velocità massima quando l'angolo  $\beta_1$  della velocità relativa d'entrata coincide con quello della pala all'ingresso, fatta astrazione da tutte le perdite d'attrito e supposto il movimento orizzontale. Data l'inclinazione costante, cioè  $\beta_1 = \beta_2$  quindi  $w_1 = w_2$ , si avrà precisamente alla velocità di fuga  $\alpha_2 = \alpha_1 = 90^\circ$  e  $c_2 = c_1$  come valori limiti.

La condizione per la trasmissione di energia  $\alpha_2 > 90^\circ$  ri-

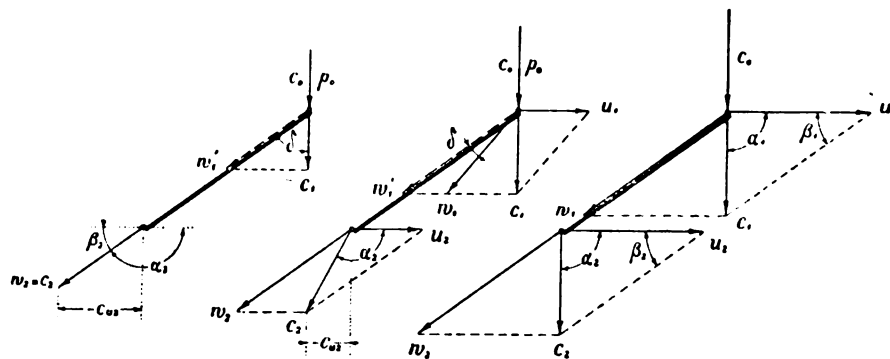


Fig. 33. — Funzionamento dell'elica senza distributore (fig. 26).

Il distributore cilindrico ottiene quindi sulla ruota ad elica lo stesso effetto del vecchio distributore assiale, ma oltre al vantaggio costruttivo, per sè già decisivo, un altro importante vantaggio idraulico esso ha per il rendimento, poichè esso guida la corrente con una velocità assoluta  $c_0$  assai minore, quindi con minori perdite di attrito. Infatti l'altezza  $B$  del distributore cilindrico può essere tenuta grande a volontà senza inconveniente per la regolarità del movimento. Supposto, per esempio,  $B = 0,4 D_1$  si avrebbe un'area interna normale alla velocità meridiana  $F_c = B \cdot \pi D_1 = 0,4 \pi D_1^2$ , mentre la sezione utile all'imbocco della ruota, tenendo conto dell'ingombro del mozzo, si riduce a circa  $F_a = 0,85 \pi \frac{D_1^2}{4}$  con un rapporto  $\frac{F_c}{F_a} = 1,9$

che rappresenta appunto l'aumento medio della velocità meridiana  $c_m$  passando dal distributore cilindrico a quello assiale, ossia alla ruota di diametro  $D_1$ . Un aumento analogo subirà la componente tangenziale passando dal distributore al diametro medio della ruota per la legge  $c_{u1} \cdot r = \text{cost}$ , per cui si può ammettere che pure la velocità assoluta  $c_0$  passando dal distributore cilindrico alla ruota sia in media raddoppiata, ossia che la velocità assoluta nel distributore cilindrico sia circa metà di quella che si avrebbe in un distributore assiale applicato immediatamente sopra la ruota. E' evidente quindi il vantaggio di rendimento che ne risulta per le diminuite perdite d'attrito nel distributore.

Per una ragione analoga si può ritenere inutile la maggior complicazione di un distributore diagonale allo scopo di ridurre l'intervallo tra distributore e ruota, già proposto in altri tempi (1904) dallo scrivente per le ruote coniche (<sup>29</sup>).

(<sup>29</sup>) BÜCHI: Contributo alla teoria delle turbine idrauliche veloci. L'Industria, 1920-21.

BUDAU: Die Entwicklung der Wasserturbinen in den letzten 15 Jahren - Die Wasserkraft, 1922.

chiede quindi in primo luogo un aumento della velocità assoluta di scarico  $c_2$  dovuto alla sua inclinazione, che sarà effettivamente una perdita se non esiste un diffusore capace di ricuperarla utilizzando anche la sua componente tangenziale. D'altra parte a parità di altre condizioni l'aumento dell'angolo  $\alpha_2$  richiede un rapido aumento della velocità relativa  $w_2$  ossia delle perdite d'attrito nella ruota, che sono le più importanti. Appunto per ridurle per quanto possibile nelle turbine veloci specialmente si calcola in base ad un angolo  $\alpha_2 < 90^\circ$  e del resto era già una vecchia regola di stabilire il massimo rendimento in base alla condizione  $w_2 = u_2$ .

#### 14. - Diffusori a gomito ed idroconi.

Nelle turbine ad elica moderne ed in generale nelle turbine veloci che funzionano con una grande velocità di scarico  $c_2$  il diffusore è parte essenziale. Difficilmente però in un impianto a bassa caduta l'altezza d'aspirazione è tale da permettere l'applicazione di un conveniente diffusore verticale ad asse rettilineo e si deve in generale ricorrere ad un gomito che precede il vero diffusore ad asse orizzontale. Il diffusore od il gomito che lo precede si raccordano direttamente alla ruota della turbina, oppure alla camera centrale nel caso della turbina doppia, e possono avere sezione circolare o ellittica o quadrangolare a spigoli più o meno arrotondati. Il profilo del gomito può essere di diversi tipi; la semplice curva circolare a piccolo raggio (fig. 13) è la meno razionale causa la grande differenza di curvatura fra il profilo interno ed esterno e la corrente ha la tendenza di staccarsi dalla parete interna, come appare dalla figura stessa. Migliore e più generalmente usata è la curva della fig. 11 col caratteristico rigonfiamento al centro e contratta all'inizio del ramo orizzontale costituito dal vero diffusore. La sezione del canale lungo la curva va appiattendosi, cioè in corrispondenza di una diminuzione di altezza nel profilo si ha una maggior larghezza

normalmente al suo piano. Però le sezioni iniziale e terminale della curva hanno circa egual area ossia la curva non funziona da diffusore. Un aumento graduale della sezione non si ha che nel tratto orizzontale dove i filetti hanno un andamento quasi

che presenta un forte allargamento nel profilo stesso per cui potrebbe funzionare da diffusore anche se compreso fra due piani paralleli. Esso è caratterizzato da una forte curvatura tanto all'interno quanto all'esterno, raccordata però più ampiamente

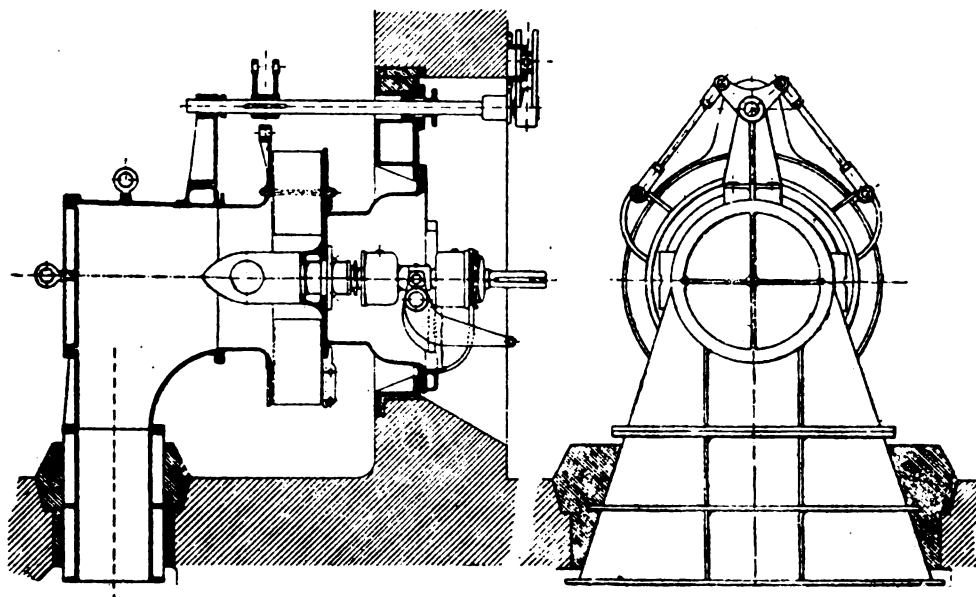


Fig. 34. — Turbina e gomito Kaplan.

uniforme su ogni linea di livello ed il canale si allarga specialmente in direzione normale al piano del profilo, per cui il rallentamento della velocità lungo la curvatura interna, che appare dal tracciato della corrente ideale, è aumentato per effetto del detto allargamento laterale.

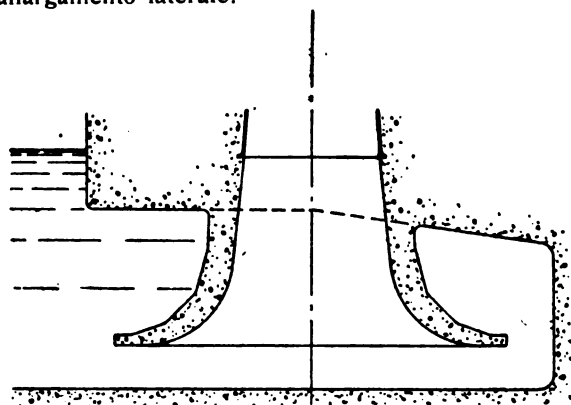


Fig. 35. — Idrocono sistema White.

Se in una curva di questo tipo si sostituisce al profilo curvilineo esterno un semplice angolo retto si ha il gomito tipo Kaplan (fig. 15 e 34) che ha il vantaggio di una grande semplicità costruttiva.

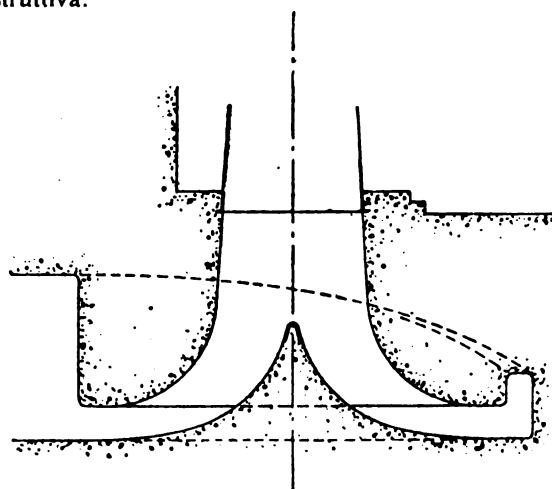


Fig. 36. — Idrocono sistema Moody  
(Turbina Niagara  $H = 93$  m  $N = 55.000$  HP).

col tratto rettilineo specialmente all'interno verso il diffusore. Questo gomito diffusore alquanto strano secondo il vecchio modo di vedere si è dimostrato ottimo ed ha permesso di ottenere colle turbine rendimenti elevati.

Questi gomiti però funzionano razionalmente solo nell'ipotesi che la corrente abbia direzione assiale e questo si può ottenere per diversi gradi di apertura della turbina solo colle ruote Kaplan, che hanno pale registrabili in modo di aver sempre la velocità di scarico normale cioè  $\alpha_2 = 90^\circ$  circa. Se invece la corrente entrando in curva possiede un movimento rotatorio, questo per l'effetto giroscopico tende di mantenersi nel suo piano normale all'asse iniziale (<sup>30</sup>). Perciò nel secondo ramo del gomito a  $90^\circ$  questa rotazione si comporrà col movimento parallelo principale della corrente nel suo stesso piano dando luogo ad un acceleramento su un lato e ad un rallentamento od anche ad un ritorno di corrente sull'altro. Evidentemente in queste condizioni l'effetto del diffusore va completamente distrutto.

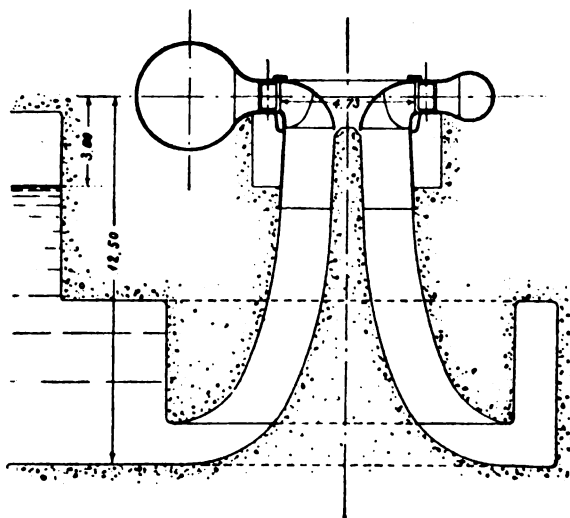


Fig. 37. — Idrocono sistema Moody con cono centrale prolungato  
(Turbina Niagara  $H = 65$  m  $N = 70.000$  HP).

Gli americani hanno risolto la questione in generale mediante gli *idroconi*, che sono diffusori di solito ad asse verticale, di sezione circolare e più o meno scampanati all'estremità, con o senza nucleo centrale, nei quali la velocità di scarico portata su un grande diametro viene ridotta ad un valore trascurabile con la legge inversa di quella applicata al distributore centripeto, rallentando contemporaneamente ambedue le componenti meridiana e tangenziale della velocità.

Quando per deficienza di spazio non si può dare al gomito una sufficiente espansione laterale si ricorre al tipo della fig. 12

(<sup>30</sup>) GAMBARELLA: Caratteristiche costruttive delle turbine idrauliche, Ed. Vallardi, 1923, pag. 89.



Anche gli idroconi hanno subito un'evoluzione e la loro origine si dovrebbe far risalire al classico studio del Prof. Pràsil<sup>(31)</sup>, che considerava una corrente ideale analoga a quella generata dagli idroconi americani. Il Pràsil limitava però il suo diffusore ad un breve tratto di tubo leggermente scampanato che non valeva agli effetti molto più di un comune tubo conico. Gli americani invece prolungarono il tubo ampliamento scampanato fino a breve distanza dal fondo, che è piatto nel tipo *White* (fig. 35) o munito di un cono deviatore nel tipo *Moody* (fig. 36); unico difetto criticabile in ambedue era l'eccessivo ingombro. Più recentemente nel tipo *Moody* il cono centrale fu prolungato fino a raggiungere la ruota (fig. 37) ottenendo così di sopprimere il nucleo centrale della corrente instabile dotato della massima componente rotatoria, quindi in forte depressione e soggetto ad interruzioni per il formarsi di vuoti. L'ingombro dell'idrocono è nello stesso tempo alquanto diminuito.

E' da notare che questi idroconi, per quanto di dimensioni imponenti (fig. 37), sono quasi completamente immersi nel canale di scarico e funzionano con una assai piccola aspirazione statica che consente appunto il quasi completo ricupero dell'energia di scarico.

La ruota ad elica a pale mobili tipo Kaplan può mediante la contemporanea regolazione del distributore e della ruota funzionare in ogni caso con un angolo di scarico  $\alpha_2$  quasi costante. Poichè si è visto che le perdite nelle pale della ruota molto corte sono dovute non tanto all'attrito quanto alla forma, si comprende come la condizione  $\alpha_2 = 90^\circ$  sia ancora da preferirsi in considerazione del miglior funzionamento del diffusore puramente assiale. La turbina Kaplan originale è infatti munita del caratteristico diffusore a gomito schiacciato (fig. 34) che si adatta tanto ad asse verticale come orizzontale, e richiede meno spazio dell'idrocono<sup>(32)</sup>. (Continua).

## L'ELETTROTECNICA ALLA FIERA CAMPIONARIA DI MILANO

La meravigliosa affermazione dell'attività e della ingegnosità umana, che ogni anno si ripete alla Fiera Campionaria di Milano, trova nella elettrotecnica uno degli elementi principali come è naturale quando si pensi alla importanza che questo ramo della tecnica e della industria ha preso in ogni campo della civiltà moderna.

Nel dare anche quest'anno notizia del materiale esposto possiamo segnalare parecchie costruzioni grandiose e parecchie novità tecniche che danno l'idea dell'incessante progresso dell'industria elettrica. Si deve poi tenere presente che alla Fiera mancavano parecchie delle maggiori e più note Case elettrotecniche italiane le quali per una ragione o per l'altra non avevano creduto di intervenire. Tuttavia la rassegna che ora esporremo può dare fino ad un certo punto la misura dello sviluppo assunto da questo ramo della tecnica e della industria.

\*

Le « *Costruzioni Meccaniche Riva* » di Milano avevano esposto quest'anno nell'ampio loro stand del Palazzo della Meccanica, del materiale eccezionalmente interessante per importanza e novità.

Anzitutto una perfetta riproduzione in scala 1:20 di uno dei cinque gruppi idroelettrici da 32.000 kW destinati all'impianto di Cardano della Società Idroelettrica dell'Isarco. Detto modello riproduce oltre la turbina « *Riva* » con tutti i suoi accessori, anche l'alternatore del Tecnomasio Italiano Brown Boveri.

Di tale turbina era pure esposta la ruota Francis di m 2,60 di diametro, fusa in bronzo in un sol pezzo.

Eccezionale per mole ed importanza, la ruota originale Kaplan-Storek per la turbina Riva da 4200 kW a 150 giri dell'Im-

pianto Idroelettrico di Mori della Società Elettrica Alto Adige. Tale ruota è atta ad erogare 50 m<sup>3</sup> d'acqua al secondo, sotto una caduta di soli dieci metri.

Un altro modello sezionato di ruota Kaplan-Storek era esposto per illustrare lo speciale meccanismo che permette lo spostamento delle pale della girante in tali speciali turbine ultraveloci.

Altra novità esposta era una delle quattro valvole Larnier-Johnson costruite dalla « *Riva* » per le turbine da 23.000 kW dell'Impianto di Cadarese della Società Generale Italiana Edison di Elettricità.

Tali valvole ad efflusso regolabile si prestano, come è noto, a svariate applicazioni per le opere di presa e di scarico degli impianti idraulici.

Nell'altro ramo di sua specializzazione la « *Riva* » espose una delle pompe centrifughe da 3000 kW destinata all'impianto Promeron della S. I. P. di Torino. Tale impianto di accumulazione era illustrato da un quadro schematico mostrante l'installazione delle quattro pompe « *Riva* » a ruote multiple, per la prevalenza di 400 metri, due delle quali della potenza di 3000 kW e due della potenza di 900 kW.

Diverse pompe centrifughe di serie, verticali ed orizzontali, dei vari tipi, adatti per qualunque portata e prevalenza, completavano la mostra della Società Riva, e lo sviluppo assunto dalla produzione di questa nota Casa costruttrice era messo in evidenza, oltre che da un diagramma della potenza progressiva delle 3100 turbine finora installate per una potenza totale di 2.700.000 kW, anche da uno speciale apparecchio automatico di proiezioni luminose che passava in rassegna le tappe principali dello sviluppo di questo importante ramo di costruzioni, a partire dalla prima turbina costruita nell'anno 1885 fino alle unità da 32.000 kW costruite attualmente.

La produzione del *Tecnomasio Italiano* di Milano, era pure largamente rappresentata.

Oltre al modello dell'alternatore ad asse verticale da 32.000 kW per l'impianto di Cardano, il quale era esposto nello stand delle Costruzioni Meccaniche Riva, si notava ancora un modello in scala 1:10 di uno dei tre alternatori trifasi ad asse verticale da 35.000 kVA attualmente in costruzione per la Centrale di Galleto della Società Terni.

Sono i più potenti alternatori per accoppiamento con turbina idraulica costruiti finora in Europa. La potenza su indicata viene erogata alla tensione concatenata compresa fra 8.300 e 10.100 volt a 45 periodi, e 8.900 - 10.800 volt a 50 periodi fra  $\cos \varphi = 1$  e  $\cos \varphi = 0,7$ . L'alternatore è previsto per funzionare alle velocità di 337-375 giri, rispettivamente alle frequenze di 45 e 50 periodi al 1".

La macchina è prevista con due supporti di guida e un supporto di spinta a segmenti tipo Brown Boveri, calcolato per un carico verticale massimo di 240 tonnellate (120 tonn. dovute al peso della parte girante dell'alternatore e 120 tonn. dovute al peso della ruota della turbina e relativa massima spinta idraulica verticale).

L'alternatore è inoltre previsto per funzionare in modo stabile entro i limiti di tensione sopra indicati alle frequenze di 45 e 50 periodi al 1" col carico capacitativo di 20.000 kVA (per  $\cos \varphi = 0$ , o in anticipo).

Nello stesso stand, il Tecnomasio espose inoltre una commutatrice atta a trasformare corrente alternata esafase in corrente continua. Essa faceva parte delle quattro destinate alla Società per l'Utilizzazione delle Forze Idrauliche della Dalmazia, per la provvista di macchinario elettrico a scopi elettrochimici (elettrolisi dell'acqua) da installarsi nella Dalmazia. Dal lato corrente alternata l'alimentazione viene fatta in esafase alla tensione di circa 390 volt costanti a pieno carico, alla frequenza industriale di 50 periodi al secondo. Dal lato corrente continua si ricava la potenza di 5000 kW in servizio continuo, alla tensione di 500 volt (10.000 amp.) ed alla velocità di 300 giri al 1'.

E' previsto l'avviamento della commutatrice dal lato corrente continua a tensione crescente, ottenuto mediante uno speciale gruppo convertitore di avviamento. La macchina è del tipo ad asse orizzontale con due supporti ad anelli; normalmente funziona auto-eccitata in derivazione con poli ausiliari per la commutazione; è fornita di eccitazione separata a 500 volt durante l'avviamento.

La produzione di motori era rappresentata, oltre che da motori trifasi asincroni normali e da cassette di manovra per gli stessi provviste di dispositivo di blocco contro le false manovre, anche da un motore trifase auto-compensato da 12 kW,

<sup>(31)</sup> PRASIL: Ueber Flüssigkeitsbewegungen in Rotationshöhlräumen - Schweiz. Bauztg., 1903.

<sup>(32)</sup> Dalla stessa fig. 34 si vede come l'idea di sopprimere completamente le pale del distributore al disopra della ruota, lasciando libera l'acqua di dirigersi passando dalla direzione radiale alla assiale, non sia nata colla turbina ad elica, come lo conferma anche il brevetto dello stesso Kaplan che si riferisce a certe grandi pale curve che si prolungano fin quasi al mozzo centrale.

a 1500 giri, 260 V, 42 periodi esposto insieme al relativo diagramma del fattore di potenza.

Da ricordare anche un motore asincrono sincronizzato da 66 kW, 840 giri, 220 volt, 42 periodi, con relativa curva del fattore di potenza. Il motore come è noto, viene avviato come una normale asincrono e viene reso sincro a mezzo di eccitazione del suo indotto con corrente continua fornita da eccitatrice addossata, ad avviamento compiuto.

Il Tecnomasio esponeva anche macchinario destinato ai servizi di trazione, e precisamente:

Un moto-compressore composto di un motore a corrente continua della potenza di 8 kW, tensione massima 3000 volt, tensione normale 2700 volt, direttamente accoppiato ad un compressore della portata di 1700 litri al 1', destinato alla autotrice (corrente continua, 1800 kW) della linea Benevento-Foggia.

Una cabina contenente i principali apparecchi elettrici di manovra di una delle 12 locomotive da 1500 kW, 100 km all'ora, destinata al raccordo della direttissima Roma-Napoli.

Un interruttore per corrente continua da inserire sul circuito principale della autotrice per la ferrovia Benevento-Foggia, tipo per 3000 volt, 800 amp., automatico di massima corrente con regolazione di scatto compresa fra 960 e 1600 ampere.

di pressione; il complesso degli avvolgimenti così montati è poi registrato attraverso apposite squadrette in acciaio fuso rispetto alla carcassa magnetica del trasformatore.

Ciascuno dei tre avvolgimenti è registrabile indipendentemente mediante appositi organi di serraggio.

L'avvolgimento ad alta tensione è stato provato contro secondario, terziario e massa a: 180.000 volt per 1' e a 120.000 volt per 40'.

Il trasformatore è provvisto di gruppo di raffreddamento costituito da un gruppo motore-pompa a capsulismi a basso numero di giri e da un serpentino in tubo trafilato senza giunti, da immergere nella vasca refrigerante. Il peso complessivo del trasformatore risulta di circa 36.000 kg (olio compreso).

Il trasformatore fa parte della fornitura ordinata dalle FF. SS. per le sottostazioni di Ronco e di Mignanego.

La C. E. M. S. A. esponeva inoltre l'equipaggiamento elettrico di un locomotore a corrente continua 3000 volt, Gr. E. 626 FF. SS., destinato alla linea Benevento-Foggia. Il locomotore è del tipo B-B-B; la parte meccanica è costruita secondo progetto delle FF. SS.

I sei assi sono mossi da sei motori con ventilazione forzata, della potenza oraria di 270 kW ciascuno. Essi funzionano alla tensione massima di 1500 volt, avendosene sempre almeno

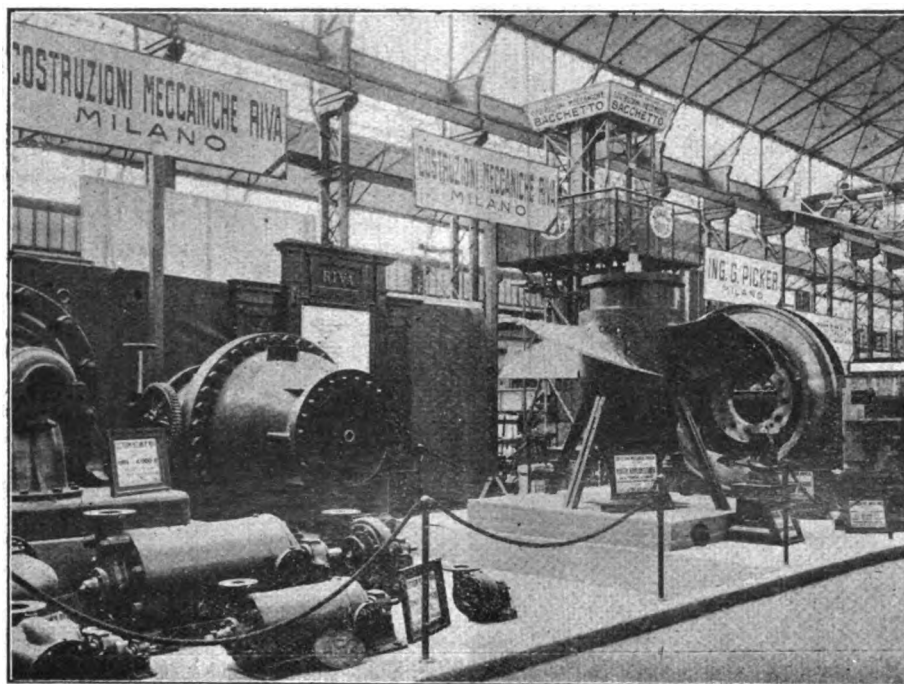


Fig. 1. — Lo Stand delle Costruzioni Meccaniche Riva.

La ricca mostra comprendeva ancora dell'altro materiale fra cui un controller per servizio di laminatoi e dei campioni del materiale isolante detto bituba in lastre di spessore eccezionale, fino a 80 mm.

Materiale di trazione era esposto anche dalle *Costruzioni Elettromeccaniche di Saronno*, che avevano una mostra assai interessante.

Vi era fra l'altro un trasformatore monofase a tre avvolgimenti, con raffreddamento a circolazione forzata di olio, a frequenza 16 2/3 periodi, della potenza di 2250 kVA e rapp. di trasf. 59.300/28.775/4200 V a pieno carico, e  $\cos \varphi = 0,8$ . Il rapporto di trasformazione è variabile potendosi ottenere fino a 25.905 V sul secondario e 3640 V sul terziario.

Ciascuno degli avvolgimenti primario, secondario e terziario può erogare la piena potenza di 2250 kVA.

Il nucleo è del tipo a due colonne verticali, con gioghi riportati, con canali di raffreddamento per la circolazione dell'olio. Le lamiere sono del tipo a silicio a bassa cifra di perdita (2,3 W/kg).

Le prese per le variazioni di rapporto sugli avvolgimenti di media e bassa tensione sono praticate simmetricamente a metà degli avvolgimenti stessi. I diversi rapporti di trasformazione sono ottenibili fuori coperchio mediante commutatore sull'avvolgimento a 4200 volt e mediante isolatori ausiliari passanti sull'avvolgimento a 30.000 volt.

Il complesso degli avvolgimenti è amarrato mediante robusti anelli di pressione in bronzo collegati fra di loro con tiranti

due in serie. E' previsto il funzionamento tanto con piena eccitazione come con eccitazione ridotta. Lo sforzo di trazione della locomotiva riferito alla potenza oraria con un rapporto di ingranaggi 22:50, è: con piena eccitazione: 10.500 kg alla velocità di 60,3 km/ora, e con eccitazione ridotta: 8400 kg alla velocità di 75,3 km/ora.

Il massimo sforzo di trazione per l'avviamento è di kg 21.750, sulla base di un carico medio di 14,5 tonn. per asse e del 25 per cento di aderenza.

I sei motori possono essere raggruppati o tutti in serie, oppure in due serie in parallelo di tre motori ciascuna, o anche in tre serie in parallelo di due motori ciascuna. In ciascuna combinazione i motori possono funzionare con pieno campo o con campo indebolito. Si ottengono in tal modo sei velocità di marcia a regime (con tutte le resistenze escluse).

Negli avviamenti il treno può essere portato rapidamente alle varie velocità di regime senza salti bruschi nello sforzo di trazione, grazie ad un grande numero di gradini di accelerazione. In discesa i motori funzionano in rigenerazione.

L'equipaggiamento di comando è del tipo elettropneumatico con interruttori singoli e controllori multipli.

Gli interruttori singoli servono per l'interruzione di linea, variazioni delle resistenze d'avviamento e rigenerazione e per l'interruzione preliminare nelle variazioni di combinazioni dei motori.

I controllori multipli riuniscono in azioni simultanee l'operazione di gruppi d'interruttori già liberi da corrente, per inversione di marcia, transizioni da una combinazione di motori

ad un'altra, indebolimento del campo, e ricupero con relativa stabilizzazione.

Ogni volta che il circuito dei motori viene aperto, viene inserita automaticamente nel circuito, prima della apertura finale degli interruttori di linea la resistenza principale, evitando così la formazione di archi dannosi; inoltre l'apertura del circuito avviene su tre interruttori di linea, sui quali agiscono parimenti i relais di protezione per sovraccarico.

Durante il ricupero i motori funzionano nelle sole combinazioni di serie e serie-parallelo. L'eccitazione pel campo dei motori è fornita da un gruppo motore generatore che è alimentato dalla linea.

Uno speciale sistema di eccitazione composta tra generatore e motore mantiene una condizione di funzionamento stabile, di modo che leggere variazioni della tensione di linea o della pendenza non producono variazioni nella corrente di ricupero tali da rendere necessario di spostare le leve del controller principale. Questo sistema unitamente al dispositivo delle resistenze di stabilizzazione assicura inoltre una eguale ripartizione del carico fra i motori. Tutto il funzionamento dell'apparecchiatura veniva mostrato chiaramente alla Fiera, dove l'apparecchiatura stessa era completamente montata, ed il circuito dei motori era sostituito da un circuito fittizio a lampade. Tutte le

stemi causa l'azione abrasiva dei granuli di sabbia e di polvere aspirati assieme all'aria di ventilazione.

Completava la mostra della C. E. M. S. A., un gruppo elettrogeno composto di motore a scoppio-dinamo, funzionante a petrolio, con motore da 2,25 kW-1200 giri/1' e con dinamo da 1500 W, 32 volt, adatto per funzionamento con batteria.

La Società Italiana Ernesto Breda di Milano, per quanto riguarda la sua produzione elettromeccanica, aveva particolarmente dedicato la mostra al macchinario di serie. Era esposta, fra l'altro, una serie completa di motori trifasi normali; una serie di motori a 600 giri per il servizio dei laminatoi e per potenza variabile dai 7 ai 60 kW; una terna di interruttori per 150 kV col relativo comando a distanza di tipo rapido; notevoli interruttori tripolari per 2000 ampere, e un originale modello di caldaia multitubolare Breda-Humboldt, del tipo costruito dalla Breda (ad es. in due unità da 2000 m<sup>2</sup> cadauno, a 30 kg/cm<sup>2</sup> e 400° C per la Società Lombarda di Distribuzione di Energia Elettrica). Richiamava l'attenzione la nuova serie di motori compensati esposta dalla Breda; trattasi di motori di costruzione assai semplice e particolarmente intesa a permettere alla industria una larga applicazione dei motori compensati di piccole e medie potenze.

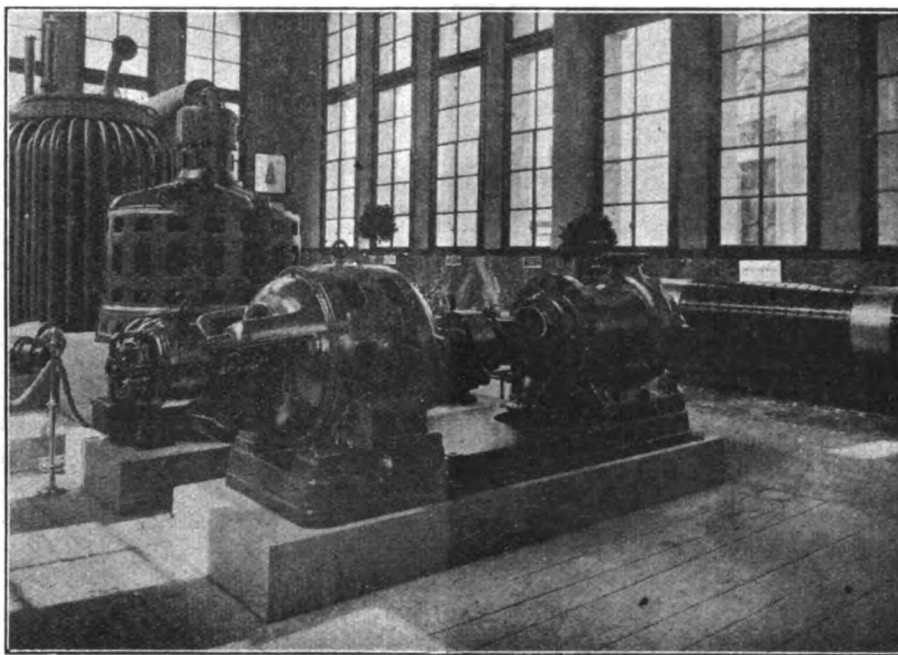


Fig. 2. — Lo Stand della Marelli.

condizioni di marcia si potevano verificare per ciascuna di esse e cioè per marcia in un senso o in senso contrario, con piena eccitazione o con campo indebolito; un gruppo di sei lampade stava a rappresentare i sei motori.

Secondo il comando quindi si accendeva l'uno o l'altro gruppo. Inoltre dalla varia luminosità delle lampade del gruppo acceso si poteva comprendere chiaramente quale delle tre combinazioni era effettuata (serie, serie-parallelo, parallelo). Una lampada stava pure ad indicare il funzionamento in rigenerazione; e un'altra, la messa in tensione della apparecchiatura.

Ancora nello stand della C. E. M. S. A. si notava un motore di trazione da 42 kW, a 550 volt, corrente continua, del tipo a poli di commutazione, adatto per servizio tramviario. Tale motore ha la carcassa in un solo pezzo di acciaio fuso. I poli principali sono in lamiera di acciaio, con spirali di eccitazione in piattina di rame; i poli di commutazione sono d'acciaio forgiato.

Un altro tipo di motore tramviario era esposto, di costruzione analoga a quello sopra descritto, ma avente una potenza di 26 kW.

Da notarsi, lo speciale nuovo sistema adottato per la ventilazione che è doppia, indipendente: sono praticate cioè nel motore due entrate distinte, una per l'aria di ventilazione dei poli, l'altra per quella dello indotto, mentre il commutatore è completamente racchiuso fra schermi che formano una camera difesa contro l'ingresso dell'aria.

Tale sistema si asserisce molto efficace in confronto ai vecchi metodi di ventilazione in serie e in parallelo; inoltre l'aver protetto dall'aria il commutatore e le spazzole, ne limita sensibilmente il consumo, che si verifica con gli altri si-

L'elegante padiglione della *Marelli* conteneva anche quest'anno una mostra interessante della ricca e svariata produzione della Casa.

Grandeggiava una grossa elettropompa per grandi portate e piccole prevalenze con girante veloce e capace di una portata fino a 60.000 litri al minuto, destinata a impianti di bonifiche. Accanto ad essa, una elettropompa centrifuga per alte prevalenze, adatta per acquedotti o per alimentazione di caldaie a vapore fino a 50 atmosfere di pressione. Altri tipi di elettropompe erano esposti, per servizi domestici o per irrigazione.

La caratteristica produzione di ventilatori in cui la Casa si è veramente specializzata, era pure largamente rappresentata.

Fra il materiale più propriamente elettrico, si notava anzitutto l'induttore di un turbogeneratore da 7500 kVA a 5000-5500 V, 50 periodi, 30.000 giri, per accoppiamento con turbine a vapore, costruito per la Società Elettrica Sarda. Per accoppiamento a turbina idraulica vi era invece un alternatore ad asse verticale da 300 kVA, 250 V, 44 periodi a 528 giri.

Un trasformatore monofase, con raffreddamento naturale a tubi d'olio, da 1000 kVA, 59.300/4200 V, 16,7 periodi era destinato alle Ferrovie dello Stato.

La Ditta A. Pellizzari e Figli di Arzignano (Vicenza) espose un motore autocompensato da 185 kW a 630 giri funzionante a vuoto, destinato ad azionare un mulino somministrando oltre alla potenza meccanica occorrente 50 kVA di energia reattiva per rifasare l'impianto. Vi erano anche altri motori autocompensati della serie, che ormai è estesa sino a 375 kW.

La stessa Ditta espose anche una elettropompa centrifuga doppia della portata di 2500 litri al primo, alla prevalenza

di m 250 con motore in corto circuito da 185 kW a 1300 giri, da avviarsi mediante autotrasformatore; ed un modello di elettropompa ad asse verticale del tipo fabbricato dalla Ditta per pozzi aperti e sino a profondità di 50 ÷ 60 metri.

Fra il materiale elettrico della Ditta Pellizzari sono ancora da ricordare: un trasformatore autoregolatore a corrente costante da 10 kVA; un trasformatore in olio da 1250 kVA rapporto 60.000/220 V, 42 periodi e altro macchinario minore.

Speciale costruzione della Ditta è quella dei turbocompressori per gas, illustrati alla Fiera da fotografie.

La Società A. Martinetto e Bigo di Torino, presentava i suoi motori trifasi ad avviamento automatico con doppio avvolgimento statorico.

Questi motori hanno un rotore normale in corto circuito o a gabbia di scoiattolo, mentre lo statore porta due avvolgimenti identici posati nelle stesse cave; le diverse fasi di ciascuno dei due avvolgimenti sono collegate a stella e i sei capi sono portati fuori dal motore.

L'avviamento del motore avviene alimentando uno solo degli avvolgimenti statorici, mentre in funzionamento normale entrambi gli avvolgimenti sono alimentati. La coppia sviluppata all'avviamento, da un solo avvolgimento, è capace di portare il pieno carico fino alla velocità normale; perciò l'inserzione del secondo avvolgimento si può effettuare senza che si verichino dei colpi di corrente. Tale inserzione può essere effettuata anche automaticamente per mezzo di un solenoide eccitato dalla tensione (proporzionale alla velocità del motore) indotta nell'avvolgimento statorico inattivo dalla corrente circolante nell'altro; si può così ottenere l'inserzione automatica della seconda parte dell'avvolgimento quando il motore raggiunge una certa velocità.

Questi motori, mentre hanno rendimenti, fattori di potenza e possibilità di sovracarico pari a quelli dei comuni motori, presentano un elevato fattore di potenza all'avviamento assorbendo una corrente che è soltanto da 2,5 a 3,5 volte quella normale realizzando una coppia torcente che è del 50 al 100 per cento di quella a pieno carico. Questo tipo di motori si presenta quindi meritevole di attenzione in molti casi.

La Martinetto e Bigo esponeva anche interruttori automatici a bassa tensione per protezione di motori polifasi, nei quali viene utilizzato come relais un motorino a induzione l'albero del quale agisce direttamente sul gancio di scatto dell'interruttore. Questo scatta nei tre casi: 1) mancanza di corrente e tensione su tutte le fasi; 2) mancanza di corrente su una qualunque delle fasi; 3) massima corrente. La protezione per mancanza di fase è indipendente dallo scatto a massima; quest'ultimo può quindi essere tarato per qualunque valore od anche annullato senza con questo eliminare la protezione per mancanza di fase.

La Ditta presentava anche un nuovo tipo di controllo per motori polifasi, il quale permette di utilizzare dei rocchetti voltometrici per la chiusura automatica, senza che questi impediscano l'apertura per mancanza di fase.

Una mostra particolare, delle applicazioni di piccoli motori elettrici era quella della Società An. Ing. Romeo Agustoni, che esponeva dell'utensileria elettrica d'officina: trapani a due velocità, un nuovo tipo di rettificca da supporto con trasmissione a cinghia, capace di 10.000 giri al minuto alla trasmissione e di 2800 come minimo al motore; tipi di rettificche e sbavatrici; motorini funzionanti con cavo flessibile per lavori ed applicazioni svariate.

La Ditta esponeva anche macchine ausiliarie da cucina.

Fra le innumerevoli applicazioni d'ogni genere dei motori elettrici che si potevano osservare alla Fiera, rammentiamo ancora i paranchi elettrici della Ceretti e Tanfani di Milano, alcuni dei quali erano presentati funzionanti.

\*

L'apparecchiatura elettrica era largamente rappresentata alla Fiera di quest'anno alla quale partecipavano le principali Ditte italiane specializzate nel ramo.

La Società An. Vanossi e Fantini di Milano presentava una bella mostra di interruttori per alte tensioni o per forti intensità di corrente.

Fra di essi notiamo un interruttore tripolare in olio a bassa tensione da 3000 ampere, 1000 volt; un nolo d'interruttori in olio da 200 ampere, 70.000 volt con relais a motore; diversi interruttori tripolari automatici in olio per tensioni da 1000 a 36.000 volt, ed altri pure automatici in aria per intensità da 30 a 1000 ampere.

La Società Italiana Gardy di Torino, esponeva oltre i suoi tipi normali di serie, anche due novità interessanti: un interruttore in olio per 15.000 volt e fortissima capacità di rottura (100.000 kVA), in cassa unica, e provvisto di camera di scoppio; e un interruttore per corrente continua a soffiatura magnetica dell'arco per 1000 A, 1500 V, capacità di rottura 15.000 A.

Una numerosa serie di apparecchi di comando si osservava nello stand della Busnelli Corradini e C. di Milano che presentava, fra l'altro, un interruttore tripolare con spegniarco da 1000 A, 550 V del tipo fornito alle Ferrovie dello Stato; serie di interruttori a coltello da 30 a 500 A, muniti di spegniarco; serie di interruttori automatici a minima e a massima, a tempo, ecc., per correnti da 30 fino a 1000 A; e una quantità di interruttori diversi e di dispositivi di sicurezza adatti a svariate condizioni di impianto e di funzionamento.

Un notevole assortimento di materiale per piccole installazioni si osservava anche nello stand della Ditta Baderna-Ziccardi e C. di Mondovì.

La mostra più notevole nel campo dell'apparecchiatura era indubbiamente quella del Laboratorio Elettrotecnico Magrini di Bergamo.

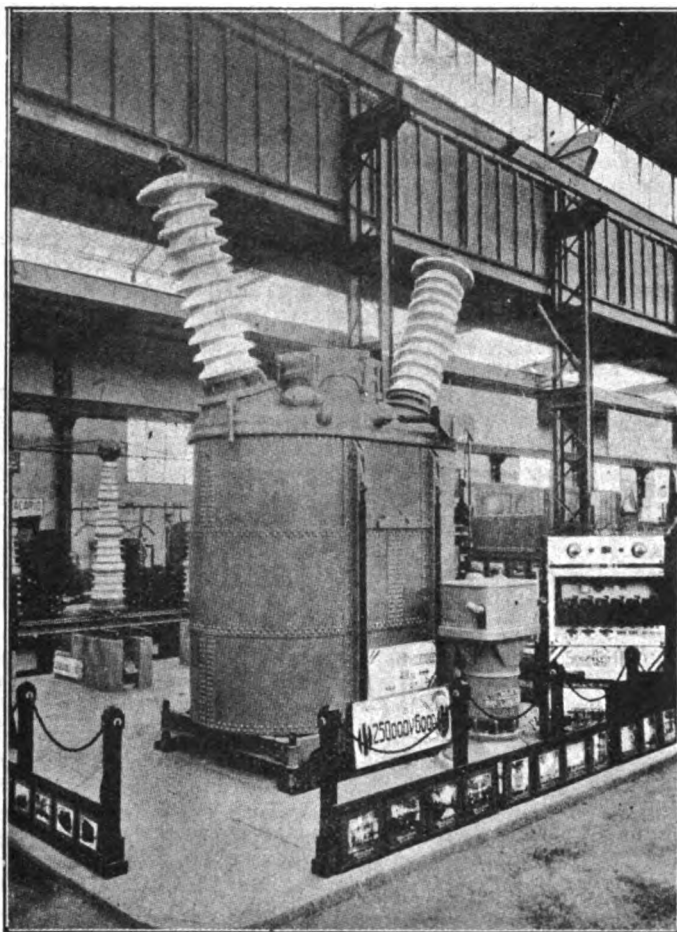


Fig. 3. — Lo Stand della Magrini coll'interruttore a 250.000 V.

La notissima Ditta presentava gli elementi per l'apparecchiatura all'aperto di cabine a 250.000 V, tensione che, come è noto, sta per essere applicata in un impianto italiano nel Trentino.

I tre elementi fondamentali di detta apparecchiatura sono: l'interruttore in olio; il sezionatore; l'isolatore di supporto.

I requisiti per i quali essi sono costruiti, sono i seguenti:

1) Isolamento sotto pioggia ad oltre due volte e mezza la tensione d'esercizio;

2) Sicurezza d'apertura alla massima tensione, in rapporto alla corrente di capacità pel separatore, e al massimo carico per l'interruttore in olio;

3) Sicurezza di manovra a distanza tanto pel separatore che per l'interruttore, in modo da poter eseguire qualunque operazione dal banco di comando.

L'isolatore di supporto prescelto è del tipo conico ad alette, in più pezzi riuniti da flange metalliche difese da schermi a larga curvatura. Esso presenta una larga base di appoggio e resistenza molto grande sia alla flessione che alla torsione, ciò



che permette di fare contatti molto buoni nelle pinze che portano corrente: cosa indispensabile specialmente negli impianti all'aperto.

Il separatore è del tipo a rotazione, montato su tre isolatori di supporto. Ai supporti laterali arrivano i conduttori, che portano corrente alle pinze racchiuse in larghi schermi sferici, che eliminano qualunque pericolo di effluvio e di scatti nel caso di colpi di sopratensione; il supporto centrale porta il coltello tubolare, armato in modo da renderlo rigidissimo pur rimanendo assai leggero, e che può ruotare sul suo asse determinando, sotto un angolo di  $80^\circ$ , l'apertura o la chiusura del circuito. Un gioco cinematico collega l'asse di rotazione col meccanismo di comando, la cui ubicazione può essere scelta dove meglio convenga per la facilità dell'ispezione e del comando a mano: il comando a distanza può eseguirsi da qualunque punto anche lontano, essendo la manovra ottenuta a mezzo di un motorino, a corrente continua od alternata. L'apparecchio di comando dà poi una sicura segnalazione delle condizioni di apertura o chiusura del sezionatore, ed è studiato in modo che ad un guasto nel circuito delle segnalazioni a lampade corrisponde sempre indicazione di « pericolo ».

L'interruttore per 250 kV è a quattro interruzioni, con o senza resistenza di inserzione, ed è analogo costruttivamente al tipo per 175 kV, già da tempo costruito su larga scala dalla Ditta.

Il movimento meccanico per le operazioni di apertura e chiusura è portato nella parte centrale, anziché appoggiato a supporti laterali, e ciò a mezzo di un gioco a parallelogrammo. Questa disposizione ha il grande vantaggio, specialmente per le altissime tensioni, di non avere il circuito elettrico mobile unito, a mezzo di isolanti, con parti metalliche vicine e in diretto collegamento con la cassa, e proprio nella località in cui si sviluppano gli archi, dai quali vengono proiettati elementi gassosi e metallici elettrizzati: e ciò permette l'eventuale interposizione di uno schermo isolante fra circuito mobile e cassa, quando ciò sia reso necessario da dimensioni particolarmente ridotte che si vogliano assegnare alla cassa stessa.

I passanti sono del tipo a condensatore, con rivestimento esterno ed interno di porcellana. Essi possono ricevere i riduttori di corrente, capaci di alimentare un relais ed un wattmetro.

L'isolamento interno è tutto in bakelite di confezione speciale; ogni pezzo viene provato dopo una lunga immersione nell'acqua. La portata massima continuativa è di 600 ampere; la corrente che può tagliare nel caso di corto circuito è di 4000 ampere.

La lunghezza di apertura è tenuta doppia di quella che il calcolo darebbe come massimo.

La profondità dell'inizio dell'arco sotto il livello dell'olio è stata tenuta elevatissima, per rendere impossibile a qualunque parte di gas di raggiungere la superficie con temperatura e pressione pericolose. A maggior garanzia, a pochi centimetri sotto al livello superiore dell'olio è disposto un doppio schermo formato da una forte lamiera forata a larghe maglie che fa da sostegno ad una fitta rete in filo sottile di rame: questo schermo ha lo scopo di raffreddare energicamente e rapidamente i gas che potessero ancora trovarsi all'uscita dall'olio così caldi da infiammarsi al contatto dell'aria sotto il coperchio.

Anche le distanze in ogni senso della regione dell'arco rispetto alla cassa sono così abbandonate da escludere ogni pericolo di contatti a massa, per cui non è previsto nessun schermo isolante interposto.

La forma arrotondata della cassa, nel senso della dimensione minore, riduce sensibilmente il volume d'olio occorrente, e si presta bene a resistere agli sforzi creati dalle pressioni interne. Le dimensioni assegnate sono tali che le pressioni riportate dalle bolle gassose al recipiente non possono in nessun caso creare sforzi tali da sollecitare sensibilmente le giunzioni fra le lamiere. Tali giunzioni sono fatte con chiodature e con criteri analoghi a quelli usati per i recipienti in pressione.

I coperchi in ghisa, a robusta e razionale membratura, sono fissati alle casse a mezzo di morse di facile manovra, ed hanno al bordo inferiore un ampio alloggiamento dove si può collocare una opportuna guarnizione in canapa oliata per la completa tenuta quando l'interruttore deve essere montato all'esterno. In tal caso tutto l'equipaggiamento per portare nell'interno la corrente che alimenta la resistenza di riscaldamento dell'olio, e per portare all'esterno la corrente del secondario dei riduttori montati sui passanti, è studiato con particolare cura.

Una larga apertura è praticata nel coperchio per lo sfogo dei gas, raccordabile ad una tubazione che convoglia i gas stessi all'esterno. Nella parte più alta del coperchio è poi alloggiata

un'ampia valvola di sicurezza, che può aprire uno scarico sussidiario nel caso di eccezionale produzione di gas ad alta pressione: la tenuta della valvola contro l'umidità, nel caso di montaggio degli interruttori all'aperto, è fatta con guarnizione idraulica ad olio ed una piccola pompa messa in moto dal gioco di apertura dell'interruttore fornisce di olio automaticamente il serbatoio ogni volta che l'apparecchio funziona.

Nell'interno del coperchio sono collocati piccoli recipienti per contenere materiali assorbenti dell'umidità, e che possono facilmente venir riforniti levando la campana della valvola superiore.

In ragione della grande corsa data all'equipaggio mobile, la cui massa è rilevante, e sulla quale agiscono nell'apertura la gravità insieme a delle robuste molle tarabili dall'esterno, l'interruttore è stato anche fornito di uno speciale freno ad olio, che, mentre permette la piena velocità nella mezza corsa che corrisponde alla durata dell'arco, porta dolcemente il sistema alla fine del movimento senza scosse e sobbalzi pericolosi.

I poli sono uniti fra loro meccanicamente e direttamente a mezzo di giunti snodati di facile collegamento, e la manovra si può fare sia montando il comando sullo stesso asse principale coll'intermezzo di un altro giunto snodato, sia a mezzo di leve o di catene.

Il comando è del sistema a solenoide, con un unico cilindro, capace di fare largamente lo sforzo necessario alla chiusura dei tre poli. Uno speciale congegno permette di eliminare tutto il tempo necessario alla magnetizzazione, che rende in generale lenti questi tipi di comando, cosicché il tempo di chiusura diviene brevissimo, e il comando si presta assai bene per le operazioni di parallelo.

Completavano la mostra della Magrini, oltre ad una serie di fotografie dei più recenti e grandiosi impianti in Italia e all'estero, un quadro di relais selettivi I. U. M., per la protezione differenziale degli impianti; tali relais si fanno notare per la sicurezza della loro azione selettiva che elimina il solo tronco interessato in qualunque caso di guasto, sia esso dovuto a corti circuiti, ad archi a terra, a sopratensioni di origine interna od a scariche atmosferiche.

L'Ing. G. Picker di Milano esponeva i sistemi di protezione Buchholz per trasformatori. Questi interessanti dispositivi sono stati altra volta ampiamente descritti su questo giornale <sup>(1)</sup>.

Nel ramo degli strumenti di misura la C. G. S. di Monza esponeva alcune novità interessanti.

La Ditta ha modificato il noto tipo di registratore a relais, perfezionandolo e riuscendo a ridurne le dimensioni ed il costo; alla Fiera erano esposti i primi campioni del nuovo tipo. Un'altra novità era costituita da serie di trasformatori di misura, sia di corrente che di tensione, che presentano in confronto alle serie precedenti un coefficiente di sicurezza più elevato e più ridotte cause di errore. Per gli apparecchi da quadro, la Ditta presentava dei nuovi modelli di dimensioni molto ridotte.

\*

Abbastanza estesa era quest'anno la mostra delle applicazioni termiche dell'elettricità.

Le officine U. Carpegna di Torino, esponevano diversi equipaggiamenti di loro costruzione per la saldatura dei metalli. Alcune macchine erano destinate alla saldatura elettrica dei conduttori di rame per diametri fino a  $80/10$ , anche di tipo portatile. Per grosse saldature le officine Carpegna costruiscono delle stazioni complete ad arco costituite da un trasformatore e da una bobina di reattanza di costruzione appositamente studiata la quale ha il duplice scopo di provocare una opportuna caduta di tensione con l'aumentare della corrente nel circuito di saldatura, e di stabilizzare l'arco riadescandolo, ad ogni estinzione, mediante la extracorrente di apertura che esso provoca. La Ditta, che costruisce anche alternatori e trasformatori per potenze rilevanti esponeva anche campioni di sue costruzioni elettromeccaniche.

La Ditta Ing. S. Belotti e C. di Milano, Corso Roma, 76-78, esponeva in pratico funzionamento parecchi gruppi elettrogeni a benzina e a petrolio, gruppi a motore-generatore, a trasformatori statici, a regolatori induttivi, per la saldatura elettrica ad arco metallico secondo il brevetto « Quasi-Arc » che si presta specialmente nell'industria elettrica per la saldatura di cassoni per trasformatori, casse per interruttori, ecc. Nei lavori

(1) L'Elettrotecnica, vol. XIV n. 10 del 5 aprile 1927, pag. 219.

in lamiera gli elettrodi « Quasi-Arc » permettono di ottenere ottime saldature anche disponendo di mano d'opera di ordinaria abilità. La saldatura può essere eseguita, senza difficoltà anche verticalmente e sopratesta per cui non si rende necessario nessun spostamento o capovolgimento del pezzo durante la saldatura. Il sistema si presta anche per saldature di binari o riparazioni in genere di pezzi metallici.

La Ditta Ing. Gaetano Malaguti di Milano, da tempo specializzata in applicazioni elettrometallurgiche, presentava un numeroso gruppo dei suoi prodotti. Fra essi vi erano parecchi tipi di forni elettrici per alte temperature, di cui un tipo da laboratorio per temperature fino a 3000° ed altri ad elementi di pyrolite o di pyroxene adatti rispettivamente fino a 1300° o a 1100°. Le note macchine per saldatura a punti con comando automatico, quelle per saldature longitudinale o per saldature di testa, costruite dalla Ditta e delle quali ebbero alta volta a far menzione in occasione delle precedenti Fiere, erano pure rappresentate.

Interessante il sistema di saldatura ad arco-resistenza per il quale era esposta una macchina da 35 kVA. Con questo sistema la saldatura viene iniziata riscaldando le sezioni metalliche mediante l'adescamento di piccoli archi, i quali, favoriti dai vapori metallici che si svolgono, vanno aumentando fino a portare i pezzi alla temperatura sufficiente per la saldatura. I pezzi vengono allora accostati con un colpo brusco che elimina le scorie e gli ossidi e le superfici metalliche pulite vengono messe a contatto e si saldano colle caratteristiche della saldatura a resistenza. Il metodo presenta parecchi vantaggi pratici sugli altri in uso.

La stessa Ditta esponeva anche parecchi modelli delle sue brasatrici per lame da sega e una macchina per incisione di diciture su pezzi metallici mediante un dispositivo elettrico.

La Società T. E. A. esponeva tipi in varie grandezze di accumulatori di acqua calda per servizi domestici e per usi industriali da pochi litri giornalieri fino a molte centinaia; una cucina ad accumulazione con circuiti di iperaccumulazione per elevare la temperatura di posti destinati a piatti speciali; e forni elettrici da pasticceria, sia a consumo diretto che ad accumulazione.

Oltre a questa produzione di serie, erano pure esposte due novità interessanti e cioè la macchina da caffè espresso ad accumulazione e la cucina diretta « T. E. A. Securitas ».

La prima consiste in una normale macchina a caldaia per caffè espresso che può ricevere il riscaldamento sia per mezzo di un circuito elettrico di bassa richiesta (da 0,75 a 1,5 kW a seconda della potenza della macchina), sia mediante immissione nell'acqua della caldaia, di vapore generato istantaneamente in un accumulatore TEA a massa di ghisa, sottostante alla caldaia stessa. L'accumulatore si carica durante la notte e durante le ore in cui la caldaia non lavora.

La cucina diretta « TEA Securitas » è costruita per garantire l'incolumità assoluta dei pericoli di scosse; le cucine di tale tipo, le cui potenze possono variare da 750 watt a 2,5 kW, sono fornite di un trasformatore che abbassa la tensione di esercizio a 10 o 20 volt. Il trasformatore è applicato nell'incastellatura della cucina stessa ed ad esso si può pervenire con cavo sottopiombo, come si richiede dalla Finanza per gli apparecchi di riscaldamento che non devono essere soggetti a tassa.

Data la bassa tensione i circuiti elettrici devono essere molto grossi e robusti ciò che garantisce una lunga durata; il rendimento termico si avvicina al 100 per cento e deducendo il 10 per cento perduto nel trasformatore, si ottiene un rendimento netto di circa il 90 per cento.

La « S.F.E.A.T. » Società Forni Elettrici Alta Temperatura ha presentato alla Fiera una numerosa serie di forni elettrici a resistenza per gli usi più vari. Fra questi sono interessanti dei piccoli forni a muffola per la tecnica dentaria, la cui caratteristica è quella di poter funzionare inserendoli sulle ordinarie reti di distribuzione e con consumo minimo; tali forni permettono di raggiungere un massimo di 1.600°.

Inoltre figuravano nella mostra diversi tipi di forni elettrici per laboratori di metallurgia e chimica, sia per corrente monofase, che per corrente trifase, e coi quali si possono raggiungere anche i 3000°.

Preziosi servizi possono rendere tali nuovi tipi di forni nelle fusioni dei metalli e per il loro trattamento termico: si prestano ancora alle prove di fusione dei materiali refrattari.

La stessa Ditta costruisce inoltre forni elettrici per indu-

strie (fonderie metalli preziosi, metalli ricchi, ecc.), forni per tempera, per cementazione, forni a muffola, ecc.

Una Ditta specializzata nei forni da cottura è la Antonello e Orlandi di Verona, la quale, fra i numerosi tipi da essa costruiti ne esponeva parecchi. Ricordiamo un forno da pane destinato alla Società « El Vulcano » di Callao nel Perù; un altro, tipo Marina, costruito per una motonave della Società Puglia e una macchina rotativa da wafers di modello recentissimo.

Apparecchi termoelettrici diversi erano presentati anche dalla Ditta Rag. Giuseppe Pallavicini di Torino. La Ditta rappresenta la Casa Therna di Schwander nella Svizzera ed esponeva infatti parecchi tipi di bollitori e riscaldatori d'acqua di quella marca. La mostra era completata da una quantità di altri apparecchi e dispositivi elettrici di uso domestico.

La Società Siemens di Milano presentava modelli di lucidatori e di aspirapolvere, apparecchi diversi a motorino per uso di cucina, lavatrici per biancheria, stufe ad accumulazione di calore tipo Protos, ecc.

\*

Nel campo dei materiali in genere per elettrotecnica, una mostra di notevole importanza era quella della nota Casa costruttrice di cavi e di conduttori isolati Ing. V. Tedeschi di Torino. La produzione di cavi ad alta tensione, in cui la Casa ha raggiunto una perfezione ben nota ai tecnici era rappresentata da alcune bobine di un cavo trifase per 30.000 V e di un cavo monofase per tensione di esercizio fino a 100.000 V, di particolare costruzione, e provato nel laboratorio della Ditta alla tensione di 200.000 V. Nello stand erano anche esposti i risultati delle prove eseguite su questo e su altri cavi; le prove dimostrano come le perdite nel dielettrico sieno molto basse e poco variabili coll'aumentare della tensione.

La Ditta esponeva pure i risultati delle prove micro-fotografiche della carta impiegata nei cavi elettrici, eseguite dallo speciale laboratorio chimico per l'analisi delle carte, recentemente installato per il controllo scientifico di questa importante materia prima.

La Tedeschi esponeva pure dei grandi campioni di cavi telefonici urbani ed interurbani: i primi a grandissimo numero di coppie, i secondi costituiti a bicipie coi sistemi speciali per la telefonia a grande distanza. Nel campo dei conduttori elettrici presentava diverse novità relative alle applicazioni telefoniche e dei tipi per automobili nonché una larga raccolta di conduttori diversi.

Lo stand era completato da una ricca raccolta di cassette, di terminali, di muffole di giunzione ed accessori diversi per l'uso dei cavi.

Un ricco assortimento di conduttori elettrici isolati per tensioni modeste era esposto nello stand della Ditta Colombo Cesare di Milano.

La Società Ceramica del Verbanò per la Fabbricazione della porcellana esponeva i suoi isolatori rigidi per linee a bassa, media e alta tensione, a campane multiple, della serie Delta e della serie a « campana larga », a smalto bianco, bruno e verde. Inoltre i suoi tipi per cabina e apparecchiatura, cioè isolatori a gola, poggianti e passanti, dei quali taluni per altissimi potenziali e di rilevanti dimensioni.

Interessanti sono gli isolatori sospesi, nella fabbricazione dei quali la Ditta si è specializzata; trattasi del tipo cementato Untra, nonché di quello privo di cemento interno « testa a cono » che si caratterizza anche per la sua rilevantissima resistenza meccanica. La costruzione di esso era mostrata da una bella sezione ricavata dal taglio di un isolatore. Completavano la mostra alcuni campioni di porcellana stampata per installazioni interne.

Specializzata nei materiali isolanti era la mostra della Società An. Monti e Martini di Milano. Richiamava l'attenzione un motorino, di costruzione ordinaria, il quale funzionava completamente immerso nell'acqua dopo essere stato trattato colla vernice « Superbol »; tale vernice, oltre ad avere un forte potere isolante, è anche inattaccabile dall'acqua, dagli alcali e dagli acidi e si presta perciò per moltissime applicazioni. Vi erano poi campioni di diversi materiali isolanti d'ogni qualità: pezzi e lastre di « triemme », lastre di « fibroid », pezzi stampati in ebanite, formolo, ecc., resina « Super-ba », cilindri dello stesso materiale in grandi dimensioni, ecc. La Monti Martini presentava anche degli isolatori passanti normali per tensioni di esercizio fino a 250.000 volt.

Una notevolissima mostra di materiali metallici per impieghi elettrotecnici era presentata dalla «Terni», la quale ha iniziato nel 1921 la produzione di materiali magnetici per costruzioni elettromeccaniche. La Ditta, che può produrre fino a più di 180 tonnellate al giorno di materiali magnetici, espose una ricca serie dei suoi prodotti i quali rispondono a tutte le esigenze della tecnica moderna e presentano le migliori caratteristiche magnetiche e meccaniche. Parecchie delle maggiori costruzioni elettromeccaniche compiute in Italia in questi ultimi anni o tuttora in corso sono effettuate appunto con materiali forniti dalla «Terni».



Nel campo degli apparecchi scientifici e delle radiotrasmissioni, la Fiera Campionaria di quest'anno era fornita di una mostra quanto mai ricca e svariata. Nella impossibilità di dire particolarmente di tutto il materiale esposto, accenniamo a quanto di più interessante abbiamo potuto osservare in mezzo alla congerie veramente abbondantissima di apparecchi e di strumenti.

Anche quest'anno la *Ditta Allocchio Bacchini* ha esposto una larga serie di apparecchi di sua costruzione. Per ciò che concerne gli apparecchi di misura di precisione abbiamo notato parecchi perfezionamenti all'oscillografo, specialmente per ciò che riguarda la sorgente luminosa, poichè la Ditta ha studiato un dispositivo per sostituire alla lampada ad arco una lampada a filamento del tipo da cinematografo. Sono ovvi i vantaggi ottenuti con tale dispositivo nella maggior parte dei casi.

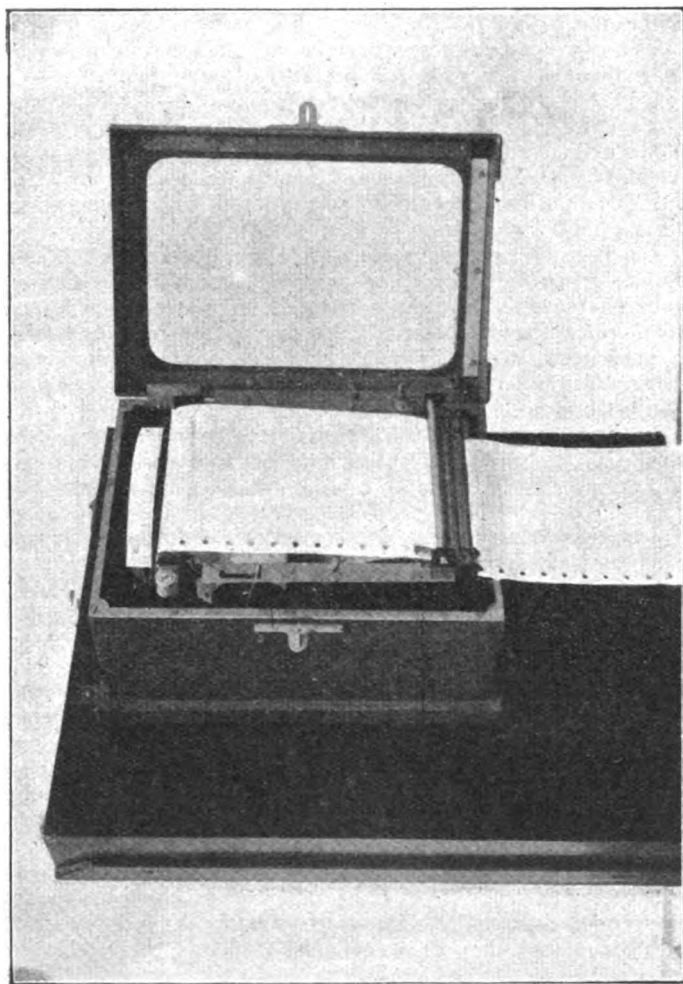


Fig. 4. — Registratore per termometri elettrici a distanza.  
(Ditta Allocchio Bacchini).

Interessantissimi inoltre i nuovi tipi di pirometri e di termometri elettrici a distanza ed abbiamo visto il registratore da applicarsi a questi apparecchi che per la prima volta viene fabbricato in Italia. Esso è del solito tipo a carta continua che presenta una larghezza di oltre 10 cm e presenta dispositivi tali da renderlo oltremodo pratico per tutti gli usi industriali.

Interessanti, per ciò che riguarda specialmente, le aziende elettriche, oltre che i suddetti termometri per il macchinario elettrico anche i dispositivi per la segnalazione della circolazione d'acqua nei trasformatori basati sul sistema ideato dal Prof. Bar-

bagelata. Per ciò che riguarda gli apparecchi di radiotelegrafia abbiamo notato il tipo unico che la Ditta oggi costruisce e cioè l'apparecchio a supereterodina modello R 85. Tale apparecchio presenta le migliori doti di selettività, di semplicità d'impiego e di sensibilità in maniera da renderlo molto adatto per le ricezioni delle stazioni odierne che come si sa sono molto disturbate da agenti esterni e che interferiscono molto fra di loro. Lo stesso ricevitore è pure realizzato in un apparecchio portatile il quale contiene in una cassetta portatile tutto il necessario, e precisamente, oltre all'apparecchio, le batterie, l'altoparlante ed anche il piccolo telaio.

La *Società An. Brevetti Arturo Perego* presentava il suo materiale tipico per telecomunicazioni elettriche e radioelettriche speciali e comuni.

Nel campo della telefonia erano esposte le produzioni già più volte illustrate in questa rivista e cioè dispositivi di sicurezza ed antinduttività per linee telefoniche soggette a pericolo di contatto ed a perturbazioni di linee ad alta tensione a qualunque tensione; dispositivi telefonici e telegrafici analoghi ma colla speciale applicazione a linee traviarie e ferroviarie con trazione a corrente continua o raddrizzata. La base di questi dispositivi che permettono di realizzare comunicazioni telefoniche in condizioni di esercizio non facili sono il trasformatore di sicurezza e lo smorzatore brevetto Perego opportunamente combinati con altre protezioni fra le quali è degno di nota l'interruttore automatico di distacco e messa a terra della linea telefonica nel caso di sopratensioni pericolose. Come sintesi di questa produzione si osservava un posto centrale telefonico a due linee, per tensione di 130 kV.

Il problema della dotazione dei telefoni ai guardie linee di imprese elettriche è stato risolto dalla Soc. Perego coi suoi telefoni portatili di sicurezza, dei quali, l'ultimo e recente tipo, a 70 kV, ha la caratteristica di avere la parte pericolosa di protezione (trasformatore di sicurezza) staccato dal telefono propriamente detto in modo che chi deve usarlo non ne può venire in contatto sia nel momento di appenderlo alla linea telefonica, sia usando del telefono. Il trasformatore-fioretto può essere completamente smontato dai suoi bracci (contenenti le valvole) in modo da trovar posto nella cassetta del telefono che diventa così veramente trasportabile non superando il suo peso che di poco i 10 kg.

Una novità di quest'anno era il telefono a chiamata selettiva per linee omnibus.

Questo tipo di apparecchio ha la caratteristica della disposizione in serie dei suoi organi di selezione, il che presenta dei vantaggi importanti sui sistemi finora usati, come la possibilità di usare tensioni di linea non elevate e quella di poter sezionare le linee in tronchi nel caso di guasti, in modo che il servizio possa continuare sui tronchi non guasti.

Bisognerebbe ancora ricordare: apparecchi speciali per la telefonia su circuiti telegrafici a filo semplice; telefoni in ghisa a chiusura stagna per miniere e luoghi umidi garantiti impermeabili anche ai gas e con circuito studiato in modo da evitare ogni scintilla interna ed infine tutta una larga serie di produzione che va dal piccolo telefono per appartamenti al telefono per grandissime distanze, coi numerosi relativi accessori.

La stessa ditta esponeva inoltre l'ultimo tipo di stazione radiotelefonica e radiotelegrafica in duplex ed in simplex ad onde guidate su linee ad alta tensione od altre linee di telecomunicazione.

Nel caso di attacco ad una fase di linea ad alta tensione (che si effettua con condensatore appropriato) la stazione ha rilevanti isolamenti adeguati alla tensione della linea alla quale va collegata, in modo di avere in ogni caso garantita l'incolumità personale dell'operatore. Diversi perfezionamenti si notavano in confronto al tipo già esposto lo scorso anno, per esempio: la semplificata manovra di passaggio tra la posizione di corrispondenza « duplex » e quella di ricevimento « simplex » e l'adozione di una onda di chiamata diversa da quella di corrispondenza, il che permette l'impianto di diverse stazioni in circuito omnibus, stabilendo un codice convenzionale di segnali di chiamata oppure chiamata selettiva accoppiando al relais il selettore di chiamata Perego.

Un geniale apparecchio che trova la sua applicazione specialmente nei bisogni dell'esercito è la stazione radiotelefonica e telegrafica portatile duplex e simplex che può essere adoperata sia per onde convogliate che per onde libere. Lavora con due soli triodi a debole consumo di modo che l'alimentazione non richiede che una comune batteria di accensione ed una anodica di 120 volt. La stazione (pur col ridotto peso a circa kg 20,



batterie escluse) è provvista di tutti i dispositivi di sintonia, controllo batterie e modulazione, controllo di emissione a. f., dispositivi telefonici e telegrafici in duplex ad in simplex.

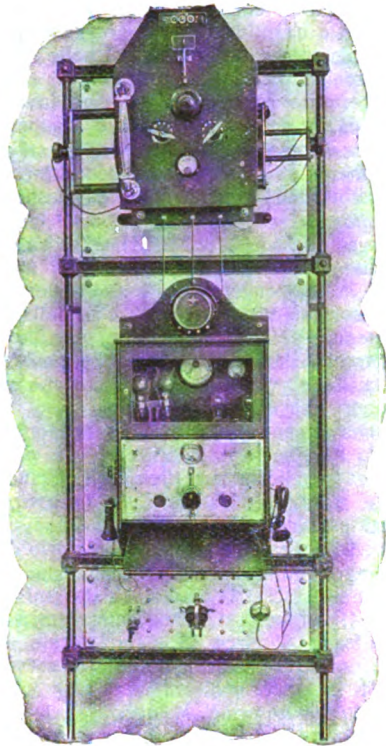


Fig. 5. — Stazione per telefonia a onde guidate.  
(Società An. Brevetti A. Perego).

Nel campo della radiotelefonia erano degni di nota i due nuovi apparecchi Supereterodina, uno a 5 valvole per antenna ed uno a 8 valvole per telaio, che hanno le caratteristiche di manovra ed alto rendimento. Si notavano anche diversi altri apparecchi riceventi e accessori e pezzi staccati di ogni genere.

Anche quest'anno la *Società Industrie Telefoniche Italiane « Doglio »* ha voluto offrire una visione completa delle sue costruzioni telefoniche e radiotelefoniche.

Nei suoi quattro stand si osservava il nuovo apparecchio intercomunicante in cassetta metallica, per una linea urbana automatico e cinque interni. Questo apparecchio, che nulla ha perduto come sicurezza e come funzionamento rispetto ai tipi precedenti, si presenta molto meno ingombrante. Un'altra novità in fatto di apparecchi intercomunicanti era costituita dagli apparecchi a più linee urbane e con più di cinque linee interne costruiti con i collegamenti in derivazione, in conformità alle nuove disposizioni governative che altrimenti non consentirebbero l'installazione di apparecchi a più di cinque linee interne. In tutti gli apparecchi si notava la solita accuratezza di finitura; e ciò sia nei lavori più complessi come i centralini a più linee urbane ed interne, sia negli apparecchi semplici a proposito dei quali richiamavano l'attenzione la adozione di organi di nuovo tipo ed una felice disposizione interna.

Anche la produzione di questa Società nel campo della radiotelefonia, era rappresentata da una larga serie di parti staccate.

Il circuito Difarad, sul quale sono basati i più recenti apparecchi dei tipi R. 11 e R. 14 a cinque valvole, risolve il problema della neutralizzazione per un campo di lunghezza d'onda illimitato.

Alla Fiera figuravano in nuova veste i tipi R 11 - R 12 LXV racchiusi in elegante armadio. L'apparecchio R 14 a cinque valvole, con campo di lunghezza d'onda da 250 a 2000 metri, consente l'uso di un aereo interno di ridotte dimensioni.

Molto notato è stato anche il tipo riservato alla ricezione della locale stazione trasmittente. La S.I.T.I. esponeva ancora due apparecchi rispettivamente per antenna e telaio nei quali le manovre sono ridotte al minimo. Notevole l'apparecchio a telaio in superautodina a sette valvole tipo R 120 che usa per la neutralizzazione dell'amplificazione della frequenza intermedia il sistema Difarad.

Una mostra molto interessante di apparecchi radio e materiale relativo era presentata dall'*Ufficio Marconi* di Roma.

Th. Mohwinckel di Milano, rappresentava la fabbrica U.N.D.A. di Dobbiaco, la quale è specializzata nella costruzione di condensatori variabili di minima perdita, di reostati semi-fissi, porta valvole anticapacitivi e antifonici, interruttori, neutrotrasformatori, ecc. Oltre a tutti questi articoli in parte di costruzione nuova e perfezionata, la U. N. D. A. esponeva ancora: una scatola di montaggio per apparecchio neutrodina schermato secondo il nuovo sistema americano ed un amplificatore a bassa frequenza di resistenza e capacità di costruzione accuratissima e poco costoso.

La Ditta Th. Mohwinckel esponeva inoltre un vasto assortimento di articoli sia greggi che finiti in materiale isolante conosciuto col nome di Trolite, ed anche in Ebanite.

L'Ing. Giuseppe Ramazzotti — Radio Apparecchi Milano — presentava tipi di apparecchi riceventi di propria fabbricazione per ricezione su telaio e in alto parlanti; si notava anche una supereterodina Baltic come esempio del materiale di montaggio Baltic; un ondometro per onde fra 200 e 4000 metri; e una larga serie di pezzi staccati e di accessori.

La Società An. S.I.A.R.E. di Piacenza aveva pure nel proprio stand apparecchi completi di sua fabbricazione fra cui: una supereterodina a 7 e a 9 valvole funzionante su quadro e capace di ricevere tutte le stazioni europee; e una stazione trasmittente da 5 a 10 W per dilettanti. Completavano la mostra numerosi altoparlanti di diverso tipo.

Lo Studio Radio Artistico Apparecchi Radiofonici Burndept, di Milano, esponeva parecchi modelli di apparecchi di costruzione francese nonché un nuovo tipo di telaio da 200 a 2800 metri d'onda munito di speciale inseritore che permette il funzionamento dei diversi settori in serie od in parallelo, senza disturbi.

La Società An. Italiana American Radio Co., presentava tipi di apparecchi americani di grande potenza fra cui i tipi Stewart-Warner a 5 e a 6 valvole e i tipi Sonora a sei valvole; supereterodine Victoreen di grande selettività; altoparlanti, valvole, ecc.

La Ditta Augusto Salvatori di Roma, presentava i tipi di apparecchi Atwater Kent di grande selettività e di facile manovra.

La Società Radio Vittoria di Torino esponeva parecchi tipi di apparecchi riceventi di propria costruzione e di varia potenzialità nonché serie di pezzi staccati e di accessori.

La Standard Elettrica Italiana (già Western Electric Italiana) aveva nel suo stand oltre a stazioni riceventi tipo « Standard » anche una stazione trasmittente da 100 W. Si notava anche un centralino telefonico automatico per 20 linee e un complesso telefonico selettivo.

La Electron-Radio di Milano presentava delle serie di pezzi staccati per montaggio di apparecchi radiotelefonici, nonché altoparlanti di piccole dimensioni e di buon rendimento.

La Società Radio-Italia di Roma esponeva modelli di tipi di valvole raddrizzatrici per l'alimentazione dei circuiti di placca, notevoli per la robustezza della costruzione, e tipi di altoparlanti « Sferavox ».

In fatto di altoparlanti era notevole la mostra della S. A. F. A. R. di Milano che presentava i modelli per ricezioni artistiche tipo « Grande Concerto » e tipo « Victoria » e « Humanovox », nonché numerosi tipi di cuffie.

La Società Scientifica Radio di Bologna esponeva i suoi piccoli condensatori elettrostatici fissi, in rame e mica.

Parti staccate per montaggio di apparecchi radio erano ancora presentati dall'e Ditta: L. Mayer-Recchi di Milano; Ing. Del Vecchio di Milano, ecc.

Particolare importanza aveva la mostra di valvole termioniche della Philips-Radio di Milano. Si notavano valvole di ogni tipo da quelle a consumo normale del filamento (0,5 A) alle miniwatt (0,06 A), per tensioni di filamento da 1 V fino a 6 V. Notevole una nuova valvola a coefficiente di amplificazione molto alto, circa 30, e con elevata resistenza interna (60.000 ohm) nella quale la capacità interna è ridotta, mediante appositi accorgimenti, a valori piccolissimi. Parecchi erano anche, i tipi di valvole trasmettenti, del tipo da 5 W fino a quello da 30 kW a raffreddamento con circolazione d'acqua. Vi erano poi ancora diversi tipi di raddrizzatori elettronici, di alimentatori di placca, ed anche altoparlanti di speciale costruzione.

R. S. N.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.



## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MATERIALI.

E. GOLDBACHER — **Fili smaltati.** (E. T. Z., pag. 1453, 9 dicembre 1926).

Per filo smaltato o laccato si intende oggi del filo metallico isolato esclusivamente con guaine di vernice. I primi fili smaltati furono usati intorno al 1900 in America e nel 1907 in Europa. Dall'impiego fattone, specialmente nell'industria delle correnti a bassa tensione, risultarono, in confronto di fili isolati con seta, i seguenti vantaggi: minor costo, maggior resistenza alla perforazione e isolamento più elevato, notevole maggior resistenza all'umidità, inalterabilità a temperature fino a 100°, minor spessore degli avvolgimenti, potendosi limitare lo spessore dello smalto a meno della metà di quello dei rivestimenti in seta.

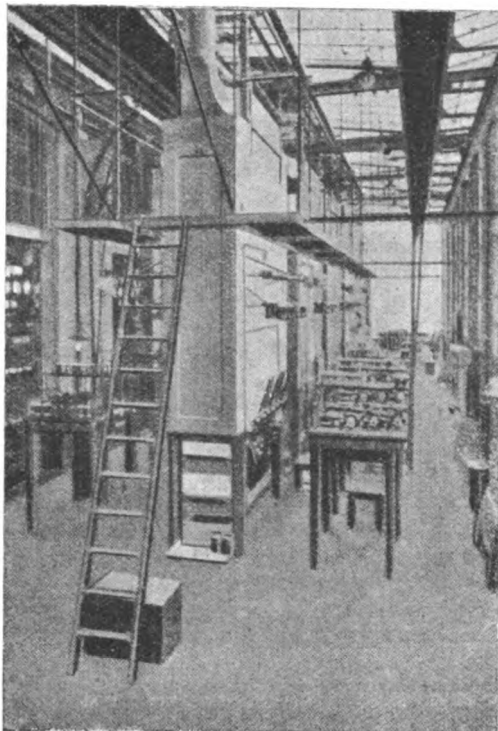


Fig. 1.

**Filo nudo di rame.** — Il filo di rame è generalmente ricavato alla trafilatura da barrette di rame grezzo americano. Con numerose e accurate prove mediante un apparecchio a mercurio (Siemens e Halske), si è constatato che fili di diversa provenienza hanno un numero di difetti assai diverso per unità di lunghezza. L'analisi chimica non rivela differenze apprezzabili, ma al microscopio i fili migliori presentano una superficie assai più liscia ed uniforme. E' probabile che molto dipenda dal trattamento iniziale delle barre di rame e dalla loro purezza. Dannosa sono le tracce di protossido di rame che produce screpolature e rende il rame inadatto alla trafilatura a freddo; così pure è dannosa la presenza di tracce di ferro.

Alcune grandi ditte francesi usano mescolare residui di rame elettrolitico col 50 % di rame « Lake » che è molto puro, e talvolta anche mescolare parti eguali di Wirebar e rame « Lake » con l'aggiunta del 2 % di zinco; il metallo che si ottiene, lavorato al maglio in più riprese, riesce molto omogeneo.

Grandi progressi ha fatto in questi ultimi tempi la tecnica della trafilatura; sono in uso trafilature di grande produzione, anche a diamante, per fili sottilissimi (sino a diametri di mm 0,08 e 0,05) nelle quali il filo passa alla velocità di oltre 20 metri al secondo, e che danno un kg di filo di 0,05 mm in circa un'ora.

Speciali liquidi sono usati in queste filiere; p. es., olio da trapano emulsionato col 90 % di acqua per fili grossi, e per fili sottili 25 % di olio da trapano e 75 % di acqua; talvolta si adopera anche acqua saponata col 2 % di soda.

In parecchie filiere svizzere viene raffreddato e ingrassato il filo alla sua uscita dal diamante prima di inviarlo alla trafilatura successiva.

Allorché si scende a diametri dell'ordine del decimo di mm, occorre una cura estrema delle filiere per avere fili a sezione sufficientemente circolare. Le microfotografie di sezioni trasversali del filo sono assai istruttive al riguardo (vanno eseguite con cure particolari per non deformare il filo) e costituiscono un prezioso controllo della lavorazione. Quando la sezione non è regolare, difficilmente riesce regolare lo strato di vernice.

**La guaina di vernice.** — Gli strati di vernice hanno generalmente spessori, nei fili sottili, dell'ordine del centesimo di mm, ed anche meno. La vernice ha una grande resistenza alla perforazione quando è compatta ed omogenea. L'omogeneità dipende anche dalle qualità dell'asfalto e della stearina che vi è disciolta; la resistenza alla perforazione dalla natura e quantità degli oli greggi mescolati; la migliore temperatura di essiccamento dalle proporzioni nelle quali asfalto, oli, ed essiccanti sono mescolati. La resina raramente vi è mescolata, perchè non sopporta temperature elevate; la stearina invece sopporta temperature elevate e dà un prodotto durevole e a superficie regolare.

Si adoperano spesso essiccanti a base di composti di manganese che accelerano l'essiccamento della superficie, senza far perdere alla vernice le preziose qualità della pieghevolezza ed elasticità.

**Stufe d'essiccamento.** — Si parlerà qui solo delle stufe elettriche, essendo quelle a gas pressochè abbandonate. I vantaggi delle prime sono essenzialmente: 1) pulizia; 2) possibilità di mantenere temperature più costanti; 3) indipendenza dalle oscillazioni del potere calorifico del gas di riscaldamento; 4) eliminazione della influenza dannosa dell'idrogeno, contenuto nel gas illuminante, sul filo di rame. Contro questi vantaggi starebbe il maggior costo, che però non è gran cosa. In certi casi di tariffe speciali, le stufe elettriche possono condurre anche a spese minori che non quelle a gas.

Incerto è se convengano piuttosto stufe orizzontali che stufe verticali; in queste la distribuzione della vernice è più uniforme, nelle orizzontali si utilizza meglio la superficie dell'officina.

Base generale della verniciatura è la formazione di successivi strati (con ripetuti passaggi attraverso feltri imbevuti), alternati con essiccamenti, fino ad ottenere lo spessore necessario di vernice.

I punti più importanti nella fabbricazione sono: 1) temperatura uniforme nella stufa; viscosità costante delle miscele; 3) velocità uniforme del filo; 4) scrupolosa pulizia della camera di verniciatura; 5) temperatura uniforme di circa 25° C nel locale e assenza di correnti d'aria; 6) controllo costante del filo; 7) sorveglianza sui consumi di corrente, di materiale e di tempo.

1) La temperatura uniforme si ottiene nel miglior modo con stufe elettriche, munite di pirometri ferro-costantina (con indicatore esterno e registratore automatico) ai due estremi e nel mezzo della stufa. Preferibili ai regolatori automatici sono buoni operai esercitati, i quali riescono a mantenere la temperatura costante con l'approssimazione di circa 1°.

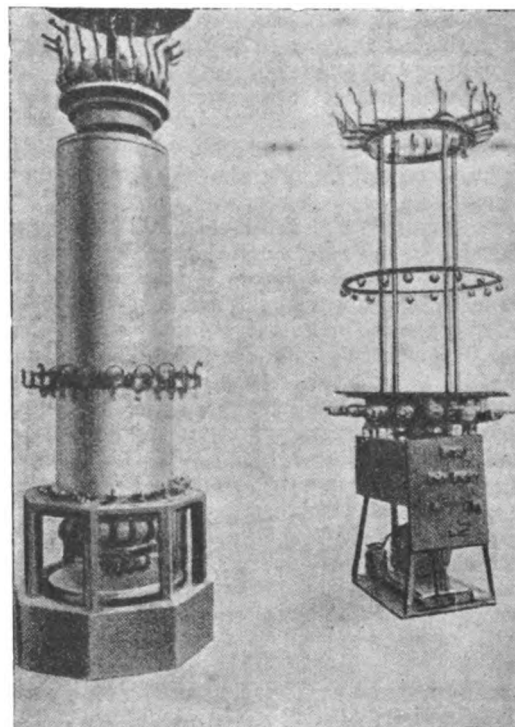


Fig. 2.

2) Nella lavorazione continua le miscele si infittiscono rapidamente; la regolazione deve avvenire automaticamente in relazione alle variazioni delle condizioni atmosferiche e della stagione. La soluzione più semplice è il far scorrere il filo su ruote girevoli parzialmente immerse sulla miscela; ha però lo svantaggio della scarsa velocità ( $\sim 10$  m/min.) mentre in altri modi si raggiungono anche  $20 \div 40$  m/minuto. In Germania e in America si usa la spalmatura con stoffe, pelli, ecc., che devono però essere spesso cambiate. Nelle stufe verticali il filo scorre fra due striscie, tenute vicine da una leggera pressione, ma i fili sottili difficilmente la sopportano; quando si adoperano stufe orizzontali non si fa scorrere il filo nella miscela, ma si fa portare la miscela dalle striscie di feltro.

3) La velocità del filo è legata al diametro variabile delle due puleggie, cioè di quella alla quale si avvolge (questo diametro va

crescendo) e di quella dalla quale si svolge il filo. Vi si provvede con una puleggia interposta, a velocità costante, sulla quale il filo fa un solo giro, e muovendo la puleggia di avvolgimento per semplice attrito su di un disco di feltro, oppure con altri artifizi.

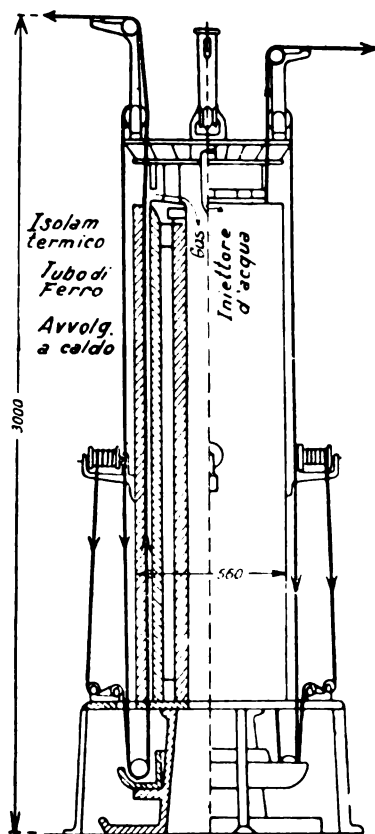


Fig. 3.

Per la raccolta del filo (su bobine di legno o di altro materiale) dalle stufe, si provvede con le solite guide e fusi, con avvolgimenti a destra e a sinistra. Anche la qualità delle bobine, legno, cartone, ecc., influisce sulla regolarità dell'avvolgimento. Migliori sono le bobine di alluminio, ma sono costose. Ad un regolare avvolgimento direttamente dalle stufe conviene rinunciare, anche in vista del controllo. Conviene invece un successivo avvolgimento guidato a mano, che è generalmente usato. Queste macchine fanno da 4000 a 5000 giri al minuto e poche di queste bastano per la produzione di una stufa.

4), 5) Superfluo insistere sulla necessità della pulizia; la polvere è dannosissima alla verniciatura. Una volta per settimana, almeno, tutto deve essere ripulito e gli operai devono starne lontani. Occorre mantenere nell'ambiente una temperatura di circa 25° e si deve escludere con doppie porte ogni corrente d'aria, costruendo le finestre in modo che non vi possa mai entrare aria diretta.

6) Inutile anche insistere sulla necessità di controllo su ogni bobina con apposito impiegato, che controlla la levigatezza del filo con le dita o anche con le labbra. Ad ogni passata deve essere misurato col micrometro lo strato di vernice sul filo, esaminandolo con un microscopio di almeno 10 ingrandimenti. Ciò deve richiedere pochi secondi di fermata, che non ostacoli il regolare svolgimento del lavoro.



Fig. 4.



Fig. 5.

La figura 1 mostra l'impianto delle stufe elettriche del Siemens-Schuckert-Konzern; la fig. 2 una stufa americana col cavalletto per gli avvolgimenti; la fig. 3 la sezione della stufa americana; la fig. 4 rappresenta la microfotografia della sezione d'un filo verniciato da circa un decimo di mm di decimetro (la parte rotonda interna è il filo, il cerchio nero è la vernice, il materiale esterno è quello in cui

il filo è stato imprigionato per poterlo sezionare ed osservare); la fig. 5 rappresenta una microfotografia analogica, parziale, ad un ingrandimento circa triplo: sono abbastanza visibili, nella zona oscura della vernice, i vari strati di vernice.

7) Di grande importanza è il controllo dei consumi (che vale a stabilire il prezzo del prodotto finale) che va fatto giornalmente e riassunto settimanalmente. Si riporta un tipo di risultati medi di controllo:

Diam. del filo in mm.	Energia per riscaldamento kWh	Filo di rame in kg.	Vernice kg.	Solvente kg.	Tempo ore
0.05	35	1	0.6	1.2	3
0.10	15	1	0.3	0.6	1
0.20	5	1	0.15	0.3	1/3

In questi dati è compreso il consumo in ritagli di filo nudo e verniciato, ma non il di più che possa occorrere per prove consecutive in relazione alle condizioni di fornitura. Variano col tipo di stufa, di vernice e di solvente.

E. G.

#### MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

#### Turbina a vapore da 160 000 kW per la centrale di Hell Gate a New York. (Revue B B C, gennaio 1927, pag. 34).

Questa turbina fu prevista, per semplicità di servizio, atta a lavorare nelle condizioni di funzionamento dell'impianto esistente e cioè con una pressione di vapore di 18,6 kg/cm<sup>2</sup> e con una temperatura di vapore di 322° C. Nelle condizioni normali di lavoro la turbina sviluppa una potenza variabile da 50.000 a 100.000 kW ma è suscettibile di assumere un carico di 160.000 kW. Nonostante il grande sovraccarico di cui è capace, essa mantiene un elevato rendimento anche a piccoli carichi. In conseguenza di queste condizioni e delle limitate proporzioni di spazio, si poté garantire un rendimento solamente dell'84 per cento mentre altre turbine, con identiche condizioni di vapore raggiungono l'86 % ÷ 87 %. La turbina costituita da due cilindri uno ad alta ed uno a bassa pressione, come turbina pura a reazione con due alberi.

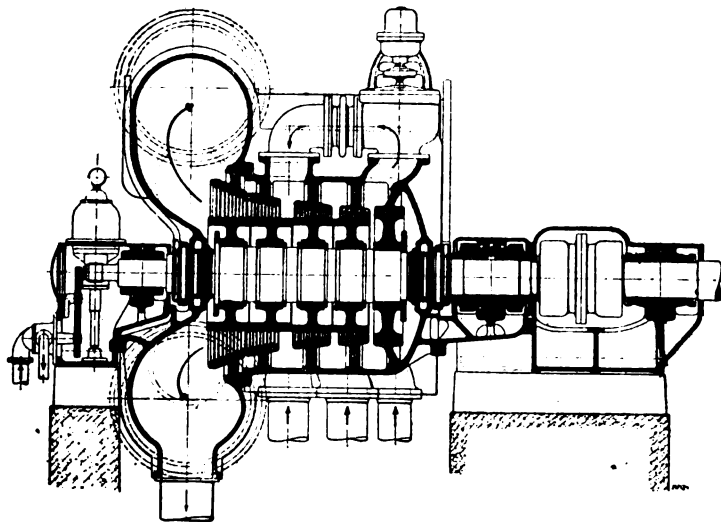


Fig. 1. — Cilindro ad alta pressione del gruppo turbo da 160000 kW

La turbina ad alta pressione compie 1800 giri al minuto e può sviluppare 75.000 kW; la turbina a bassa pressione fa 1200 giri e può sviluppare 85.000 kW. Per la costruzione della turbina furono eseguiti modelli in legno con scala da 1:20 basandosi su disegni precedenti eseguiti e che a lor volta servirono per il controllo e lo sviluppo del progetto.

Le figure 1 e 2 mostrano sezioni longitudinali del cilindro ad alta e di quello a bassa. Le palette direttrici sono fissate su speciali corpi in acciaio fuso situati nella cassa della turbina pure in acciaio fuso. Il cilindro delle turbine presenta in tal modo una forma semplice ciò che facilita la fusione, la lavorazione ed il servizio; l'albero è ripartito in singoli tamburi corti, per evitare il più possibile il verificarsi di sollecitazioni meccaniche nel caso di improvvise oscillazioni della temperatura. Ciascun cilindro contiene una pompa ad olio per la lubrificazione e distribuzione azionata mediante ruote dentate disposte ad una estremità dell'albero.

La spinta assiale del cilindro ad alta pressione viene equilibrata nel solito modo mediante stantuffo equilibratore le cui perdite per fughe restano, con i grandi quantitativi di vapore prodotto, relativamente piccole. Nel cilindro a bassa pressione avvenendo l'ammissione del vapore alle due estremità le spinte assiali si compensano. La turbina è munita di prese intermedie di vapore per il preriscaldamento dell'acqua di alimentazione. La prima presa è situata all'en-

trata del vapore nel cilindro a bassa pressione dove, per un carico di 90.000 kW, corrisponde una pressione di circa 1,2 kg/cm<sup>2</sup>. L'altra presa è disposta in corrispondenza alla pressione di circa 0,7 kg/cm<sup>2</sup> verso il mezzo del cilindro a bassa pressione. La temperatura di ri-

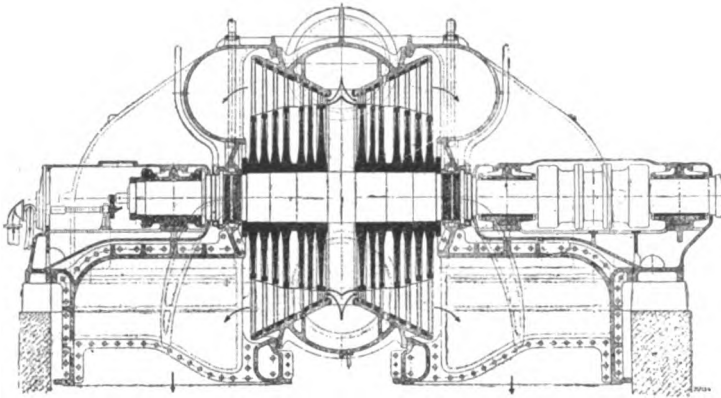


Fig. 2. — Cilindro a bassa pressione del gruppo turbo da 160 000 kW.

scaldamento è di 98° a 90.000 kW di carico, di 87° a 50.000 kW e al carico di 160.000 kW sale a 115° C; il consumo di vapore nella turbina ammonta, al carico di 90.000 kW, a 4,69 kg per kWh reso ai morsetti, ciò che corrisponde a 2975 cal/kWh.

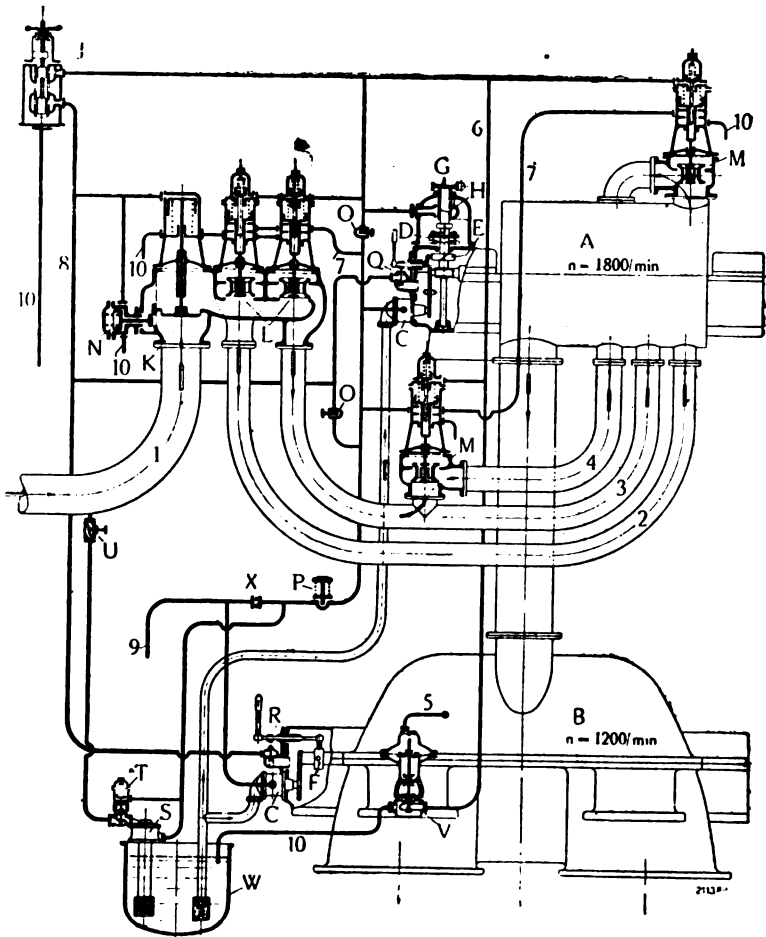


Fig. 3. — Schema di comando della turbina a vapore da 160 000 kW.

- |                                                                      |                                          |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1. Condotta di vapore vivo.                                          | 7. Comando ad olio.                      |
| 2-4. Condotte di vapore ai diversi salti.                            | 8. Sistema di sicurezza ad olio.         |
| 5. Condotta di vapore verso V.                                       | 9. Al refrigerante d'olio.               |
| 6. Condotte d'olio dei servomotori.                                  | 10. Uscita dell'olio.                    |
| A. Turbina ad alta.                                                  | H. Fessura di regolazione.               |
| B. Turbina a bassa.                                                  | J. Dispositivo di avviamento.            |
| C. Pompa d'olio a ingranaggi.                                        | K. Valvola di ammiss. a chiusura rapida. |
| D. Regolatori di velocità.                                           | L. Valvola di ammissione.                |
| E. Regolatori di sicurezza dell'alta pressione.                      | M. Valvola di sovraccarico.              |
| F. Regolatori di sicurezza della bassa pressione.                    | N. By-pass.                              |
| G. Cassa del regolatore.                                             | O. Valvola di regolazione dell'olio.     |
| Q. Comando a mano del dispositivo di sicurezza per l'alta pressione. | P. Valvola del dispositivo di sicurezza. |
| R. Dispositivo di avviamento automatico S.                           | S. Pompa a olio a vapore.                |
| T. Dispositivo di avviamento automatico S.                           | U. Valvola di arresto.                   |
| U. Valvola di arresto.                                               | V. Limitatore di vuoto.                  |
| W. Serbatoio d'olio.                                                 | X. Diaframma.                            |

La regolazione viene effettuata mediante quattro valvole disposte in una custodia esterna (fig. 3). A 50.000 kW sono aperte due sole delle valvole mentre per un carico di 90.000 restano aperte tutte e quattro. In caso di sovraccarichi il vapore viene immesso negli ulti-

mi salti del cilindro ad alta mediante tubi che sono ugualmente muniti di valvole di regolazione (M). Le due valvole di ammissione principali (K) non vengono, come di solito, aperte a mano, ma per mezzo di olio sotto pressione dopo essere state scaricate in precedenza con un by-pass (N) azionato ad olio. Le valvole di ammissione principale e di circolazione vengono chiuse automaticamente quando è superato il numero di giri più alto del regolatore di sicurezza.

Ecco alcuni dati numerici relativi alle turbine che possono interessare:

	Turbina ad alta	Turbina a bassa
Peso della cassa . . . . .	45 tonn.	340 tonn.
» del rotor . . . . .	25 »	90 »
Diametro medio del rotor . . . . .	1850 mm	3900 mm
Diametro dei tubi di adduzione del vapore . . . . .	2 x 600 »	1550 »
Luce di scarico del vapore . . . . .	—	32 m <sup>2</sup>
Peso totale delle turbine . . . . .	730 tonn.	

I generatori sono costituiti per una potenza continua di 188.200 kVA con 13.800 V e 60 periodi. I pesi relativi sono i seguenti:

Statore per il generatore della turbina ad alta pressione . . . . .	130 tonn.
Rotore . . . . .	60 »
Statore per il generatore della turbina a bassa pressione . . . . .	150 »
Rotore . . . . .	100 »

Il dispositivo di raffreddamento dei generatori dimensionato per una potenza continua di 160.000 kW, è effettuato mediante due speciali ventilatori azionati dai generatori e da refrigeratori a tubi d'aria. I ventilatori spostano ciascuno 75 metri cubi d'aria per secondo ed hanno quindi dimensioni rilevanti.

L. B.

## :: :: CRONACA :: :: ::

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Una importante dimostrazione pubblica di televisione è stata data il 7 aprile u. s. dagli Ingg. dell'American Telephon and Telegraph Co., prima mediante trasmissione su fili, fra Washington e uno dei laboratori della Compagnia di New York, e poi, mediante trasmissione senza fili, fra la stazione R. T. di Whippany e lo stesso laboratorio di New York. Ne dà notizia in un dettagliato resoconto A. Dinsdale nel fascicolo del 1° giugno 1927 del Wireless World.

Una numerosa comitiva di scienziati, ingegneri, giornalisti ed uomini di affari, assisteva alla dimostrazione dal laboratorio di New York.

Dopo una comunicazione di telefonia e di televisione fra uno estremo e l'altro del laboratorio, il Presidente della Compagnia, Sig. Gifford, chiamò al telefono il Generale Carty, che trovavasi a Washington, e subito apparve su di un piccolo schermo (5 cm per 7,5 cm), situato in prossimità del microfono, l'immagine del volto del Generale, riprodotta integralmente nelle sue fattezze e nei suoi movimenti. L'immagine era paragonabile ad una eccellente « daguerreotypes » animata dai movimenti e dalla parola.

In un secondo tempo il Presidente Gifford chiamò al telefono il Ministro del Commercio, Sig. Hoover, ma questa volta, mentre la ricezione telefonica veniva fatta in altoparlante, l'immagine del Ministro veniva ingrandita su di uno schermo visibile al pubblico, avente 60 cm di larghezza per 70 di altezza.

Mentre sul piccolo schermo l'immagine appariva nitida e distinta, sul grande schermo, per effetto dell'ingrandimento, essa, sebbene ancora riconoscibile, apparve però con contorni confusi e sbiaditi. Durante questa dimostrazione l'immagine fu proiettata soltanto in un senso da Washington verso New York, perchè non si ritenne necessario al conseguimento dello scopo proposti, di stabilire una comunicazione in duplex contemporanea di telefonia e televisione, alla cui realizzazione, del resto, non si oppongono difficoltà tecniche di sorta.

Dopo la dimostrazione della televisione su fili, fra New York e Washington, gli spettatori assisterono ad una seconda dimostrazione con trasmissione senza fili dalla stazione R. T. sperimentale della Compagnia, situata a Whippany, a circa 60 km da New York. Anche questa riuscì brillantemente, e, cosa notevole a rilevarsi, non fu notata alcuna differenza nella qualità della riproduzione dell'immagine fra la trasmissione per filo da Washington e quella senza fili da Whippany.

Per questo sistema di trasmissione senza fili, sono necessarie tre onde di lunghezza diverse, di cui, una serve per la trasmissione dell'immagine, e due per la sincronizzazione dei due sistemi riceventi e trasmettenti. Questo costituisce una notevole difficoltà per la realizzazione veramente pratica e commerciale della radiotelevisione. Ma la difficoltà di gran lunga superiore che si presenta per il pratico impiego della televisione, e che è comune sia ai sistemi di trasmissione su fili che a quelli senza fili, risiede principalmente nelle ingenti spese a cui si deve andare incontro per realizzare gli apparati trasmettenti e riceventi. Spetta perciò al futuro di semplificare i metodi per renderli pratici ed economici.

Per la perfetta riuscita di così convincenti, pubbliche dimostrazioni non è bastata l'opera di un solo uomo; ma è stata necessaria la collaborazione di moltissimi tecnici dei laboratori della grande Compagnia Americana, i quali hanno dedicato alcuni anni della loro attività esclusivamente allo sviluppo della televisione, servendosi largamente della esperienza fatta nel campo della telefotografia, ormai di uso generale negli Stati Uniti. Il contributo maggiore, però, è stato portato dal Dott. Herbert E. Ives il quale ha dedicato gran parte della sua carriera scientifica allo studio ed alle applicazioni delle cellule fotoelettriche (<sup>1</sup>).

Giova notare che i brillanti risultati ottenuti non sono frutto dell'applicazione di un principio nuovo, ma sono dovuti agli accurati perfezionamenti apportati alle applicazioni dei principi già noti, che da tempo vengono utilizzati per la soluzione del problema della televisione.

F. G.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI BARI

Il giorno 13 marzo c. a., alle ore 9,30, presso la Sede della Sezione, si è riunita l'Assemblea Generale ordinaria dei soci per svolgere il seguente Ordine del Giorno:

- 1) Approvazione del Bilancio preventivo per l'anno 1927.
- 2) Varie.

Il Presidente, Prof. Domenico Romanazzi, preso nota del numero dei soci individuali e collettivi intervenuti, e dichiarata aperta la seduta, rivolge un deferente saluto a tutti i membri del Consiglio direttivo scaduto di carica, e specialmente all'illustre Presidente, Ing. Mario Ascoli, la cui opera grandemente contribuì al notevole sviluppo ed alla vita della Sezione. Ringrazia l'assemblea dell'onorevole mandato affidatogli dai soci, e, sicuro interprete del pensiero dell'intero nuovo Consiglio Direttivo, dichiara che da parte di tutti sarà posta ogni cura perchè la Sezione di Bari dell'Associazione Elettrotecnica Italiana abbia sempre e vieppiù a prosperare.

In assenza del Cassiere, il Presidente dà la parola al Segretario, il quale espone i seguenti dati relativi al

#### BILANCIO PREVENTIVO PER L'ANNO 1927.

##### Attività:

Quote sociali individuali	N. 143 a L. 80	L. 11.440,—
" " collettive	" 11 " " 190	" 2.090,—
" " "	" 10 " " 250	" 2.500,—
Totale . . .		L. 16.030,—

##### Passività:

Contributi alla Sede Centrale:		
Per soci individuali	N. 143 a L. 60	L. 8.580,—
" " collettivi	" 21 " " 170	" 3.570,—
Stampati		" 1.000,—
Postali, telegrafiche, bolli, ecc.		" 900,—
Gratifiche e varie		" 1.000,—
Totale . . .		L. 15.050,—

Totale attività . . .	L. 16.030,—
" passività . . .	" 15.050,—

Presumibile rimanenza al 31 dicembre 1927 . . .	L. 980,—
dell'esercizio 1926 . . .	" 2.966,50

L. 3.946,50

Messo ai voti, tale bilancio risulta approvato all'unanimità.

Sul n. 2 dell'Ordine del giorno il Presidente prende la parola, e, fatto constatare all'assemblea come le attuali entrate della Sezione siano alquanto limitate, propone di richiedere alle varie Società Elettriche della regione, più direttamente interessate allo sviluppo dell'elettrotecnica, un contributo annuo tale da migliorare un po' il bilancio e permettere alla Sezione una maggiore attività.

Il socio, Ing. Mario Ascoli, in qualità di rappresentante di varie Società Elettriche, si dichiara contrario, in via generale, a tale proposta. Egli osserva al riguardo che le Società Elettriche già contribuiscono in larga misura alla vita della Sezione, fornendo gratuitamente i locali, l'illuminazione, i mezzi di trasporto per le gite, il personale,

le riviste, ecc., e facilitando in tutti i modi lo sviluppo e l'incremento della Sezione stessa. Fa notare che il bilancio attuale si è finora dimostrato sufficiente per i bisogni normali della Sezione, e dichiara che le Società Elettriche non mancheranno di venire in aiuto, con contributi finanziari straordinari come hanno già fatto per il passato, in quei casi eccezionali per i quali le entrate normali della Sezione non si dimostrassero sufficienti.

Alle dichiarazioni dell'Ing. Ascoli si associa l'Ing. Angelo Centonze, in qualità pure di rappresentante di Società Elettriche.

L'assemblea prende atto di tali informazioni, mentre il Presidente, dopo aver ringraziato le Società di tale valido appoggio, si dice sicuro di poter fare affidamento per l'avvenire su di esse.

Il Presidente poi porta a conoscenza dell'assemblea che quanto prima sarà tenuta dal socio Prof. Di Fonzo una conferenza su Alessandro Volta, nella ricorrenza del centenario della morte.

Comunica infine che a rappresentare la Sezione nella Seduta del Consiglio Generale, tenutasi a Milano il 26 febbraio 1927, è stato delegato il socio Sig. Ing. E. Alloisio, Consigliere della Sezione, il quale ha inviato sulle questioni discusse una relazione che, in assenza dell'Ing. Alloisio, il Presidente fa leggere dal Segretario dell'assemblea dei soci.

Non essendovi altri argomenti da trattare, il Presidente scioglie la seduta, ed invita tutti i soci a partecipare alla visita già stabilita per la stessa mattina, della sottostazione di trasformazione all'aperto a 138.000 volt in Bari, della Società Meridionale di Elettricità, servendosi delle numerose automobili, gentilmente fornite dalle Società del Gruppo Elettrico Pugliese.

Ad attendere il gruppo numeroso dei soci, parecchi dei quali accompagnati dalle loro Signore e Signorine, era sul posto il Sig. Ing. Vincenzo Buttiglione, in rappresentanza della Società Meridionale di Elettricità, il quale, egregiamente coadiuvato dal personale dipendente, fece visitare tutto l'impianto della sottostazione all'aperto, gentilmente fornendo a tutti gli intervenuti notizie e schiarimenti sugli apparecchi installati e sul loro funzionamento.

A visita ultimata, ed a cura sempre della Società Meridionale di Elettricità, venne offerto ai soci un sontuoso rinfresco, dopo di che il gruppo si sciolse, non senza prima aver ringraziato il Sig. Ing. Buttiglione per la squisita accoglienza ricevuta.

Qui di seguito si riassumono le principali caratteristiche dell'impianto visitato.

La sottostazione all'aperto a 138.000 volt della Società Meridionale di Elettricità, costruita in Bari, (senza dubbio una delle più importanti, sia per tensione che per potenza installata) è destinata a trasformare l'energia, proveniente a 138.000 volt degli impianti Silani, per la distribuzione locale nella zona di Bari, mediante reti a 9.000 volt e 18.000 volt per la grande distribuzione nella zona Nord delle Puglie mediante la linea a 60.000 volt Bari-Foggia già in esercizio.

Attualmente quest'ultima linea è quella che fornisce alle Puglie l'energia idroelettrica proveniente dall'impianto del Matese, mediante trasformatori con rapporto 60.000/18.000 volt e 60.000/9000 volt installati nella cabina in muratura, che sorge nelle immediate adiacenze di quella all'aperto.

La cabina all'aperto ha installati invece trasformatori con rapporto 138.000/60.000 volt e 138.000/9000 volt.

Conseguentemente l'alimentazione della rete a 18.000 volt dalla rete a 138.000 volt non potrà avvenire che mediante una doppia trasformazione 138.000/60.000 volt e 60.000/18.000 volt.

A stazione completa, comprendendo sia la sottostazione al coperto che quella all'aperto, risulteranno installati trasformatori per una potenza di 54.000 kVA dei quali 28.000 kVA collegati alla rete a 9000 volt, 6000 kVA collegati alla rete a 18.000 volt e 20.000 kVA per la trasformazione 138.000/60.000 volt.

La stazione potrà quindi sopprimere ad una notevolissima richiesta di energia, richiesta che si prevede possa concentrarsi prevalentemente nella città.

Nella sottostazione all'aperto trovansi installati tre trasformatori da 10.000 kVA, ma è stato previsto il posto per un quarto trasformatore.

Un trasformatore ha rapporto 138.000/60.000 volt e gli altri due 138.000/9150 volt. Tutti poi hanno altre due prese ausiliarie al secondario.

La frequenza è di 44-46 periodi, i collegamenti in ogni caso stella-triangolo, con centro accessibile per la messa a terra.

I trasformatori hanno raffreddamento a circolazione d'acqua con serpentino refrigerante interno, e sono provvisti di lampade di segnalazione per la circolazione dell'acqua.

Gli isolatori passanti dei trasformatori sono in porcellana nera, cavi internamente, e riempiti d'olio, con ampolla terminale superiore in vetro, indicatrice del livello d'olio.

Sotto ai trasformatori trovansi delle vasche in cemento, atte a contenere, in caso di rotture del cassone, tutto l'olio del trasformatore, e munite di rete parafiamme.

Gli interruttori in olio a 138.000 volt sono unipolari, con resistenze d'inserzione per protezione contro sovratensioni. L'equipaggio mobile è provvisto di tagliascintille a sfere.

Nei passanti degli interruttori trovano posto due riduttori di corrente per fase, che alimentano i relais per la protezione differenziale dei trasformatori.

Nella cassa degli interruttori sono collocate delle resistenze termiche a 110 volt c. c. per evitare il congelamento dell'olio durante la stagione invernale.

(<sup>1</sup>) Vedi *L'Elettrotecnica*, 15 dicembre 1926, vol. XIII, n. 35, pag. 818.



La manovra degli interruttori è fatta a mezzo di comando elettrico a distanza, tipo a motovolano c. c., 110 volt.

Gli interruttori a 60.000 volt sono dello stesso tipo di cui sopra, ma con un riduttore di corrente per fase.

Gli interruttori a 9000 volt sono senza resistenze di riscaldamento per l'olio.

A protezione contro sovratensioni è derivato un scaricatore per fase, sul tipo di quelli a perossido di piombo frequentemente adottati dagli americani.

Ogni scaricatore è costituito da 340 dischi disposti in due pile. I tre scaricatori sono poi messi a terra attraverso un quarto scaricatore identico ai primi.

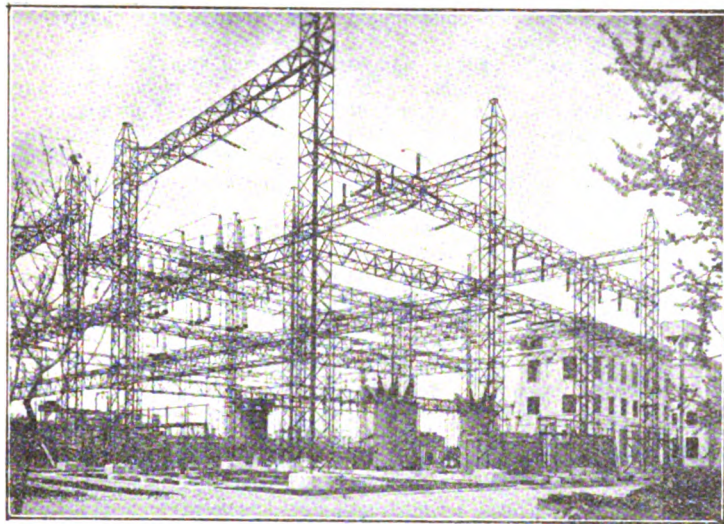
La misurazione viene effettuata sul 60.000 volt e sul 9000 volt, cioè sul secondario dei trasformatori.

I trasformatori di misura sono della Ditta Ing. Picker.

I trasformatori di tensione sono del tipo di protezione e misura, cioè sono costituiti da bobine di terra (per la protezione contro cariche statiche), sul cui ultimo elemento trovasi avvolto un avvolgimento secondario.

I riduttori di corrente sono del tipo ad elementi multipli, ciascun elemento contenuto entro un tubo di porcellana.

La linea d'arrivo è costituita da una terna di conduttori in treccia di rame della sezione di 116 mm<sup>2</sup> ciascuno, con quarto filo di riserva e filo superiore di guardia.



Sottostazione all'aperto a 138.000 V di Bari.

Nella sottostazione all'aperto, per la tensione di 138.000 volt è stata adoperata treccia di alluminio del diametro di 24 mm. Le derivazioni a 60.000 volt sono state eseguite con tubi di rame e quelle a 9000 volt sono state fatte in sbarre di rame.

I sostegni per l'attrezzatura elettrica sono in ferro e costituiti da pali a traliccio e travature reticolari a sezione rettangolare.

\*

La sera di sabato 2 aprile u. s., nella Sede Sociale della Sezione, il socio Dott. Di Fonzo Raffaele, Professore di Fisica e Matematica del R. Istituto Tecnico Pitagora, ha intrattenuto gli intervenuti sul tema: «Alessandro Volta e la sua opera scientifica».

L'oratore ha rievocato la gloriosa figura del grande fisico italiano, facendo una estesa illustrazione della sua opera scientifica e soffermandosi specialmente sulla magnifica scoperta della Pila e sulla teoria della elettricità di contatto.

Mostrando poi come l'opera di Volta sia germe di meravigliosi frutti, ha concluso porgendo un quadro sintetico ma suggestivo del mirabile progresso attuale nel campo degli studi elettrici: additando gli effetti svariati del «torrente elettrico» di Volta ed esaltando l'opera dei numerosi scienziati italiani che si sono dimostrati degni successori dell'inventore della Pila.

La conferenza, attentamente seguita da tutto il numeroso uditorio, fu alla fine sottolineata da calorosi applausi, e l'oratore vivamente complimentato.

\* \*

#### SEZIONE DI NAPOLI

#### Assemblea generale dei Soci del 19 marzo 1927.

Presiede il Presidente Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia, che apre la seduta alle ore 21.

Segretario: Ing. Carlo Gigante.

Sul tavolo della Presidenza è stato collocato un gentile omaggio floreale che il Consiglio Direttivo ha voluto offrire al Presidente nel suo giorno onomastico.

Il Vice Presidente Prof. Ing. Focaccia, legge il seguente indirizzo del Consiglio Direttivo:

«Il Consiglio Direttivo della Sezione di Napoli dell'A. E. I., interpretando il pensiero di tutti i soci della Sezione, porge al suo Illustr. Presidente nel suo giorno onomastico gli auguri più fervidi».

L'assemblea applaude lungamente ed il Comm. Cangia ringrazia con effusione il Vice Presidente, Prof. Focaccia Basilio ed il Consiglio Direttivo pel pensiero squisitamente gentile, ricambiando di cuore ai Consiglieri ed ai Soci tutti il suo augurio migliore (applausi).

Raccomanda ai Soci la diffusione del bellissimo volume edito a cura dell'A. E. I. «L'Opera di Alessandro Volta» ed all'uopo — egli dice — presso la Segreteria della Sezione, che è aperta ai Sigg. Soci tutte le sere dalle 18 alle 21, si è iniziata la prenotazione per l'acquisto delle copie.

Dà quindi la parola al Prof. Focaccia perchè voglia svolgere la sua seconda conferenza sul tema:

«Radiazione e propagazione dell'energia per mezzo delle onde elettromagnetiche».

Il Prof. Focaccia esordisce con la premessa sui fini della radiotelegrafia, illustrando le ragioni che hanno consigliato gl'inventori a preferire sempre conduttori aperti e tali in effetti sono lo storico oscillatore di Hertz e la prima antenna unifilare del Marconi. Descrive il circuito oscillante aperto più semplice impiegato nella pratica, che è costituito dalla antenna unifilare — realizzata da un filo di rame verticale avente un'estremità isolata e l'altra collegata invece ad una larga piastra metallica in buona comunicazione col suolo — e come, per ottenere delle oscillazioni elettriche, si inserisca verso la parte inferiore del filo verticale uno spinterometro provocandovi la scarica mediante un adatto trasformatore. Spiega come il periodo di oscillazione della scarica oscillante sia dato dalla nota formula di Thomson, e come il metodo migliore per produrre le oscillazioni dell'antenna sia quello introdotto con procedimento razionale dal Braun, consistente nell'accoppiare per induzione qualche spira di una bobina inserita alla base dell'antenna ad un'altra bobina, nella quale vengano provocate sia delle oscillazioni smorzate a mezzo di circuito oscillante, sia delle onde persistenti impiegando un generatore a lampade termoioniche, o l'arco, oppure un alternatore ad alta frequenza.

Accenna alla forma delle oscillazioni che si producono in una semplice antenna unifilare verticale, per stabilire che se libera ad un'estremità ed in connessione col suolo all'altra, essa debba oscillare solamente in maniera che all'estremità isolata vi sia un nodo di corrente ed a quella connessa col suolo un ventre di corrente. Se l'antenna è eccitata direttamente da una scintilla alla sua base, tutte le possibili maniere di vibrazione si producono e si sovrappongono, e dimostra come l'armonica fondamentale abbia un'ampiezza maggiore di quella delle armoniche superiori le quali sono tanto più deboli, quanto più sia elevata la frequenza, onde ne scaturisce che se l'antenna dovesse oscillare su di una particolare lunghezza d'onda, occorrerebbe necessariamente la sua risonanza sull'armonica corrispondente eccitandola per mezzo di oscillazioni accordate su quella armonica, epperò stabilisce che quando egli parla di periodi di oscillazioni o di lunghezza d'onda di un'antenna, si intende sempre riferirsi alla vibrazione fondamentale che è la più importante dal punto di vista della utilizzazione dell'antenna stessa.

L'oratore illustra le ragioni del fenomeno che si verifica allorché inserendo un condensatore in un'antenna se ne diminuisce il periodo di oscillazione, mentre al contrario lo si aumenta se vi si inserisce una selfinduzione, e dimostra che la capacità di un'antenna unifilare e la selfinduzione non sono concentrate secondo l'ipotesi che sta a fondamento della teoria di Lord Kelvin, e di conseguenza la corrente non è la stessa in tutti i punti del circuito nel medesimo istante.

Illustra il principio delle antenne a contrappeso che scaturisce dalla impossibilità di realizzare talvolta una presa di terra sufficiente a cagione della poca conduttività del suolo, e come questo tipo di antenna si ottenga collegandola ad un sistema di conduttori isolati dal suolo, e come in questo caso non si abbia più un nodo di tensione ed un ventre di corrente alla estremità inferiore dell'antenna. Descrive le antenne delle aeronavi del tipo a contrappeso ed accenna a quelle delle stazioni trasmettenti che sono di forme e dimensioni assai diverse e sempre in dipendenza della lunghezza di onda e della potenza; che quelle del tipo unifilare hanno una lunghezza eguale ad 1/4 circa della lunghezza d'onda delle sue oscillazioni e spiega perchè per grandi lunghezze d'onda il tipo unifilare non sia adatto e quanto sia poco raccomandabile la inserzione della selfinduzione alla base dell'antenna, poichè nel tratto utilizzabile della medesima la corrente ha valore molto piccolo, crescendo rapidamente invece nella selfinduzione, per raggiungere alla presa di terra un valore assai più grande di quello utilizzabile.

L'oratore chiarisce che per realizzare grandi lunghezze d'onda occorrerebbe impiegare antenne con diversi fili orizzontali disposti a reticolato; che le antenne delle grandi stazioni transcontinentali sono costituite da un grande reticolato orizzontale assicurato mediante potenti isolatori di porcellana ad un sistema di piloni giganteschi; come la f. e. m. indotta per unità di lunghezza — ad una certa distanza ed a parità di tutte le altre condizioni — risulti proporzionale al prodotto dell'altezza dello aereo per la intensità di corrente efficace immessa alla base dell'aereo, la quale è proporzionale alla capacità; che a parità di effetto da conseguire basterà che il prodotto di queste due grandezze sia costante, e, a seconda delle condizioni specialmente economiche, è conveniente aumentare l'altezza e diminuire la capacità o viceversa. Accenna alle modifiche apportate dai costruttori alle grandi



stazioni transcontinentali, di limitare cioè il reticolato dei fili dell'aereo e adoperare come sostegno torri altissime di acciaio, descrivendo all'uopo la stazione transcontinentale di Coltano, quella francese di Saint Assise e quella di Rugby in Inghilterra.

A questo punto il Prof. Focaccia chiarisce la essenza del meccanismo di irradiazione nell'ambiente circostante delle oscillazioni elettriche provocate dalle antenne, le quali vi creano un campo elettromagnetico che si propaga per onde successive richiamando la teoria di Maxwell per fermare analiticamente le leggi di interdipendenza e di propagazione del campo elettrico e magnetico, rilevando come questa teoria sia fondata su due leggi fondamentali della elettrotecnica: la legge dell'elettromagnetismo e quella dell'induzione, e Maxwell per applicarle attribui con geniale concezione alle correnti di spostamento la stessa proprietà delle correnti di conduzione; stabiliva cioè come nello spazio le correnti elementari di spostamento diano origine ad un campo magnetico di intensità proporzionale, le cui variazioni dello spazio danno a loro volta origine a forze elettromotrici capaci di produrre nei mezzi isolanti nuove correnti di spostamento.

Illustra le conseguenze che Maxwell dedusse dalla sua geniale teoria, per addivenire al valore della velocità delle perturbazioni elettriche o magnetiche la quale compete a sua volta alla propagazione delle onde luminose e del calore raggiante dei mezzi che hanno per indice di rifrazione l'unità; ed ancora, che creata in un piano una perturbazione elettrica di determinata direzione, ne nasce una perturbazione magnetica in direzione ortogonale e viceversa, e se esse hanno carattere periodico, si propagano nello spazio occupato dal mezzo isolante in forma di onde piane nella direzione normale al piano costituente le due direzioni delle perturbazioni e spiega come la frequenza di oscillazione del campo elettrico e di quello magnetico sia uguale nel caso in esame alla frequenza di oscillazione della corrente nell'aereo trasmittente, avvertendo che nella pratica radiotelegrafica è invalso l'uso di sostituire alla dizione frequenza o durata del periodo, quella di lunghezza d'onda, intendendo con questa l'intervallo a distanza nel quale, nel medesimo istante, la forza elettrica e quella magnetica assumono i medesimi valori e ne spiega la formula analitica. Osserva che nella pratica tale distribuzione è ben diversa, pur conservando la medesima velocità della luce, specialmente per la impossibilità di avere a disposizione oscillatori capaci di produrre delle onde piane in un mezzo perfettamente isolante, e questi sono costituiti dagli aerei accennati in precedenza, i quali danno luogo ad un campo elettromagnetico di forma assai complessa; fa rilevare l'andamento delle linee di forza elettrica e magnetica nello spazio, mostrando i risultati del calcolo fatto da Pearson e Lee a proposito del campo prodotto da un *dipolo hertziano*, sede di oscillazioni smorzate.

Illustra come sia possibile assimilare un aereo aperto a un *semi-dipolo hertziano*, e come l'oscillatore di Hertz si riduca ad un filo verticale avente l'estremo inferiore connesso al piano e quello superiore terminante ad una capacità costituita dalla sfera terminale ossia, al semidipolo, come l'aereo a capacità concentrata (*flat-top* degli inglesi) sia quello che maggiormente si accosti al semidipolo hertziano pel fatto che la notevole capacità concentrata in alto e quella piccola del tratto ascendente fanno ritenere la corrente praticamente eguale in ogni punto del tratto stesso, e come se ne discosti invece l'aereo costituito da un filo verticale teso — poichè a motivo della distribuzione della capacità, la corrente assume valori diversi da punto a punto fino a ridursi a zero all'estremo superiore — per dedurre che per la complessità degli aerei adoperati nella pratica, l'analogia fra questo e il semidipolo hertziano riesce assai preziosa, in quanto la teoria del semidipolo può servire di orientamento nella predeterminazione approssimata dei campi elettromagnetici realizzati.

Introduce il concetto di *altezza equivalente* nelle antenne reali, e cioè quella che bisogna porre nella relazione che dà il campo elettrico in un punto del piano conduttore nella teoria del dipolo hertziano, per ottenere il valore del campo effettivamente irradiato e stabilisce il valore di quest'altezza equivalente in un'antenna filiforme verticale di determinata altezza geometrica, e quella di un'antenna a capacità concentrata, per dedurre che in generale per le antenne comunemente impiegate nella pratica, la loro altezza equivalente sia compresa tra 0,50 e 0,65 dell'altezza geometrica. Determina il valore dell'energia irradiata dall'antenna per introdurre il concetto di *resistenza di radiazione* che è la resistenza utile dell'antenna e ne accenna le variazioni in funzione alla lunghezza d'onda, paragonandola altresì alle resistenze passive, e ciò intendendosi applicato a quelle antenne che irradiano la energia indistintamente in tutte le direzioni dell'orizzonte.

Osserva che in un piano verticale passante per l'antenna, la densità di energia è massima all'orizzonte e diminuisce con l'aumentare della distanza zenitale, per annullarsi completamente allo zenit e stabilisce che è possibile realizzare sistemi di antenne nelle quali l'energia possa dirigersi secondo fasci relativamente poco estesi ed in qualsivoglia direzione, ed accenna che gli aerei direttivi sono informati ai dispositivi impiegati per realizzare gli specchi ed i reticoli.

Qui l'oratore volge il suo dire sulla propagazione dell'energia ed immagina una sorgente luminosa messa in un punto di una superficie sferica, facendo osservare come questa rimanga illuminata per una piccola calotta, estendendo il paragone alle onde elettromagnetiche che emesse da un punto potrebbero propagarsi in una limitata calotta della superficie terrestre ove non intervenissero fenomeni nuovi.

Accenna agli studi di Poicaré, Macdonald, Lord Rayleigh, Watson, ecc., ecc., che trattando lungamente il difficile problema della propagazione per diffrazione delle onde sulla terra, senza tener conto della

influenza dell'atmosfera, conclusero che il fenomeno della diffrazione o del piegamento dei raggi è affatto insufficiente a spiegare come si possa riuscire a superare le più grandi distanze in quanto è noto come si possa ormai comunicare con gli antipodi; mette in evidenza gli studi di Heaviside e Kennelly i quali fin dal 1902 emisero l'ipotesi che l'alta atmosfera, sotto la influenza dei raggi solari, venisse sufficientemente ionizzata per acquistare la conducibilità necessaria a modificare considerevolmente le condizioni della propagazione, ionizzazione che sarebbe dovuta non solo all'azione dei raggi ultravioletti, sibbene ancora al bombardamento dell'alta atmosfera per mezzo di particelle materiali lanciate dal Sole, le quali, arrivando sulla terra con una velocità considerevole, romperebbero le molecole dei gas incontrate nel loro cammino e provocherebbero la ionizzazione. S'indugia a descrivere le osservazioni fatte da Birkeland e Störmer sulle aurore boreali, sui calcoli delle traiettorie delle particelle deviare dal campo magnetico terrestre, sul fenomeno di natura elettrica, che le produce, per stabilire che queste esperienze condussero alla deduzione che l'atmosfera debba immaginarsi idealmente divisa in due strati: la *troposfera* e la *stratosfera*, dove nella prima avente uno spessore di una ventina di chilometri vi sia la sede dei venti, dei temporali, la temperatura decresca con l'altezza ed i venti impediscano ai gas atmosferici di separarsi, mentre la seconda sia la sede della calma dell'aria con assenza cioè di venti, di nubi, di polvere, di gas pesanti quali l'ossigeno e l'azoto per dare posto a quelli leggeri come l'idrogeno e l'elio sottoposti invece ad una piccola pressione, e sarebbe altresì la sede dei fenomeni elettrici sotto l'influenza delle radiazioni solari. Ammessa quindi la ionizzazione dell'alta atmosfera, le onde elettromagnetiche debbono necessariamente propagarsi tra due superficie sferiche conduttrici, quella della terra e quella della bassa stratosfera, tra le quali l'energia rimane costantemente immagazzinata.

Spiega come i *raggi elettromagnetici* siano soggetti ad una specie di rifrazione analoga a quella dei raggi luminosi, e cioè come essi s'incurvino lentamente così come l'aria di densità variabile incurva i raggi luminosi per produrre la rifrazione astronomica o il miraggio. Dimostra come la velocità di propagazione dei raggi elettromagnetici, che è inversamente proporzionale alla radice quadrata del potere induttore specifico, rimanga modificata dalla ionizzazione e come con l'aumentare di questa diminuisca il potere induttore specifico; chiarisce che col diminuire della lunghezza d'onda il potere induttore specifico e la velocità si avvicinano al rispettivo valore che hanno nel mezzo non ionizzato, che le onde corte sembrerebbero le meno adatte ad essere rifratte spiegando in qual modo l'energia emessa da un'antenna nelle direzioni inclinate rispetto all'orizzonte, possa essere riportata alla superficie della terra dopo aver percorso un certo cammino nelle alte regioni dell'atmosfera, ove i raggi che avanzano in vicinanza del suolo — i radenti — si estinguono a distanze tanto più piccole quanto più piccola è la lunghezza d'onda; come i raggi in altezza vadano, senza assorbimento importante, a rifrangersi nello strato ionizzato, ed infine come non sia necessario fare distinzione fra le due ipotesi della riflessione e della rifrazione.

Accenna al fenomeno del « fading » consistente nell'abbassamento o annullamento della intensità dei segnali che si avverte maggiormente là ove i raggi radenti e quelli riflessi hanno la stessa intensità, e come questo fenomeno si produca soprattutto durante la notte, ma esista — sebbene in minor grado — anche durante il giorno; mostra l'andamento del fenomeno dal diagramma dovuto a Pickard in relazione ad un'emissione radiotelefonica fatta su di un'onda di circa trecento metri dalla stazione di Springfield, ascoltata alla distanza di 111 km il 15 agosto del 1923.

Parla sull'importante fenomeno detto delle *zone di silenzio* il quale può spiegarsi con la ipotesi dello strato ionizzato, analizzandolo minutamente, e accompagnando il suo dire con assai belle e riuscite proiezioni.

L'assemblea applaude vivamente il conferenziere che riceve le più vive congratulazioni dal Presidente, e dai numerosi colleghi del folto uditorio.

Il Presidente toglie la seduta alle ore 23,10.

\* \*

## SEZIONE DI ROMA

La sera di giovedì 17 marzo, per invito della Sezione e insieme del Collegio Nazionale degli Ingegneri Ferroviari e del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, il socio Ing. Comm. Ettore Peretti, ha tenuto la sua conferenza sul « *Problema nazionale del carbone* » già letta alla presenza di S. A. R. il Principe Ereditario, al Gabinetto di cultura della Scuola di Guerra di Torino.

Il conferenziere ha esordito passando in una rapida rivista le risorse mondiali di carboni fossili, ed esaminando le caratteristiche dei principali giacimenti e le qualità dei carboni da essi estratti; ha elencato quindi i paesi da cui l'Italia ha importato nei diversi anni i carboni necessari per gli usi nazionali, mettendo a raffronto l'entità e il costo delle qualità importanti nei diversi anni, dell'ante guerra, del periodo bellico, del dopo guerra.

In relazione alla ripartizione del nostro fabbisogno ha passato in rassegna i consumi delle diverse industrie, elettriche, chimiche, del riscaldamento, dei trasporti, sia privati, sia delle Ferrovie dello Stato, ed ha esaminato le variazioni che essi e principalmente quelli relativi ai trasporti statali, hanno subito negli ultimi anni in seguito all'incre-

mento della industria idroelettrica e al contemporaneo sviluppo della elettrificazione ferroviaria.

Ha quindi esaminato i risparmi che si potrebbero conseguire nelle importazioni, sia mediante l'ulteriore sviluppo delle utilizzazioni idroelettriche sia mediante lo sfruttamento intensivo dei nostri giacimenti di combustibili. E per questi ha considerato la potenzialità, la qualità dei combustibili che se ne possono ricavare, lo stato odierno dello sfruttamento, aggiungendo la descrizione sommaria di alcuni degli impianti maggiori, Torre del Lago, Pietrafitta.

In relazione infine ai metodi per ottenere lo sviluppo dello sfruttamento dei combustibili poveri di cui il nostro paese è provvisto ha portato il suo esame sui diversi metodi a cui si può ricorrere, gassificazione, predistillazione, polverizzazione, considerando i pregi e gli inconvenienti dei singoli processi, sia in relazione ai sottoprodotti ricavabili, sia in relazione ai rendimenti raggiungibili, e riportando anche i dati ottenuti nell'esercizio di impianti di polverizzazione. Ha infine stabilito in un bilancio sommario quali potrebbero essere le economie realizzate mediante un programma organico di sfruttamento dei nostri combustibili.

La conferenza, ricca di moltissimi dati, e illustrata dalla proiezione di interessanti diagrammi e fotografie, fu vivamente applaudita dai numerosissimi intervenuti fra cui molte personalità della tecnica e ufficiali.

\*

La sera del 13 aprile l'Ing. Dott. Giorgio Levi ha parlato sull'« *Applicazione dell'elettricità alla fabbricazione dei concimi chimici* ». Il Presidente Salvadori, richiama l'attenzione dei soci sull'enorme importanza che il problema dei fertilizzanti ha assunto oggi in rapporto all'agricoltura nazionale, e ringrazia quindi il conferenziere a cui cede la parola.

L'Ing. Levi, accennato rapidamente al sorgere e allo svolgersi dell'industria dei fertilizzanti, entra a considerare il problema esaminando i pregi e gli inconvenienti dei vari sistemi.

Nota anzitutto in relazione ai perfosfati che essi devono venire forniti, sotto forma di polvere terrosa, insieme a sostanze inerti che ne rendono più facile l'uso ma ne aumentano enormemente il peso e il prezzo di trasporto impedendone l'uso a distanze notevoli dalle fabbriche.

Descrive quindi i tentativi da lui compiuti per ricavare al forno elettrico anidride fosforica, da fornire invece dei perfosfati, partendo dai fosfati minerali; mette in rilievo come l'inconveniente principale incontrato anche nei successivi tentativi eseguiti in America, consiste nella difficoltà di fissare l'anidride contenuta nei prodotti gassosi estratti dal forno, e nel basso rendimento che ne consegue.

E per arrivare all'esposizione del sistema che ha permesso di rendere economico e industriale questo metodo esamina i diversi elementi necessari in un buon fertilizzante. Nota anzitutto come la composizione di esso debba esser diversa secondo i terreni e le piantagioni: comunque ciò che negli odierni fertilizzanti è sempre scarso è l'impiego dell'azoto, a causa del suo costo elevato di produzione. Risulta di qui che il problema dei fertilizzanti è essenzialmente problema di produzione e di economia d'azoto e quindi d'idrogeno essendo questo fondamentale nella fabbricazione dei prodotti ammoniacali ai quali si vuole arrivare.

Passa allora ad esporre come la fabbricazione dei concimi al forno elettrico permetta di risolvere in modo veramente economico il problema mediante la produzione del fosforo dai fosfati minerali, la combustione di questo in anidride a spese dell'ossigeno dell'acqua, e la corrispondente produzione di idrogeno: si ha così in forma concentratissima di anidride fosforica il primo elemento fondamentale dei fertilizzanti, il fosforo; l'idrogeno permette poi immediatamente di passare al secondo, l'azoto. E qui il conferenziere esamina concisamente il sistema complessivo di utilizzazione dei fosfati e di produzione di ammoniaca sintetica mettendo in rilievo la grandissima economia che esso permette in rapporto alle due produzioni indipendenti oggi in uso; senza contare gli altri pregi della minore spesa d'impianto dei forni rispetto agli elettrolizzatori, dell'uso della corrente alternata anziché continua e del minor peso e della maggior facilità di conservazione e di trasporto dell'anidride fosforica rispetto ai perfosfati.

La conferenza, vivamente applaudita, fu seguita poi da un'interessante discussione a cui presero parte fra gli altri il Presidente e l'Ing. Del Buono.

\*

La sera di venerdì 22 aprile dall'Ing. E. M. Deloraine, della International Standard Electric Corporation, è stata tenuta una conferenza sulla « *Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby* ».

Aprè la seduta il Presidente Salvadori che presenta ai soci il conferenziere al quale rivolge i più vivi ringraziamenti.

L'Ing. Deloraine, premesse alcune notizie storiche sullo sviluppo della radiotelegrafia passa immediatamente alla descrizione del sistema di trasmissione telefonica transoceanica.

Il circuito comprende essenzialmente due linee telefoniche della lunghezza di circa 150 km che collegano Londra alle due stazioni trasmettitori di Rugby e ricevitrici di Wroughton; queste sono collegate radiotelegraficamente attraverso l'Atlantico alle due stazioni americane ricevitrici di Houlton e trasmettitori di Rocky Point (Long

Island) che a loro volta sono unite a New York da due linee telefoniche della lunghezza di circa 650 e 150 km rispettivamente; la distanza complessiva che viene così superata nella trasmissione è di oltre 5000 km.

Nelle stazioni trasmettitori, allo scopo di ottenere un rendimento più elevato e una trasmissione più perfetta è usato un sistema speciale che comprende una doppia modulazione con filtrazione seguita da una amplificazione sull'alta frequenza fino ad ottenere una potenza di 100 kW antenna.

L'amplificazione ad alta frequenza è a tre stadi di cui l'ultimo funziona con trenta valvole in parallelo del tipo a raffreddamento con circolazione d'acqua capaci di dissipare ognuna una potenza continua di 10 kW. I vari circuiti d'accoppiamento sono studiati in modo da evitare distorsioni e anche la trasmissione delle armoniche della corrente fondamentale.

L'antenna è sostenuta da torri di 270 metri d'altezza. Il complesso è munito di un sistema di controllo per evitare le false manovre e garantire i vari organi in caso di funzionamento anormale.

La conferenza vivamente applaudita dai presenti, fra cui molti tecnici specialisti in materia e numerosi ufficiali del genio militare, fu accompagnata da molte e interessanti proiezioni che illustrarono la costituzione delle varie parti della stazione e diedero agli intervenuti una completa visione degli ultimi perfezionamenti industriali di una tecnica che tanta importanza riveste nella vita moderna.

## Errata - corrige

N. 15 del 25 maggio 1927.

Nella prima puntata dell'articolo dell'Ing. Büchi sul « *Funzionamento e costruzione in serie delle turbine a reazione* » sono state omesse le diciture delle prime sette figure. Le diamo qui sotto pregando i nostri lettori di riportarle alle figure rispettive

Fig. 1. — Turbina Francis originale (anno 1849).

Fig. 2. — Ruota americana a cucchiaio.

Fig. 3. — Massima caduta ammissibile in relazione all'altezza di aspirazione nelle Francis  
 $H_a$  = altezza d'aspirazione statica;  
 $H_b$  = altezza d'aspirazione barometrica;  
 $\sigma$  = coefficiente d'aspirazione dinamica.

Fig. 4. — Ruota modificata per evitare le corrosioni.  
 $n_s = 354$      $H = 37$  m     $H_a = 5,2$  m

Fig. 5. — Elica Kaplan a pale mobili.

Fig. 5 bis. — Elica Kaplan-Storck  $n = 725$  (Costr. Mecc. Riva - Milano).

Fig. 6. — Elica americana Nagler a pale fisse corte (Allis-Chalmers).

Fig. 7. — Elica a pale fisse lunghe  $n_s = 550$ .  
 (Costr. Mecc. Riva - Milano).

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli <i>Impianti elettrici</i> L.	4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle <i>Macchine elettriche</i> »	4,—
più per postali »	1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli <i>Isolatori di porcellana</i> »	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli olii »	2,—
più per postali »	0,80
Norme per gli <i>Impianti di bordo</i> »	2,—
più per postali »	0,80

### DESCRIZIONE IMPIANTI. — Fascicoli pubblicati:

- 1° *Impianto di Crego* della Soc. Imprese Elettriche Conti.
- 2° *Impianti del Tanagro e Aventino* della Soc. Meridionale di Elettricità.
- 3° *Impianti idroelettrici Piave Santa Croce* del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.
- 4° *Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys*.
- 5° *Impianto del Temù in Valle Camonica*.
- 6° *Impianto di Iselle* della Società Dinamo.
- 7° *Impianto di Valdo* della Società Imprese Elettriche Conti.
- 8° *Impianti idroelettrici Val Cenischia* della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.
- 9° *Impianto del Mat. se del'a* Soc. Meridionale di Elettricità
- 10° *Impianto di Galliciano* della Società Ligure-Toscana di Elettricità.

Prezzo per ogni fascicolo ..... L. 6,—  
 più per postali » 1,—

ELENCO dei Fabbricanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico ..... L. 4,—  
 più per postali » 1,—

**Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (102) - Via Annunziata, 4.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Turbine e alternatori.

Scorrendo il lavoro dell'Ing. BÜCHI, del quale continuava oggi la pubblicazione, cercavamo di immaginare quali avrebbero potuto essere le impressioni di un ipotetico lettore che, conoscendo a fondo le macchine elettriche, non si fosse mai occupato od avesse completamente dimenticato i suoi studi relativi alle turbine idrauliche. Certamente egli sarebbe colpito dal contrasto, che già rilevavamo in una precedente nota, fra la grande semplicità delle leggi che governano le macchine elettriche, e la complessità di quelle a cui si informa il macchinario idraulico. Volendo meglio precisare la differenza si potrebbe pensare che i formidabili progressi compiuti nella costruzione delle macchine elettriche siano derivati dall'aver potuto sostituire i procedimenti indiretti ai diretti nella misura del rendimento. Il fatto di poter individuare, localizzare e predeterminare o misurare direttamente le varie perdite che si verificano durante il flusso e la trasformazione dell'energia attraverso la macchina elettrica, ha consentito di ridurre progressivamente al minimo le perdite stesse e consente oggi di vedere secondo quali direttive sarebbe ancora possibile un ulteriore lieve miglioramento dei già elevatissimi rendimenti raggiunti.

Per contro, il costruttore delle turbine idrauliche deve ancora oggi accontentarsi di dedurre le perdite per differenza fra potenza assorbita e potenza resa (a parte le peculiari difficoltà delle misure di potenza idraulica) e può solo fare delle induzioni sulla loro localizzazione e ripartizione. Abbiamo casualmente sott'occhio i risultati di buone prove di una ottima Pelton da 18.000 kW. Girando a vuoto essa assorbiva circa 500 kW, che rappresenterebbero le perdite a vuoto. A pieno carico, pure coll'ottimo rendimento dell'83 %, le perdite salgono a circa 3700 kW. Non è difficile calcolare che le maggiori perdite di attrito, dovute alla spinta dei getti sulle pale che, naturalmente, si riporta sui cuscinetti, giustificano una ben piccola parte della differenza, cosicchè rimangono almeno 2000 ÷ 2500 kW di « perdite idrauliche » su cui — pensiamo — sono possibili solo delle induzioni. E, sempre mettendoci nei panni dell'ipotetico lettore di cui sopra, concludiamo che, per quanto gravi possano apparire le difficoltà da superare, i costruttori di turbine debbano rivolgersi all'analisi delle cause di perdita. Solo per tale via sembrerebbe possibile qualche ulteriore notevole miglioramento nel rendimento delle turbine idrauliche a cui sono oggi imputabili le maggiori perdite nello sfruttamento della energia idraulica.

LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

### FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE IN SERIE DELLE TURBINE IDRAULICHE A REAZIONE

G. BÜCHI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1927

(Continuazione, v. N. 16, pag. 341)

CAP. V.

#### BASI DI CALCOLO DELLE TURBINE.

##### 15. - Applicabilità dell'equazione fondamentale.

La teoria delle turbine si riassume nell'equazione fondamentale di Eulero:

$$g \cdot \varepsilon \cdot H = c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2 \quad (6)$$

che si basa sulla considerazione del momento dovuto alla variazione della quantità di moto di una massa rotante intorno ad un asse (teorema delle aree) <sup>(33)</sup>. In questa  $g \cdot \varepsilon \cdot H$  rappresenta l'energia disponibile corrispondente all'unità di portata, essendo  $H$  la caduta disponibile,  $\varepsilon$  il rendimento idraulico complessivo della turbina compreso quello del diffusore allo scarico,  $u_1$  e  $u_2$  le velocità periferiche della ruota all'entrata ed all'uscita,  $c_{u1}$  e  $c_{u2}$  le corrispondenti componenti tangenziali delle velocità assolute d'entrata e d'uscita (fig. 38). Questa equazione, de-

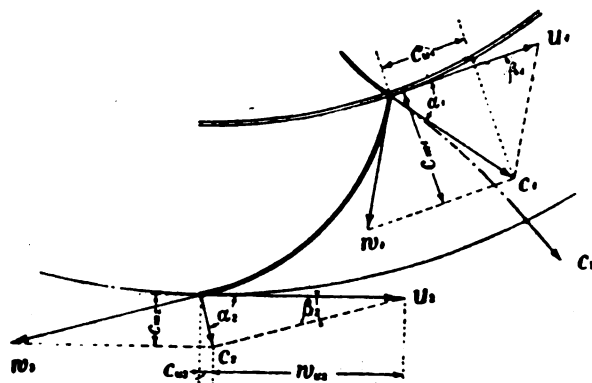


Fig. 38. — Diagramma delle velocità in una turbina centrifuga con distributore.

dotta per una corrente circolare simmetrica nella ruota, vale per il calcolo ed il tracciamento delle pale delle ruote lente e normali molto vicine, fra le quali si può supporre la velocità uniforme. Per le ruote veloci con pale più distanti non si può trascurare la differenza di pressione e di velocità fra le due facce della pala che danno luogo al momento motore turbando la simmetria che non esiste se non ad una certa distanza dalle pale stesse (fig. 24), per cui l'equazione si deve intendere riferita solo ai valori medi delle velocità nella zona delle pale.

Non è però oggetto di questo studio il calcolo dettagliato



della pala ma solo la determinazione degli elementi principali che caratterizzano la turbina e permettono di dedurre l'ingombro, il tipo d'installazione ed il modo di funzionare in pratica. A questo scopo l'equazione di Eulero si può ritenere perfettamente valida in generale.

L'equazione fondamentale si presenta però anche sotto una seconda forma che si deduce applicando il principio della conservazione dell'energia, espresso dall'equazione dei lavori, seguendo il percorso di un elemento fluido attraverso la turbina, cioè:

$$\varepsilon \cdot H = \frac{c_1^2 - c_2^2}{2g} - \frac{w_1^2 - w_2^2}{2g} + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2g} \quad (8)$$

Le due forme si equivalgono ed è facile trasformare l'una nell'altra in base ai triangoli delle velocità. La seconda ha però il vantaggio di considerare più dettagliatamente il movimento dell'acqua nella ruota ed anche in questa equazione il diffusore allo scarico è considerato come parte integrale della turbina ed il valore  $\varepsilon$  comprende anche il rendimento del diffusore stesso. La velocità  $c_2$  di scarico non rappresenta quindi una perdita ma un'energia cinetica che può essere trasformata in pressione nel diffusore.

L'equazione fondamentale non è però sufficiente da sola a risolvere il problema del calcolo della turbina. Infatti in essa compare in prima linea il rendimento idraulico  $\varepsilon$ , che dipende non solo dalla velocità all'ingresso ed all'uscita della ruota ma anche dalle altre velocità nel percorso dell'acqua prima e dopo, delle quali non si tien conto. D'altra parte le perdite per attrito dipendono dalle velocità le quali continueranno a crescere finché non sia raggiunto l'equilibrio fra le perdite che da esse dipendono e la caduta disponibile, dedotto il lavoro utile. Non essendo possibile determinare dette perdite in funzione di tutte le velocità complessivamente considerate, è inevitabile ricorrere ad un'ipotesi semplificativa supponendo il rendimento  $\varepsilon$  costante entro certi limiti e valutandolo in base a dati sperimentali ricavati su costruzioni consimili. Fissato così  $\varepsilon \cdot H$  le diverse velocità risultano fra loro legate da una semplice relazione matematica.

Però il grande numero di variabili contenute nell'equazione fondamentale rende la sua applicazione arbitraria e suscettibile di molteplici soluzioni. Infatti dato  $\varepsilon$ , per il calcolo di una delle velocità si possono scegliere liberamente tutte le altre con la sola condizione che si possano collegare fra di loro nei due triangoli di entrata e di uscita. Di qui la molteplicità dei tipi di turbine varianti da costruttore a costruttore sebbene calcolate per funzionare cogli stessi dati, tipi che possono anche riuscire equivalenti come rendimento massimo ma che si comportano per lo più in modo diverso in condizioni anormali di funzionamento.

Si tratta ora di vedere delle diverse variabili dell'equazione principale quali si possano fissare a priori per determinare poi le rimanenti e quali relazioni devono intercedere fra alcune di esse per ottenere il miglior rendimento complessivo, senza entrare in dettaglio sulle condizioni che hanno su di esse influenza e che non siamo in grado di valutare separatamente.

## 16. - Triangolo delle velocità d'uscita corrispondente alle minime perdite.

Le perdite per attrito lungo le pale sono inevitabili ed è ovvio il mezzo di ridurle diminuendo lo sviluppo delle pale e il loro numero. Altre perdite si hanno per vortici dovuti alle irregolarità e brusche curvature dei condotti, che si possono entro certi limiti evitare o correggere.

Una perdita che acquista una speciale importanza specialmente nelle turbine veloci è quella allo scarico o per meglio dire nel diffusore. La più antica regola stabilisce come condizione di massimo rendimento la velocità assoluta di scarico della ruota normale alla velocità periferica, cioè  $\alpha_2 = 90^\circ$  quindi  $c_{u2} = 0$ . Questa condizione ha il vantaggio di semplificare l'equazione fondamentale di Eulero (6), che diventa:

$$g \varepsilon H = c_{u1} \cdot u_1$$

da cui la nota relazione:

$$u_1 = \frac{g \varepsilon H}{c_1 \cdot \cos \alpha_1}$$

posta a base del calcolo delle turbine.

Più giustificata è forse la regola che stabilisce come condizione di massimo rendimento  $u_2 = w_2$  poichè ottiene di ridurre contemporaneamente la velocità assoluta  $c_2$  e quella relativa  $w_2$  a costo di una piccola inclinazione  $90^\circ - \alpha_2$ .

L'angolo  $\alpha_2 = 90^\circ$  può essere la migliore condizione per i comuni diffusori conici o curvi, ma con gli idroconi anche la componente tangenziale può essere recuperata. Su questa possibilità è basato il principio applicato dal Moody secondo il quale la somma delle perdite per attrito nella ruota e nel diffusore  $z_2$  e  $z_3$ , rappresentate in funzione rispettivamente delle velocità relative  $w_2$  ed assoluta  $c_2$  allo scarico della ruota,

$$z_2 + z_3 = f_2 \frac{w_2^2}{2g} + f_3 \frac{c_2^2}{2g}$$

è minima alla condizione che le componenti tangenziali delle velocità medesime stiano fra di loro inversamente come i coefficienti  $f_2$  e  $f_3$ , ossia per

$$\frac{c_{u2}}{w_{u2}} = \frac{f_2}{f_3} \quad (9)$$

La determinazione dei coefficienti  $f_2$  ed  $f_3$  è però tutt'altro che facile tanto più che nelle turbine veloci, dove appunto più interessa questa ricerca, le perdite per attrito hanno spesso una importanza secondaria rispetto a quelle così dette di forma <sup>(34)</sup>. La regola del Moody deve quindi essere interpretata con una certa larghezza e conferma così quanto suggerisce anche il buon senso, cioè quanto maggiore è la perdita dovuta alla ruota tanto più si cercherà di ridurre la velocità relativa  $w_2$  ossia la  $w_{u2}$ , mentre con un cattivo diffusore si cercherà di ridurre al minimo la velocità assoluta  $c_2$ , ossia per una data  $c_{m2}$ , la sua inclinazione e quindi la  $c_{u2}$ . Anche le esperienze concordano con queste conclusioni poichè nelle turbine veloci, in cui ad una grande velocità periferica  $u_2$  corrisponde una grande velocità relativa  $w_2$  ossia una grande perdita per attrito nella ruota, il massimo rendimento si ha con una grande  $c_{u2}$ , mentre nelle turbine più lente la corrispondente  $c_{u2}$  è quasi nulla.

Occorre però tener presente che in pratica le turbine si utilizzano non solo per la potenza di massimo rendimento ma per la massima potenza che possono sviluppare. L'andamento della curva dei rendimenti a portata variabile è strettamente legato al tipo di triangolo d'uscita ossia al modo di variare della velocità assoluta in grandezza e direzione. Nelle turbine normali centripete la velocità relativa  $w_2$  è piccola e l'angolo  $\beta_2$  piuttosto grande per cui la  $w_2$ , ossia la portata, può variare in un campo abbastanza ampio in più od in meno con una relativamente piccola variazione della  $c_2$  in grandezza e direzione (fi-

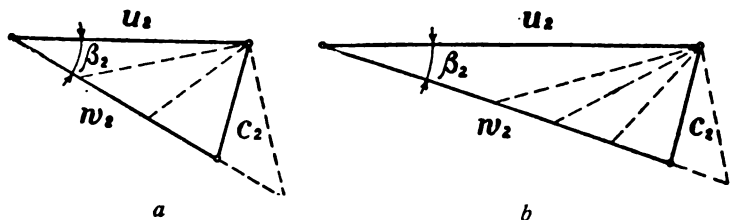


Fig. 39 a-b. — Triangoli d'uscita a portata variabile  
a) Turbina normale  
b) » veloce

gura 39-a). In queste turbine il massimo rendimento corrisponde a circa 3/4 della portata massima e la curva è molto ampia e pianeggiante. Nelle veloci la  $u_2$  è aumentata in misura molto maggiore della  $c_2$  e l'angolo  $\beta_2$  diventa piccolo (fig. 39-b) per cui analoghe variazioni della  $c_2$  corrispondono a variazioni della  $w_2$  e della portata molto minori. Per questo fatto la curva dei rendimenti ha una curvatura molto più accentuata e cade più rapidamente per portate maggiori o minori della normale (fig. 40). Come conseguenza anche la curva della potenza è più ripida e raggiunge bruscamente il suo vertice in corrispondenza ad un rendimento superiore, a parità di altre condizioni, a quello della turbina più lenta. Vale a dire il campo di funzionamento ad apertura del distributore superiore alla normale è doppiamente limitato poichè il raggiungimento anticipato della potenza massima rende inutile una maggiore apertura alla quale corrisponderebbe ancora un buon rendimento industriale. Di conseguenza il massimo rendimento invece che a 3/4 della portata totale (massima potenza) può capitare a 9/10, o anche oltre, il che

<sup>(34)</sup> Questo principio si trova esposto ed illustrato con interessanti risultati di esperienze in una comunicazione dell'Ing. Alfredo Calzoni alla 27ª Riunione della A. E. I. col titolo: « Considerazioni ed esperimenti sulle turbine celeri » - *L'Elettrotecnica*, 1922, pag. 593.

<sup>(35)</sup> Vedi § 6. Digitized by Google

indica che mentre nel caso delle turbine lente l'angolo  $\alpha_2$  corrispondente alla portata massima è certamente maggiore di  $90^\circ$ , per le veloci può anche essere minore.

### 17. - Spostamento dei filetti a portata variabile.

Le deduzioni precedenti suppongono tutte le velocità nella turbina più o meno uniformi in modo da essere sufficiente la considerazione del filetto medio. Esse sono quindi senz'altro applicabili alle turbine lente radiali nelle quali la velocità periferica si mantiene quasi costante per tutta la pala. Di solito però nelle ruote comuni e veloci la pala è estesa in senso radiale per cui deve essere analizzata in corrispondenza alle varie velocità periferiche che modificano i triangoli delle velocità e le condizioni di funzionamento di punto in punto ossia per ogni filetto.

Il procedimento consiste nel suddividere idealmente la turbina in parecchie turbine elementari concentriche alle quali si possa applicare il calcolo riferito al filetto medio. Non bisogna dimenticare che la suddivisione è soltanto ideale per cui occorre fare in modo che il funzionamento previsto delle turbine elementari possa avvenire con continuità lungo tutta la pala senza dannose influenze reciproche. All'ingresso, come già fu detto, la condizione cui tutti i filetti devono soddisfare a parità di condizioni di scarico, espressa dalla  $c_{u1} \cdot u_1 = \text{cost}$ , corrisponde perfettamente al libero movimento della massa d'acqua uscita dal distributore tanto nel tratto radiale come in quello assiale. La stessa equazione fondamentale

$$g \varepsilon H = c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2 \quad (6)$$

mette in evidenza che a parità di rendimento a  $c_{u1} \cdot u_1 = \text{cost}$  corrisponde  $c_{u2} \cdot u_2 = \text{cost}$ . Un caso particolare si ha per  $c_{u2} = 0$ , ma anche per altre condizioni di portata si dovrà verificare la condizione  $c_{u2} \cdot u_2 = \text{cost}$ . Anche allo scarico come all'ingresso si avrà continuità nel movimento della velocità assoluta con formazione di un vortice elicoidale avente la massima velocità tangenziale verso il centro, supponendo che anche la velocità meridiana  $c_m$  all'entrata ed all'uscita sia uniforme o vari colla stessa legge.

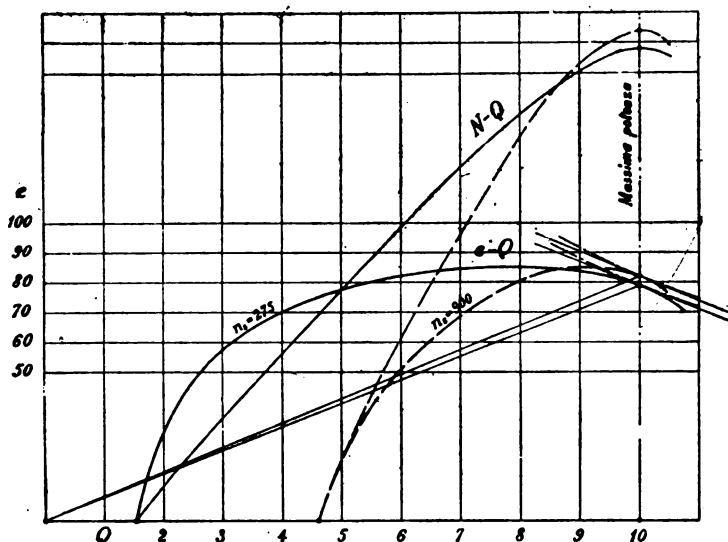


Fig. 40. — Influenza della  $n_s$  sulle curve di rendimento e di potenza.

Poichè la velocità può aumentare solo nel limite concesso dalla pressione disponibile, in un ambiente in aspirazione si formerà al centro un nucleo relativamente grande con pressione minima, che non partecipa al movimento principale e certamente influisce dannosamente sul rendimento del diffusore. Le osservazioni dimostrano infatti che al centro del tubo aspirante si formano ad intervalli dei vuoti che indicano un movimento instabile ed irregolare. Questo inconveniente sarebbe eliminato nell'ultimo idrocono americano (fig. 37) applicato dal Moody non solo alle turbine ad elica ma anche alle Francis normali, fra le quali quella di 70.000 HP che ha appunto una  $n_s = 148$ . Il cono centrale che nella primitiva disposizione del Moody aveva un'altezza limitata e si trovava per così dire al piede del tubo aspirante verticale con lo scopo di deviare orizzontalmente la corrente e rallentarla recuperando anche la componente tangenziale, è prolungato fino al mozzo della ruota in modo da sostituire il nucleo del vortice. Questa costruzione oltre ad essere costosa avrebbe idraulicamente l'inconveniente di introdurre una parete in più ossia una maggior resistenza d'attrito, che però

è ampiamente compensata dalla maggior regolarità di funzionamento ossia dalla diminuita resistenza di forma. Naturalmente l'idrocono si presta in particolar modo per la disposizione ad asse verticale.

Il movimento vorticoso all'uscita della ruota rappresenta teoricamente la continuazione di quello all'entrata diminuito dell'energia ceduta alla pala. Supposta questa costruita in modo che la cessione di energia avvenga uniformemente per tutti i filetti, la zona delle pale sarà composta fra due superfici di livello, ossia di egual energia, corrispondenti rispettivamente a  $c_{u1} \cdot r_1 = \text{cost}$  e  $c_{u2} \cdot r_2 = \text{cost}$ , essendo la differenza

$$\Delta Q \cdot g \varepsilon H = \Delta Q \cdot \omega (c_{u1} \cdot r_1 - c_{u2} \cdot r_2)$$

l'energia ceduta riferita alla portata  $\Delta Q$  costante per ogni filetto. Il movimento vorticoso all'uscita dovrebbe quindi essere regolare e seguire la stessa legge come all'entrata.

Osserviamo che affinché questa regolarità si mantenga anche per una portata diversa dalla normale, posta a base del calcolo, dovrebbe essere variabile anche l'angolo  $\beta_2$  della velocità relativa all'uscita in modo da ottenere per ogni dato triangolo d'entrata, corrispondente al movimento vorticoso libero dovuto al distributore, un triangolo d'uscita corrispondente non solo all'equazione di Eulero, che si limita a considerare la sola componente tangenziale  $c_{u2}$ , ma anche alla legge di continuità che si riferisce alla velocità meridiana  $c_{m2}$ . Infatti nel caso normale della ruota con pale fisse la velocità assoluta di scarico dipende dalla velocità relativa che mantenendo un'inclinazione fissa varia in grandezza proporzionalmente alla portata (fig. 39). Perciò i triangoli d'uscita col variare della portata variano mantenendo costante l'angolo  $\beta_2$  della velocità relativa  $w_2$ , ossia il vertice del triangolo d'uscita opposto alla velocità periferica  $u_2$  scorre lungo il lato della  $w_2$ . Per conseguenza ad un aumento della  $c_{u2}$  corrisponde una diminuzione della  $w_2$  ossia della  $c_{m2}$  e viceversa. Col variare della portata la  $c_{u2}$  normale non può quindi più mantenersi e bisogna ammettere una variazione per ogni filetto come conseguenza della inevitabile variazione della  $c_{m2}$  (meridiana). Ma per l'equazione di Eulero deve essere per tutta la pala  $c_{u2} \cdot r_2 = \text{cost}$  per cui i filetti più interni in corrispondenza della minore  $r$  subiranno una maggiore variazione di quelli più esterni non solo nella  $c_{u2}$  ma anche nella  $c_{m2}$  in ragione inversa. Ne segue che col diminuire della portata della turbina, verso il mozzo della ruota la velocità relativa ossia la  $c_{m2}$  andrà sempre più rapidamente scemando che non verso l'esterno, fino a cessare completamente il deflusso. Continuando la diminuzione della portata la  $w_2$  verso il mozzo della ruota può diventare anche negativa ossia nella zona più interna invece di uscire acqua si formerà una chiamata dall'esterno all'interno (fig. 41).

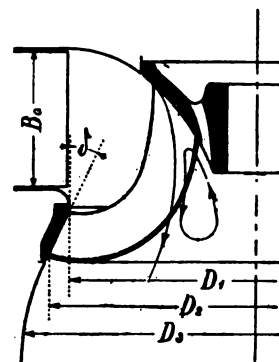


Fig. 41. — Circolazione presso il mozzo nel funzionamento a portata parziale.

Se la divisione in turbine parziali eseguita per comodità di calcolo fosse reale mediante altrettante pareti, per la legge di continuità anche all'entrata la velocità meridiana  $c_{m1}$  dovrebbe variare in proporzione della portata di ciascuna turbina parziale, ossia nello stesso rapporto della  $c_{m2}$  allo scarico. Nel distributore cilindrico invece e nel condotto che precede la ruota la  $c_{m1}$  è indipendente dalla  $c_{u1}$  e varia per ogni filetto proporzionalmente alla portata. Si presenta allora l'ipotesi confermata anche sperimentalmente, dello spostamento dei filetti nel percorso attraverso alla ruota, per cui il tracciato ritenuto valido per la portata normale si modifica gradatamente per le altre portate nel senso che, diminuendo la portata, i filetti tendono a spostarsi verso l'esterno della ruota. Verso il mozzo i filetti vanno diradandosi e finiscono per cedere il posto ad una corrente secondaria che uscendo parallelamente colla corrente principale si chiude su se stessa, rientrando nella ruota verso il centro dove la pres-

sione è negativa (fig. 41). Questo fenomeno è evidentemente dannoso al rendimento della ruota per il disperdimento di energia da esso provocato e non meno dannoso al funzionamento del diffusore per l'irregolarità che ne deriva nella zona centrale. L'inconveniente è tanto più sensibile quanto maggiore è la differenza fra le velocità periferiche dei filetti estremi all'uscita ossia quanto maggiore è il rapporto fra il diametro esterno e quello interno della ruota allo scarico. Nel tracciato del profilo della pala allo scarico si avrà quindi cura di mantenersi lontano per quanto possibile dall'asse in considerazione anche dei vantaggi costruttivi che ne derivano.

Fissate le velocità periferiche dei filetti estremi si può attenuare l'influenza della loro diversità sullo spostamento dei filetti allo scarico nel funzionamento a portata parziale modificando i triangoli di scarico in modo di favorire per quanto è possibile i minori valori della  $c_{m2}$ . Questo si potrebbe ottenere rinunciando al principio di mantenere costanti tanto all'entrata come all'uscita i prodotti  $c_{u1} \cdot r_1$  e  $c_{u2} \cdot r_2$  per tutti i filetti. Se infatti allo scarico si calcola la portata normale in base ad un valore  $c_{u2} \cdot r_2$  decrescente dall'esterno all'interno si otterranno per i filetti più interni delle velocità  $w_2$  relativamente più grandi che permetteranno una maggior riduzione di portata prima di annullarsi (fig. 42). In altre parole a parità di angoli  $\beta_2$  delle pale

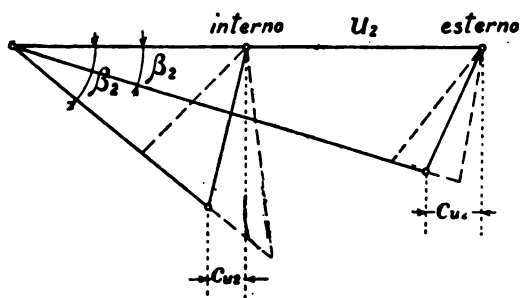


Fig. 42. — Triangoli d'uscita per  $c_{u2}$  variabile.

si cercherà di aumentare la portata normale in corrispondenza dei filetti più interni diminuendo la  $c_{u2}$ ; si potrà quindi avere per la portata normale o di maggior rendimento  $c_{u2} = 0$  per il filetto più interno corrispondente ad una  $c_{u2} > 0$  per il filetto più esterno. Questa corrispondenza può risultare opportuna tenendo conto del complesso delle perdite dei singoli filetti nella ruota e nel diffusore, che così tenderebbero ad equilibrarsi. Però ad una  $c_{u2} \cdot u_2$  variabile allo scarico dovrebbe corrispondere una  $c_{u1} \cdot u_1$  pure variabile all'ingresso in modo da soddisfare l'equazione fondamentale in base ad un dato rendimento ritenuto uniforme per ogni filetto, ossia sarebbe trascurata la legge  $c_u \cdot r = \text{cost}$  del vortice che teoricamente è l'unica forma di corrente rotatoria ammissibile senza trasmissione d'energia, fatta astrazione dall'attrito.

Questi accenni dimostrano che al momento di impostare il calcolo di una turbina, fra i molti elementi liberi da scegliere la forma del triangolo d'uscita è uno dei più importanti e può essere oggetto di parecchie considerazioni nella scelta dell'angolo  $\alpha_2$  della velocità assoluta.

#### 18. - Importanza della velocità assoluta di scarico.

Il valore della velocità assoluta di scarico  $c_2$  ossia della sua componente meridiana  $c_{m2}$  aveva un valore essenziale quando esso rappresentava una perdita effettiva. Infatti nelle turbine lente o di media velocità la  $c_2$  può essere mantenuta entro limiti ristretti per cui il diffusore diventa accessorio. Potendo esso anche mancare la  $c_2$  si deve considerare una vera perdita e come tale si cercherà quindi di limitarla per quanto possibile. Nelle turbine moderne e veloci il diffusore diventa parte essenziale e la  $c_2$  non ha più che una relazione indiretta colla perdita di scarico in quanto che la perdita di scarico è sostituita dalla perdita nel diffusore, che si può calcolare come una percentuale dell'altezza corrispondente alla  $c_2$ . La  $c_2$  raggiunge perciò qualche volta, specialmente nelle ruote ad elica valori elevatissimi e l'unica considerazione che può consigliare un limite è quella della diminuita altezza d'aspirazione disponibile.

Tuttavia in pratica la considerazione del possibile recupero nel diffusore non è quella che spinga ad aumentare la velocità di scarico  $c_2$  oltre il necessario poichè il diffusore è pur sempre considerato come una delle parti più delicate della turbina e la  $c_2$  ossia la  $c_{m2}$  si mantengono entro limiti i più ristretti possibili. Tanto più trattandosi di costruire turbine di serie occorre tener

presente che non sempre le condizioni locali dell'impianto permettono l'applicazione di un diffusore razionale e sufficientemente sviluppato. Spesso le turbine sono ad asse orizzontale ed il gomito a sezione circolare che precede il diffusore ne abbassa sensibilmente il rendimento; il gomito schiacciato tipo Kaplan (fig. 15) dovrebbe essere migliore poichè mantiene meglio il parallelismo dei filetti dopo il cambiamento di direzione. Più comunemente però si presenta il caso della turbina doppia con scarico centrale che rappresenta talvolta ancora una incertezza di funzionamento ed una possibile causa di perdite di rendimento diretta, ed indiretta per l'effetto sul diffusore <sup>(36)</sup>.

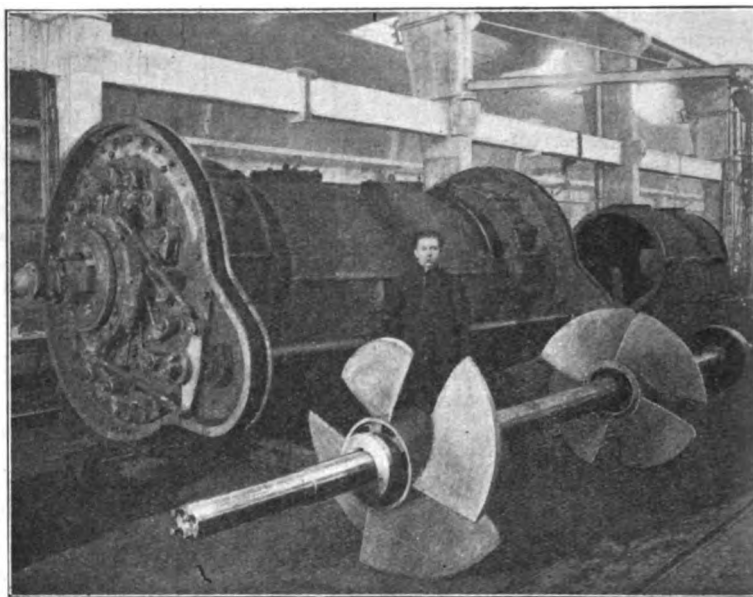


Fig. 43. — Turbina doppia ad elica con scarico centrale. (Costruzione S. A. Alessandro Calzoni con ruote tipo Riva).

Anche le esperienze per trovare la miglior forma dei gomiti di scarico non sono sempre conclusive poichè si verifica che i diversi tipi di ruota ne risentono in modo differente. Naturalmente nei gomiti il movimento elicoidale viene turbato e non si può più fare assegnamento sul recupero della componente tangenziale. Si nota infatti nei diffusori ad asse curvilineo che la bocca di scarico non sempre è riempita dalla corrente che si concentra su un fianco o sull'altro a seconda del senso del movimento elicoidale <sup>(37)</sup>. Per questi motivi è consigliabile un moderato valore della velocità di scarico  $c_2$  in modo di poter fare assegnamento su un rendimento accettabile anche quando il diffusore manca od è difettoso.

#### 19. - Velocità specifica $n_1$ più conveniente per una data $n_2$ .

Nelle turbine normali e veloci moderne lo scarico è in prevalenza assiale per cui dato il diametro  $D_2$  della ruota all'uscita (fig. 41) e tenendo conto dell'eventuale ingombro del mozzo risulta senz'altro determinata per una data portata la velocità meridiana  $c_{m2}$  media ed indirettamente la velocità assoluta  $c_2$ . Notiamo però che al diametro esterno  $D_2$  corrisponde, per una data velocità angolare della ruota, una determinata velocità periferica  $u_{2\max}$  ossia una certa  $u_2$  media riferita al filetto medio. In altre parole data la portata  $Q$  ed i giri  $n$  della turbina, fissando il diametro  $D_2$  vengono fissati contemporaneamente nel triangolo medio due elementi, la  $u_2$  e la  $c_{m2}$ , che in base alle considerazioni precedenti sulla forma del triangolo d'uscita sono sufficienti a determinarlo completamente. Ambedue questi elementi influiscono sulle perdite della turbina, cioè la  $c_{m2}$  sulla perdita di scarico e la  $u_2$ , che si può ritenere proporzionale alla velocità relativa  $w_2$ , sulla perdita d'attrito. La variazione del diametro  $D_2$  nel senso di diminuire l'una ha per conseguenza l'aumento dell'altra.

E' quindi del massimo interesse e della massima importanza la scelta di  $D_2$  in modo che la somma di queste perdite sia

<sup>(36)</sup> Per questo motivo si è evitato per molto tempo la costruzione della turbina doppia ad elica con scarico centrale. Non è però esclusa la possibilità di perfezionamento di questa soluzione che avrebbe praticamente molti vantaggi e lo dimostra un importante impianto eseguito con ottimo risultato nel 1925 dalle Officine Calzoni di Bologna, con ruote tipo Riva nel quale le turbine riprodotte nella fig. 43 rappresentano, a quanto ci consta, la prima esecuzione del genere.

<sup>(37)</sup> Vedi § 14.

minima ed appunto a questo scopo il *Moody* già citato <sup>(38)</sup> svolge il suo principio riferendosi alle perdite  $f_2$  ed  $f_3$  nella ruota e nel diffusore. Ne deduce una seconda relazione tra le velocità  $u_2$  e  $c_{m2}$  come condizione di massimo rendimento, che dovrebbe servire di base per il calcolo del diametro della ruota e così espressa:

$$\frac{c_{m2}}{u_2 \text{ med}} = \frac{\sqrt{\frac{f_2 \cdot f_3}{2}}}{f_2 + f_3} \quad (10)$$

nella quale, supposta uniforme la  $c_{m2}$ , la  $u_2$  si riferisce al filetto medio, per cui ponendo  $r = \frac{u_2 \text{ med}}{u_2}$  si potrà scrivere:

$$\frac{c_{m2}}{u_2} = r \frac{\sqrt{\frac{f_2 \cdot f_3}{2}}}{f_2 + f_3}$$

riferendo la  $u_2$  al diametro massimo  $D_2$ .

Questa relazione teorica fra le due velocità  $c_{m2}$  ed  $u_2$  può essere generalizzata estendendola alla portata specifica  $Q_1^1$  ed alla velocità specifica  $n_1^1$  (1), quindi alla caratteristica  $n_s$  del tipo dalle medesime individuato. Infatti dato il diametro  $D_2$  della ruota le velocità medie  $c_{m2}$  ed  $u_2$  si possono esprimere in funzione della portata  $Q$  e dei giri  $n$  della turbina. Il diametro  $D_2$  di scarico dipende alla sua volta per un dato tipo di ruota dal diametro  $D_1$  d'entrata, per cui si può facilmente passare dalle velocità  $c_{m2}$  ed  $u_2$  ai corrispondenti valori specifici  $Q_1^1$  ed  $n_1^1$ . Così tenendo conto dell'ingombro del mozzo (nelle ruote ad elica) col coefficiente  $m = 0,88 \div 0,90$  e dello spessore delle pale col coefficiente  $p = 0,95 \div 0,87$  <sup>(39)</sup> riferito alla sezione libera, si può scrivere:

$$c_{m2} = \frac{4Q}{m \cdot p \cdot \pi D_2^2} = \frac{4}{m \cdot p \cdot \pi} \cdot \frac{Q_1^1 \sqrt{H}}{D_2^2} = \frac{4}{m \cdot p \cdot \pi} Q_1^1 \sqrt{H} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2$$

$$u_2 = \frac{\pi \cdot n \cdot D_2}{60} = \frac{\pi}{60} n_1^1 \cdot D_2 \sqrt{H} = \frac{\pi}{60} n_1^1 \sqrt{H} \frac{D_2}{D_1}$$

dalle quali si deduce:

$$n_s = n_1^1 \sqrt{10 \cdot Q_1^1} = \frac{60}{\pi} \frac{u_2}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{10 \cdot m \cdot p \cdot \pi}{4} \cdot \frac{c_{m2}}{\sqrt{H}}} =$$

$$= \frac{60}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{10 \cdot m \cdot p}{4}} \cdot \frac{u_2}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{c_{m2}}{\sqrt{H}}} = 53,5 \sqrt{m \cdot p} \frac{u_2 \sqrt{c_{m2}}}{H^{3/4}}$$

ossia la caratteristica  $n_s$  in funzione delle velocità  $u_2$  e  $c_{m2}$ .

Sostituendo in questa ad  $u_2$  il valore che si ricava dalla seconda relazione di *Moody* (10) in funzione di  $c_{m2}$ , supposto conosciuto il rapporto  $r$ , si potrebbe calcolare direttamente la  $c_{m2}$  corrispondente ad una data  $n_s$  ricavando infine la  $u_2$  effettiva.

Intanto per le relazioni precedenti si ha:

$$\frac{c_{m2}}{u_2} = \frac{4}{m \cdot p \cdot \pi} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \frac{Q_1^1 \sqrt{H}}{D_2^2} = \frac{4 \cdot 60}{m \cdot p \cdot \pi^2} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^3 \frac{Q_1^1}{n_1^1} =$$

$$= \frac{24,3}{m \cdot p} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^3 \frac{Q_1^1}{n_1^1}$$

tenendo presente che come la  $Q_1^1$  anche la  $c_{m2}$  si riferisce alla portata massima. Volendo quindi applicare al rapporto  $\frac{Q_1^1}{n_1^1}$  la relazione di *Moody* riferentesi al massimo rendimento si dovrà tener calcolo del rapporto  $\frac{Q_e}{Q_{\max}} = q$  supposto conosciuto tra la

portata di massimo rendimento e la portata massima della turbina, per cui si avrà:

$$\frac{c_{m2}}{u_2} = r \frac{\sqrt{\frac{f_2 \cdot f_3}{2}}}{f_2 + f_3} = 24,3 \frac{q}{m \cdot p} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^3 \frac{Q_1^1}{n_1^1}$$

dalla quale si ricava:

$$Q_1^1 = \frac{r \cdot m \cdot p}{24,3 \cdot q} x \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3 n_1^1$$

in cui:

$$x = \frac{\sqrt{\frac{f_2 \cdot f_3}{2}}}{f_2 + f_3}$$

Sostituendo questo valore della  $Q_1^1$  nell'espressione  $n_s$  si ottiene:

$$n_s = n_1^1 \sqrt{10 \cdot Q_1^1} = \sqrt{\frac{10}{24,3} \cdot \frac{r \cdot m \cdot p}{q}} x \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^{3/2} n_1^{1/2}$$

ossia:

$$n_1^1 = \frac{n_s^{2/3}}{\left( \frac{r \cdot m \cdot p}{24,3 \cdot q} \right)^{1/3} \left( \frac{1}{x} \right)^{1/3} \frac{D_2}{D_1}} \quad (11)$$

che dà senz'altro il valore della  $n_1^1$  ritenuto più conveniente per una data  $n_s$  e per un dato tipo di ruota.

Applicando questa relazione alla ruota ad elica colle seguenti ipotesi:

$q = 0,85$ ;  $m = 0,88$  corrisp. ad un diam. del mozzo  $0,35 D_2$ ;  
 $r = 0,75$ ;  $p = 1$  trascurando lo spessore delle pale;  
 $D_2 = 1,05 D_1$ ;  
 $f_2 = 0,04$  e  $f_3 = 0,15$  secondo *Moody*, da cui  $x = 0,288$ ,

otteniamo:

$$n_1^1 = \left( \frac{1}{0,288} \right)^{1/3} \frac{1}{1,05} \cdot \frac{n_s^{2/3}}{0,32^{1/3}}$$

e riducendo:

$$n_1^1 = 2,11 n_s^{2/3}$$

Nella seguente tabella sono riportati in funzione di alcune  $n_s$  i valori  $n_1^1$  calcolati come sopra e le corrispondenti  $Q_1^1$ :

$n_s$	400	500	600	800
$n_1^1$	115	133	150	182,5
$Q_1^1$	1210	1410	1600	1920

valori che corrispondono assai bene a quelli della pratica riportati nel diagramma della fig. 64.

Notisi che il coefficiente  $x = \frac{\sqrt{\frac{f_2 \cdot f_3}{2}}}{f_2 + f_3}$  dipende non dal valore assoluto dei coefficienti di perdita  $f_2$  ed  $f_3$  ma dal loro rapporto poichè posto  $f_3 = y \cdot f_2$  risulta:

$$x = \frac{\sqrt{\frac{y \cdot f_2^2}{2}}}{(y+1)f_2} = \frac{\sqrt{\frac{y}{2}}}{y+1}$$

Così nel caso precedente per  $f_3 = 0,15 = 3,75 f_2$  risulta:

$$x = \frac{\sqrt{1,875}}{4,75} = 0,288.$$

Si tratta quindi di una questione relativa ed il valore sopra citato si potrebbe ritenere corrispondente alle migliori condizioni ottenibili di attrito della ruota e di perdita nel diffusore. Detto valore non muterebbe aumentando le perdite nella ruota e nel diffusore nello stesso rapporto e si potrebbe per semplicità ritenere costante.

Nel caso particolare di turbine di serie che possono venire installate in diverse condizioni di impianto se si può ritenere nota e ridotta al minimo la perdita nella ruota si deve però tener presente il caso pratico di un'installazione non sempre perfetta per necessità locali che non permettono un razionale svi-

<sup>(38)</sup> Vedi § 16.

<sup>(39)</sup> Notiamo che la  $c_2$  e la sua componente meridiana  $c_{m2}$  si riferiscono alla velocità fra le pale della ruota, per cui tenendo conto dello spessore delle medesime si potrà calcolare le corrispondenti velocità  $c_1$  e  $c_{m1}$  all'inizio del diffusore in prolungamento della ruota. Nonostante l'assottigliamento delle pale alla loro estremità l'allargamento di sezione risulta brusco per cui l'altezza  $\frac{c_2^2 - c_1^2}{2g}$  è da considerarsi come perdita, tenendo presente che si ha di solito  $\frac{a_2}{a_2 + s} = 0,87 \div 0,95$  quindi  $c_3 = (0,87 \div 0,95) c_2$ .



luppo del diffusore; così nelle turbine doppie lo scarico centrale è quasi sempre causa di diminuzione di rendimento più o meno sentita. Perciò nelle turbine Francis si assumerà prudentemente un rapporto  $y = 5$ , che potrebbe corrispondere per esempio a  $\frac{f_2}{f_1} = \frac{0,30}{0,06}$ . Notiamo tuttavia che la variazione di  $y$  da 3,75 a 5,00 esercita sul calcolo della  $n_1^1$  un'influenza trascurabile poichè questa a parità di altre condizioni riesce aumentata solo del 3 per cento.

Un'influenza maggiore esercita il rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  direttamente proporzionale alla  $n_1^1$ . Si è assunto per la ruota ad elica nell'esempio precedente il valore medio  $\frac{D_2}{D_1} = 1,05$ ; esso in pratica può però ridursi a 1 nelle eliche cilindriche e salire al massimo a 1,10. Nelle Francis veloci si ha sempre  $D_2 > D_1$  ed in generale si hanno per il rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  valori maggiori dipendenti dal profilo e dalla conicità della ruota.

Il profilo della turbina ad elica nella sua semplicità è determinato quanto si conosca il diametro  $D_1$  e l'altezza del distributore  $B_0$ , ed il diametro d'uscita  $D_2$  uguale o poco diverso da  $D_1$  soddisfa senz'altro alla condizione di un buono scarico. Il profilo delle Francis può invece essere oggetto di discussione specialmente per quanto riguarda la forma della corona esterna e la sua conicità. Infatti per quanto si possa ritenere all'entrata  $D_1$  libero dagli antichi vincoli che fissavano un limite alla velocità periferica  $u_1$ , è evidente che le ragioni che consigliano di non eccedere nell'aumento di  $D_2$  all'uscita valgono anche per il diametro d'entrata  $D_1$  tanto più nelle Francis in cui la presenza della corona esterna dà luogo ad una sensibile perdita per attrito, essendo percorsa all'interno dalla velocità relativa come le pale ed all'esterno dalla velocità periferica colla quale essa si muove nell'acqua ambiente. Nella turbina ad elica invece la corona esterna mobile è sostituita dalla parete fissa cilindrica o conica che circonda la ruota ed è percorsa quindi dalla velocità assoluta assai inferiore e su una sola faccia. Si spiega così la tendenza, pur trascurando la questione economica, di ridurre per quanto possibile il diametro  $D_1$  dopo aver fissato  $D_2$  in base al criterio della minima perdita allo scarico, ossia di diminuire per quanto possibile il rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$ . La corona esterna della ruota riuscirà perciò conica e più che il rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  è l'angolo  $\delta$  formato dalla sua generatrice coll'asse (fig. 41) che può dare un criterio sulla opportunità di una più o meno grande diminuzione di  $D_1$ .

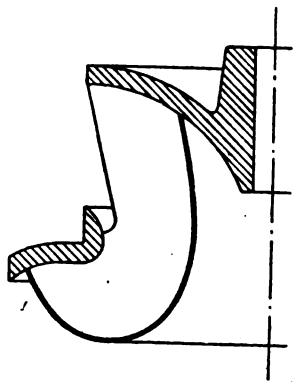


Fig. 44. — Ruota allargata a quattro pale (Kaplan - 1912).

Citiamo come curiosità il profilo di una ruota di prova costruita dal Kaplan nel 1912 (fig. 44) prima probabilmente di pensare alla ruota ad elica, in cui  $\delta = 90^\circ$  circa e che sperimentata con cattivo risultato, malgrado essa fosse il risultato dell'applicazione della teoria a due dimensioni <sup>(40)</sup>, non ebbe seguito. Evidentemente l'acqua non può seguire la corona esterna nella rapida svolta e si distacca dando luogo a vortici ed a perdita di rendimento. Quest'esempio rappresenta un eccesso mentre più sovente furono usati angoli  $\delta$  minori intorno ai  $45^\circ$ , ma anche questi furono presto abbandonati perchè si riconobbe dalle corrosioni la tendenza della vena di staccarsi dalla parete. Nelle costruzioni moderne si trova l'angolo  $\delta = 30^\circ$  come massimo,

ridotto spesso a  $20^\circ$  specialmente nelle costruzioni americane che sempre si sono distinte per un piccolo angolo.

Nei tipi di serie riportati come esempio è stato scelto per le turbine veloci come massimo l'angolo  $\delta = 25^\circ$  e dai tracciati delle ruote (fig. 68) risulta il rapporto  $\frac{D_2}{D_1} = 1,12$ .

Si ha quindi per le Francis, supposto:

$$q = 0,80; m = 1,00; r = 0,70; p = 0,88;$$

$$y = 5 \quad \text{da cui} \quad x = 0,264; D_2 = 1,12 D_1$$

$$n_1^1 = \left( \frac{1}{0,264} \right)^{1/3} \cdot \frac{1}{1,12} \cdot \frac{n_2^{2/3}}{0,317^{1/3}}$$

e riducendo:  $n_1^1 = 2,04 \cdot n_2^{2/3}$  mediante la quale si calcola la tabella:

$n_2 = 200$	300	400	500
$n_1^1 = 70$	91	111	129
$Q_1^1 = 815$	1090	1300	1500

i cui valori corrispondono molto da vicino alla serie americana riportata nel diagramma della fig. 63.

Trascurando invece lo spessore delle pale, ossia per  $p = 1$ , si otterrebbe  $n_1^1 = 1,96 \cdot n_2^{2/3}$  ed i valori calcolati cadono ancora nel campo delle esecuzioni pratiche.

In conclusione partendo dalla relazione che stabilisce le condizioni allo scarico per il massimo rendimento si giunge al calcolo della  $Q_1^1$  e della  $n_1^1$  che determinano il diametro  $D_1$  d'entrata in base al rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  dedotto dal profilo della ruota.

Con analogo criterio del Moody di rendere minima la somma delle perdite nella ruota e nel diffusore

$$f_1 \frac{w_{2m}^2}{2g} + f_2 \frac{c_{2m}^2}{2g}$$

riferite alle velocità medie  $w_{2m}$  e  $c_{2m}$  a totale portata, l'Ahlfors <sup>(41)</sup> deduce per il calcolo diretto del diametro  $D_2$  di scarico, nell'ipotesi  $\alpha_2 = 90^\circ$ , la formula seguente:

$$D_2 = \chi \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} \quad (12)$$

in cui  $\chi = 3,24 \sqrt[3]{\frac{s}{m \cdot r} \sqrt{1 + \frac{f_2}{f_1}}}$  essendo  $s = \frac{c_{2m}}{c_1}$

il rapporto tra la velocità media di scarico e quella corrispondente al filetto più esterno, trascurato negli esempi precedenti supponendo  $s = 1$  ossia la velocità  $c_2$  uniformi. L'Ahlfors applica questa espressione per i diversi tipi di turbina con  $n_2 = 200 \div 600$  ponendo:

$$s = 1,1; r = 0,80 \div 0,65; m = 1 \text{ (0,9 per l'elica)};$$

$$f_1 = 0,5 \div 0,3; f_2 = 0,08;$$

ottenendo in generale il valore costante  $\chi = 5$ . Però secondo lo stesso Ahlfors alle esecuzioni pratiche si adatta meglio il coefficiente 4,4 per cui egli propone la variante  $D_2 = 4,4 \sqrt[3]{\frac{Q}{n}}$  in considerazione anche della ragione economica.

Questa espressione può essere generalizzata riferendola come al solito alla  $Q_1^1$  ed  $n_1^1$  e quindi alla  $n_2$  in base ad un rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  che si ritiene noto. Risulta nello stesso tempo che anche il coefficiente 5 con un conveniente rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  dà dei valori di  $n_1^1$  corrispondenti alla pratica. Si ha infatti:

$$\frac{Q}{n} = \frac{Q_1^1}{n_1^1} = \frac{Q_1^1 \cdot D_1^3}{n_1^1 \cdot D_1^3} = D_1^3 \frac{Q_1^1}{n_1^1}$$

per cui:

$$D_2 = \chi \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} = \chi \sqrt[3]{D_1^3 \frac{Q_1^1}{n_1^1}}$$

ossia:

$$Q_1^1 = \frac{1}{\chi^3} n_1^1 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3$$

<sup>(40)</sup> KAPLAN: Die zweidimensionale Turbinentheorie... - Z. f. d. ges. Turbw., 1912, pag. 533.

<sup>(41)</sup> AHLFORS: Beitrag zum Entwurf des Laufrades einer Francis-turbine - Z. V. d. I., 1926, pag. 85.

D'altra parte

$$n_s = n_1^1 \sqrt{10 \cdot Q_1^1}$$

per cui:

$$Q_1^1 = \frac{1}{\chi^3} n_1^1 \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^3 = \frac{n_s^3}{10 \cdot n_1^{1,3}}$$

ossia:

$$n_1^1 = \sqrt[3]{\frac{1}{10} \chi \frac{D_1}{D_2} n_s^{2/3}} = \frac{\chi}{2,15} \cdot \frac{D_1}{D_2} n_s^{2/3}.$$

Posto quindi  $\chi = 5$  e  $\frac{D_2}{D_1} = 1,10 \div 1,15$  si ha:

$$n_1^1 = (2,11 \div 2,02) n_s^{2/3}$$

tratto di raccordo tra lo scarico della ruota e l'inizio del vero diffusore e risulta quindi  $D_2 > D_1$ . Nelle turbine ad asse orizzontale invece la ruota è separata dal diffusore da un gomito o da una camera centrale, per le turbine doppie, in cui la corrente deve deviare di  $90^\circ$  e che devono essere studiati in modo da portare il minimo turbamento possibile nel parallelismo dei filetti. Si cerca ad ogni modo di tenerne la sezione la più grande possibile per ridurre l'importanza delle perdite che ne derivano ed a questo scopo si ritiene preferibile concentrare l'allargamento della sezione di scarico all'uscita della ruota prolungando per un certo tratto del tubo di scarico la conicità della corona della ruota. Questo allargamento è ammissibile anche teoricamente in considerazione della componente tangenziale che la velocità assoluta di scarico di solito possiede e che assicura l'adesione della corrente alla parete.

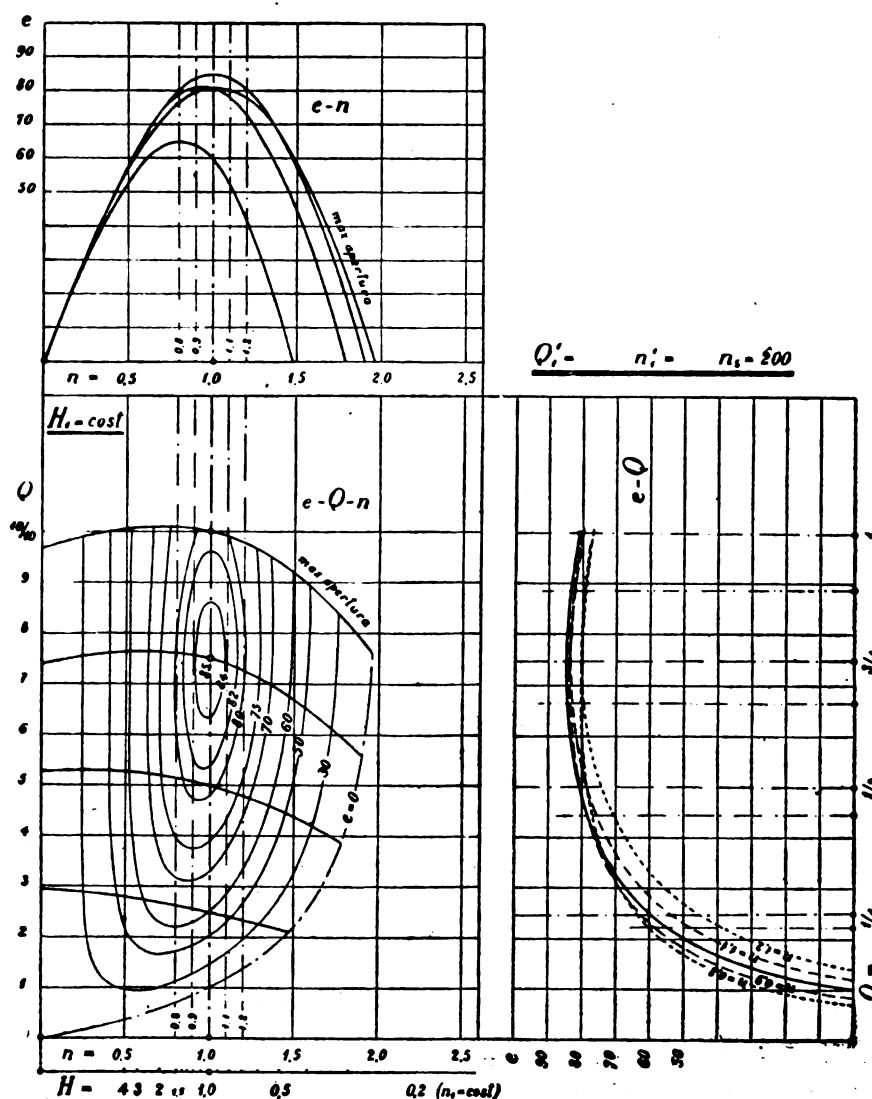


Fig. 45. — Diagramma generale a caduta costante di turbina lenta ( $n_s = 200$ ).

cioè valori assai prossimi a quelli trovati col metodo di Moody e corrispondenti molto bene alle esecuzioni pratiche per le  $n_s > 400$ .

Per le  $n_s < 400$  ossia nel campo delle Francis si adatta meglio il coefficiente ridotto  $\chi = 4,4$  e risulta appunto dal diagramma della fig. 64 che i valori corrispondenti al rapporto medio  $\frac{D_2}{D_1} = 1,125$  ossia a  $n_1^1 = \frac{4,4}{2,15 \cdot 1,125} n_s^{2/3} = 1,82 \cdot n_s^{2/3}$  costituiscono appunto il limite inferiore delle più notevoli applicazioni pratiche.

## 20. - Diametro del diffusore ed altezza del distributore.

Il diffusore dovrebbe avere inizio subito allo scarico della ruota e le due sezioni dovrebbero essere equivalenti. Questo avviene nelle turbine ad elica di solito ad asse verticale in cui si ha  $D_2 = D_3$ , essendo  $D_3$  il diametro del diffusore all'inizio. Invece nelle turbine veloci Francis la corona esterna è più o meno svasata allo scopo di ottenere una grande sezione di scarico col minimo diametro  $D_1$ , per cui si rende spesso necessario un

Si deduce quindi che mentre il diametro  $D_2$  di scarico è legato a quello di entrata  $D_1$  dal profilo della ruota, il diametro  $D_3$  del tubo di scarico ha una maggiore elasticità e può essere stabilito con un certo criterio in rapporto diretto colla portata specifica  $Q_1^1$ , ossia colla caratteristica  $n_s$ , in modo analogo come si potrebbe fare per l'altezza del distributore  $B_0$  indipendentemente dal tipo di ruota. D'altra parte come dato di massima più che il dettaglio della ruota può interessare appunto il diametro del tubo di scarico che dà un riferimento per valutare le altre dimensioni del diffusore. Quindi fra le principali dimensioni atte ad individuare praticamente un dato tipo di turbina indicheremo appunto la  $D_3$ , trascurando la  $D_2$  che risulta invece dal tracciato della ruota.

Dato il triangolo d'uscita e fissata la velocità specifica  $n_1^1$  in base ad un certo rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$ , anche il triangolo d'entrata riesce in massima determinato. Si ha senz'altro la velocità periferica

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \frac{\pi D_1 n_1^1 \sqrt{H}}{D_1 60} = n_1^1 \sqrt{\frac{H}{19,1}}$$

mentre dall'equazione fondamentale si ricava la componente tangenziale  $c_{u1}$ , essendo  $c_{u1} \cdot u_1 = g \cdot \epsilon H + c_{u2} \cdot u_2$  in base ad un probabile rendimento idraulico  $\epsilon$  fissato a priori o che si può dedurre dai risultati pratici di costruzioni analoghe. L'equazione fondamentale sarà soddisfatta da qualsiasi triangolo d'entrata il cui vertice opposto alla  $u_1$  si trovi sulla verticale individuata dalla  $c_{u1}$ . Si ha cioè libera scelta nella componente meridiana  $c_{m1}$ , la quale verrà ad individuare tutti gli elementi del triangolo e quindi la velocità assoluta  $c_1$  e gli angoli  $\alpha_1$  e  $\beta_1$ .

Nella turbina ad elica la velocità  $c_{m1}$  è senz'altro determinata dipendendo essa esclusivamente dal diametro  $D_1$  tenuto

Quando esiste un interstizio tra ruota e distributore vien fissato dapprima  $B_0$ , ossia la  $c_{m0}$  in base a considerazioni pratiche, ricavando poi dal profilo della ruota le  $c_{m1}$  corrispondenti alle singole turbine elementari in cui si suppone divisa la turbina calcolata.

Completando così il triangolo od i triangoli d'entrata in base all'equazione di Eulero si ottiene la velocità assoluta d'entrata  $c_1$ , che equivale alla  $c_0$  del distributore se non esiste interstizio od in caso contrario è a questa legata per mezzo della relazione  $c_u \cdot r = \text{cost.}$  Si hanno così gli elementi per calcolare anche l'apertura del distributore.

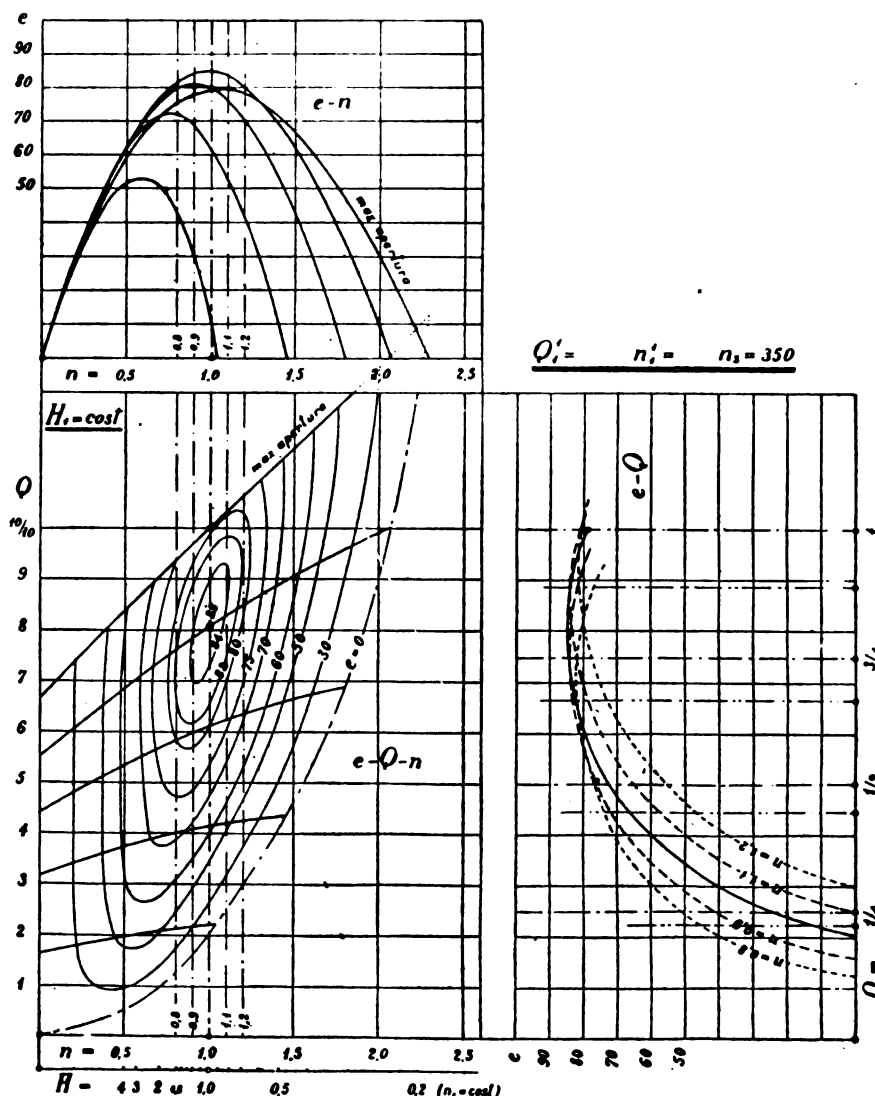


Fig. 46. — Diagramma generale a caduta costante di turbina veloce ( $n_s = 350$ ).

conto dell'ingombro del mozzo. La velocità  $c_{m1}$  all'ingresso della ruota non è però da confondere con la  $c_{m0}$  all'uscita dal distributore, che può essere assai minore. Solo nelle ruote con piccola  $n_s$ , nelle quali l'interstizio fra ruota e distributore è piccolo, si può supporre per semplicità  $c_{m1} = c_{m0} = \frac{Q}{\pi D_1 B_0}$  dalla quale risulta che appunto dalla scelta della  $c_{m1}$  dipende l'altezza del distributore  $B_0$ . Costruttivamente è questo un dato molto importante, molto più dell'angolo o dell'apertura delle pale che sono facilmente registrabili <sup>(42)</sup>.

Iraulicamente interesserebbe stabilire la  $c_{m1}$  in modo di avere le minime perdite, condizione questa evidentemente soddisfatta riducendone per quanto possibile il valore ossia aumentando l'altezza del distributore  $B_0$  nei limiti concessi dalla regolarità del profilo della ruota e da considerazioni costruttive.

<sup>(42)</sup> Una volta il punto di partenza del calcolo era il grado di reazione ossia il rapporto  $\frac{\epsilon H - \frac{c_1^2}{2g}}{H}$  che esprime la frazione di caduta disponibile nel distributore sotto forma di energia potenziale. Questo concetto non ha più ora in sé alcuna importanza se non per ricordare che un grande valore della velocità assoluta  $c_1$  può dar luogo ad una troppo forte diminuzione di pressione all'ingresso della ruota in modo da faci-

## CAP. VI.

### DIAGRAMMI DI FUNZIONAMENTO DELLE TURBINE.

#### 21. - Funzionamento in condizioni anormali - Esperienze.

La costruzione delle turbine in serie, cioè in un determinato numero di tipi e di diametri, presuppone necessariamente il funzionamento di ogni modello in condizioni che potranno essere anche alquanto diverse da quelle di massimo rendimento per le quali il modello stesso fu calcolato. Altre variazioni di portata, di caduta e di velocità sono sempre da prevedere anche nel funzionamento pratico dell'impianto, per cui nel progetto della serie non ha maggiore importanza lo studio dei tipi di massimo rendimento che la considerazione del loro comportamento in condizioni anormali.

Riferendo come al solito i dati di funzionamento alla ca-

litare la formazione dei vortici e delle corrosioni. Per questo motivo furono abbandonate le turbine limiti e non sono consigliabili le turbine con caratteristica  $n_s$  troppo bassa, che in corrispondenza ad una piccola  $u_1$  hanno una grande  $c_{u1}$ . La reazione nulla si avrebbe per  $\epsilon H = \frac{c_1^2}{2g}$  ossia per  $c_1 = \sqrt{2g \cdot \epsilon H}$ , vale a dire per  $c_1 = 0,92\sqrt{2gH}$  supposto  $\epsilon = 0,85$ .

duta costante di 1 m le variabili si riducono alle due sole  $Q_1$  ed  $n_1$  e le considerazioni riescono semplificate. Analogamente potrà essere messo in evidenza l'effetto della variazione della caduta riferendosi alla velocità di massimo rendimento supposta costante.

Nelle turbine Francis con distributore a pale mobili la portata è facilmente regolabile a qualsiasi grado di parzializzazione, così pure la velocità è regolabile proporzionando il carico alla potenza dalla turbina sviluppata. Però per una data turbina variando la portata od il numero dei giri varia il rendimento, che ha un massimo per una determinata velocità  $n_1$  ed una determinata portata  $Q_1$  ma scende più o meno rapidamente per ogni

a quella idraulica  $L_i = Q \gamma \cdot H$  assorbita in kgm/sec e cioè:

$$e = \frac{L_m}{L_i} = \frac{P \cdot l \cdot n}{9,55 \cdot Q \cdot H},$$

in cui  $l$  è il braccio del freno in m,  $P$  il peso sollevato in kg,  $n$  il numero di giri al minuto e  $Q$  la portata in litri al sec, supposto il peso specifico  $\gamma = 1$ . Poichè la portata  $Q$  e la velocità  $n$  dipendono dalla caduta se ne elimina l'influenza riducendo detti valori ad una stessa caduta costante, che può essere la caduta media durante le esperienze o più semplicemente la caduta unitaria come si usa per il calcolo delle turbine.

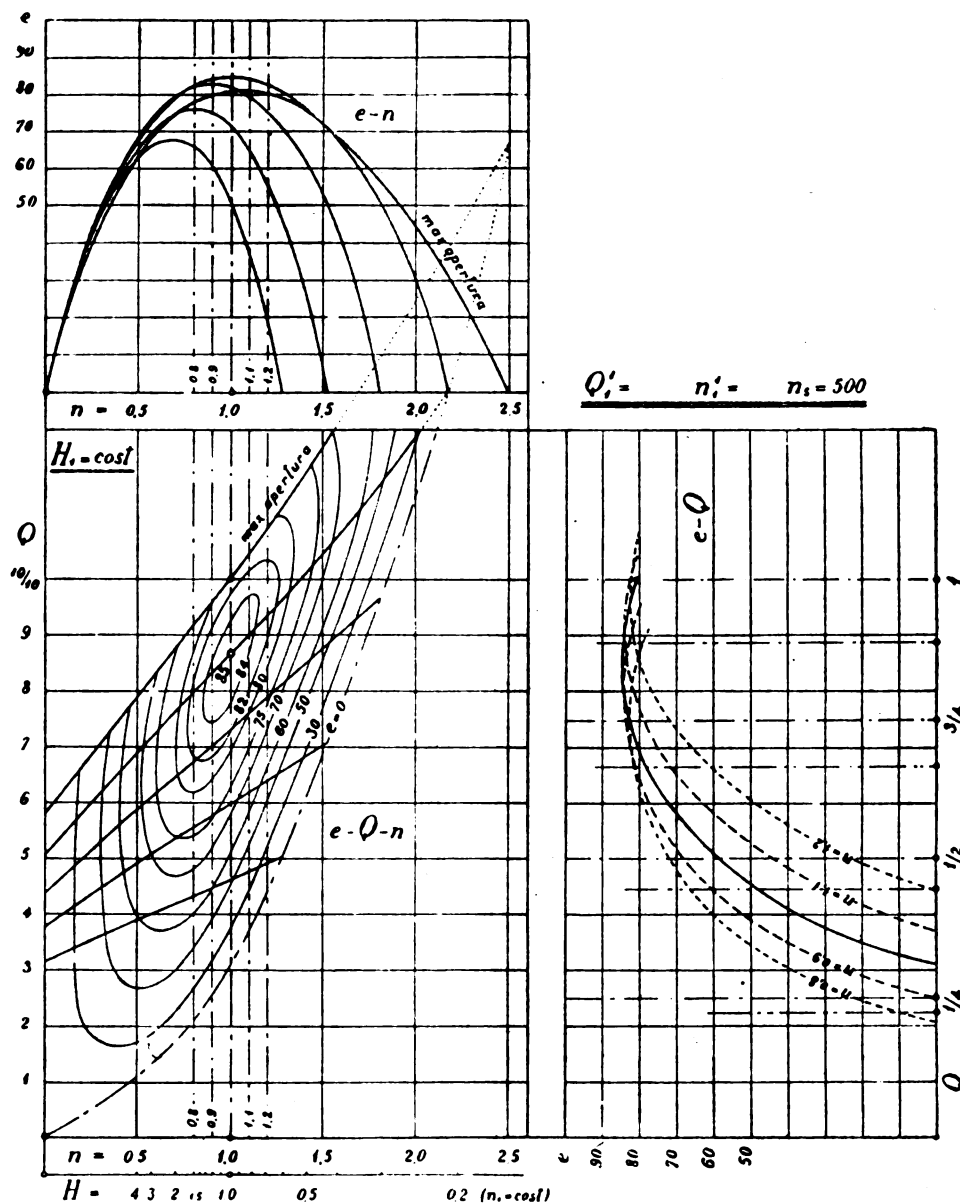


Fig. 47. — Diagramma generale a caduta costante di turbina veloce ( $n_s = 500$ ).

altra condizione. Sul comportamento delle turbine a portata ed a velocità diverse dalla normale la teoria è alquanto incerta e solo le esperienze negli appositi impianti di prova possono dare elementi per comporre il quadro generale di cui teoricamente in base ad un rendimento ipotetico è fissato solo un punto cioè quello di rendimento massimo. Questo quadro può essere costituito da un diagramma a tre dimensioni  $e - Q - n$  riferite alla caduta costante, avente per ascisse le velocità  $n_1$ , per ordinate le portate  $Q_1$  e per altezze i rendimenti effettivi  $e$  individuati mediante linee di livello (fig. 45, 46, 47).

Questi valori si deducono sperimentalmente per ogni punto mediante la misura contemporanea della caduta  $H$ , della portata  $Q$ , della velocità  $n$  e del momento sviluppato  $M = P \cdot l$  sull'albero della turbina. Il rendimento è rappresentato dal rapporto della potenza meccanica frenata

$$L_m = \frac{P \cdot 2 \pi l \cdot n}{60} = \frac{P \cdot l \cdot n}{9,55}$$

Per l'uso pratico del diagramma può tornar comodo eliminare anche l'influenza del diametro  $D$  della ruota riferendo il diagramma alla portata ed alla velocità specifiche (1):

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H \cdot D^3}} \quad n_1 = \frac{n \cdot D}{\sqrt{H}}$$

In pratica si procede fissando un certo numero di aperture del distributore e per ciascuna apertura sperimentando a diverse velocità partendo dalla massima a freno libero, detta velocità di fuga, e stringendo sempre più il freno fino a che bloccandosi la turbina si arresta. Il peso sollevato va gradatamente aumentando fino al massimo a freno bloccato mentre la potenza frenata in corrispondenza alla velocità continuamente decrescente va crescendo fino ad un massimo per poi decrescere fino a zero a turbina ferma.

Anche i rendimenti variano in modo analogo e messi sotto forma di diagramma in funzione della velocità danno luogo ad



una serie di curve di rendimento  $e - n$  ad apertura costante di forma parabolica il cui massimo corrisponde ad una velocità metà circa della velocità massima di fuga (fig. 45, 46, 47). E' da notare però che queste curve di riferiscono all'apertura costante che specialmente nelle turbine veloci è cosa ben diversa dalla portata costante. Nelle turbine ad azione, nelle Pelton in particolare, il getto arriva alla ruota in un ambiente alla pressione atmosferica, per cui si hanno due conseguenze cioè la portata è direttamente proporzionale alla sezione del distributore ed è indipendente dalla velocità della ruota. Nelle turbine a reazione invece la ruota è costituita da un condotto mobile direttamente collegato al distributore e soggetto a variazioni di pressione dipendenti dall'apertura del distributore e dalla velocità della ruota, per cui si hanno le conseguenze opposte cioè la portata non è proporzionale all'apertura ed è influenzata dalla velocità della ruota. Essa può variare nello stesso senso od in senso opposto della velocità secondo il tipo della ruota e solo come caso particolare può darsi che la portata si mantenga quasi costante col variare della velocità.

## 22. - Dipendenza delle curve di portata ad apertura costante dalla velocità periferica all'uscita $u_2$ .

Nelle turbine a distributore regolabile i rendimenti ad apertura costante non hanno interesse diretto ed allo scopo del diagramma devono essere riferiti alla portata corrispondente valendosi delle curve delle portate  $Q - n$  a caduta costante in funzione della velocità per le diverse aperture sperimentate. Queste curve sono molto interessanti teoricamente perchè il loro andamento è strettamente legato al tipo di turbina ed ha una influenza preponderante sulla variazione del rendimento. Succede infatti che aumentando il numero dei giri  $n$ , in una turbina lenta la portata  $Q$ , tende a diminuire (fig. 45) mentre questa tendenza è minore in una turbina di caratteristica  $n_s$  maggiore. Per le turbine veloci la tendenza si inverte ossia coll'aumentare della velocità  $n$ , la portata va aumentando sempre più marcatamente quanto più elevata è la  $n_s$  (fig. 46, 47).

Questa variazione della portata era ritenuta in relazione colla forma della ruota in quanto che si ha una diminuzione col crescere della velocità nelle ruote Francis propriamente dette di tipo centripeto, ossia con un diametro medio d'uscita minore di quello d'entrata, mentre si ha un aumento con quelle allargate con tendenza centrifuga. Se ne deduceva che nelle turbine assiali la portata dovrebbe essere costante e questo si verificava appunto nelle antiche Jonval. Succede invece nell'e moderne turbine veloci ad elica, anche in quelle perfettamente assiali, che la portata vada rapidamente aumentando colla velocità e questo è appunto uno dei principali pregi, per quanto impreveduto, che le rende particolarmente adatte per gli impianti a bassa caduta, dimostrando nello stesso tempo che la forma centrifuga non è condizione necessaria a questo scopo.

In una recente ed assai interessante pubblicazione <sup>(43)</sup> il Prof. Pràsil esponendo una serie di diagrammi a tre dimensioni  $e - Q - n$  di turbine di diversi tipi fra le  $n_s$  112 e 817, tutte di costruzione svizzera, e notando come in generale l'interstizio fra ruota e distributore aumenti colla caratteristica  $n_s$ , mette in relazione la grandezza di questo interstizio (Spalraum) colla forma delle curve  $Q - n$  di apertura costante, non senza rilevare però qualche eccezione. Egli cerca di spiegare la tipica forma ascendente di questa curva nelle ruote assiali coll'influenza della diminuita azione centrifuga sulla pressione nell'interstizio tra ruota e distributore per cui la portata aumenta coi giri, mentre ciò non avverrebbe se, restando invariata la trasmissione di energia, la pala della ruota fosse prolungata fino al distributore (prolungamento neutrale). Il Pràsil non esclude l'influenza della variazione della forma delle correnti nella ruota a giri diversi e quella del tipo del tubo aspirante e conclude che il problema richiede ancora uno studio teorico basato su ulteriori esperienze.

Senza respingere l'interpretazione del fenomeno data dall'illustre Prof. Pràsil lo scrivente crede di poter dare un'altra spiegazione più esauriente basata su un punto di vista teorico nuovo per le turbine e che permette di seguirne da vicino il funzionamento apparentemente complicato. Dimostreremo che la variazione di portata ad apertura costante e giri variabili è dovuta essenzialmente alla velocità periferica  $u_2$  all'uscita ed è

indipendente dal rapporto  $\frac{u_1}{u_2}$  ossia dalla forma della ruota.

(Continua).

<sup>(43)</sup> PRASIL: Hydrodynamische Darstellungen der E. T. H. an der I. A. B. W. in Basel 1926 — Schweiz. Bauztg., 18 settembre 1926.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulla marcatura delle lampade.

Riceviamo:

*Mi permetta, come vecchio illuminatore, di interloquire sulla « marcatura » delle lampade.*

*Veramente mi sembrava che dopo quanto ha scritto l'egregio Prof. Bordoni nel n. 12 de L'Elettrotecnica e dopo l'enunciazione sintetica contenuta nelle note di redazione di quel numero, del concetto lapalissiano che le lampade sono acquistate perchè illuminino e che quindi il consumatore ha il diritto e la necessità di sapere quanto esse illuminano, l'argomento poteva ritenersi esaurito.*

*Ma l'egregio Ing. Clerici lo riapre nel n. 14, per sostenere come tecnico costruttore l'opportunità di un primo passo nella marcatura razionale delle lampade, coll'indicare i volt e i watt e tralasciare la potenza luminosa.*

*A me pare che questo primo passo così concepito possa — certamente contro l'intenzione di chi propone — favorire l'equivoco e la possibilità di abuso della buona fede del compratore ignaro, da parte di rivenditori poco scrupolosi.*

*Il compratore recandosi da un rivenditore per acquistare una lampada che gli dia una certa quantità di illuminazione, dovrebbe essere obbligato a ricevere una lampada che consumi una certa potenza ad una data tensione, anche se questa lampada non gli dà la luce che egli desidera; anche una lampada che, spingendo la supposizione al limite, non gli dia alcuna luce, purchè il voltmetro ed il wattometro dimostrino che essa risponde alla « marcatura ».*

*Non c'è un po' dell'iniquo, in questo?*

*Nè si può dire che a ciò ovierebbe il diritto del cliente di esaminare le tabelle del costruttore, perchè il rivenditore non avrà nè il tempo nè la volontà di esporre all'acquirente siffatti dati, nè — generalmente — il cliente avrà la competenza necessaria per vagliarli.*

*Il voler caratterizzare una lampada, per una data tensione, col solo indizio del consumo, è un po' come voler vendere della merce imballata esponendo solamente il peso lordo. Nessuno vorrebbe comprare una cassetta di burro del peso lordo di un chilogrammo, pagando per un chilogrammo di burro quando la cassetta potesse contenere p. es. 100 gr. di burro e 900 gr. di imballaggio o di sassi.*

*La difficoltà di apprezzare i lumen non mi sembra così grave. Come ben dice l'Ing. Clerici, il pubblico è assai più ragionevole di quanto lo si voglia far sembrare: e quando con un po' di sana propaganda gli si farà capire che 10 lumen equivalgono circa (lo sò, molto circa) ad una candela, farà presto a chiedere la lampada da 500 lumen quando vorrà la lampada che ora chiama da 50 candele.*

*In qualunque contrattazione si esprime quello che è reso: un motore da 10 kW rende al suo albero o alla sua puleggia 10 kW e nessun costruttore domanda di definire la potenza del motore dai kW che questo assorbe; una pompa si acquista perchè fornisca una certa portata con una certa prevalenza e nessuno si accontenterebbe di acquistare una pompa conoscendo solamente la prevalenza per la quale può servire ed i kW che richiede alla sua puleggia. E così via.*

*Per concludere, se veramente sembra difficile la marcatura in volt, lumen e watt, si sopprima quella dei watt e provvisoriamente si marchino i volt ed i lumen e si avverta che dieci lumen corrispondono circa ad una candela.*

*Il primo passo, così fatto, soddisferà il compratore certo più di quello col quale gli si vuol celare la potenza luminosa, che è appunto quella di cui egli ha bisogno, mentre il consumo è un dato importante sì, ma relativamente secondario, che il cliente può domandare al venditore, ma che non gli è indispensabile per poterci vedere a leggere od a lavorare.*

Con osservanza:

Ing. EMILIO PIAZZOLI.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

## :: Sunti e Sommari ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

P. W. PEEK — **Parafulmini.** (J. A. I. E. E., dicembre 1926, pag. 1246).

L'A. si è dovuto occupare in particolare dei sistemi di protezione contro le scariche atmosferiche per i grandi serbatoi di combustibili liquidi, e ne ha tratto considerazioni di indole generale intorno alla protezione di edifici.

I grandi serbatoi di combustibili liquidi, che hanno spesso diametri di oltre 150 metri e altezze di 10 metri sono costruiti in generale in cemento armato e sono rivestiti superiormente in legno, talvolta con sovrapposizione di feltro o altro materiale per ripararli dai diretti raggi solari e impedire l'evaporazione. Possono avvenire in certe condizioni, delle scariche elettriche fra le diverse parti del serbatoio, capaci di incendiare l'atmosfera infiammabilissima dell'interno.

Tali scintille possono avvenire o per scariche atmosferiche che colpiscono direttamente i serbatoi, o per effetto di induzione elettrostatica o per induzione elettromagnetica; quest'ultimo caso è il meno frequente.

Lo studio dei fenomeni relativi alle scariche atmosferiche dirette, fu eseguito sperimentando su modelli con tensioni prodotte artificialmente. Le esperienze dimostrarono che le scariche o colpivano il parafulmine oppure qualche punto all'intorno, restando però una zona immune intorno al parafulmine su un diametro eguale circa a quattro volte l'altezza di questo.

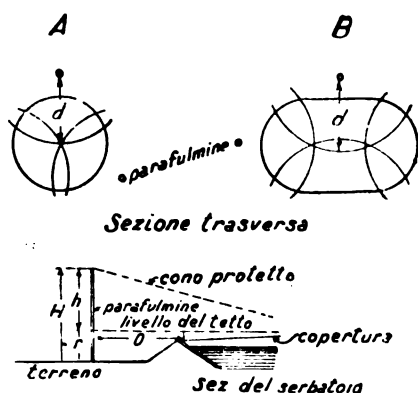


Fig. 1.

$r$  = elevazione del punto più alto del tetto  
 $h$  = altezza del parafulmine oltre il vertice del tetto  
 $H$  = altezza totale del parafulmine  
 $D$  = distanza del parafulmine dalla parete del serbatoio  
 $d$  = diametro dell'area protetta.

Disponendo parecchi parafulmini distanziati si può proteggere efficacemente una zona compresa in mezzo ad essi. La figura 1 B dimostra come possa in tal modo essere protetto un grande serbatoio ovale.

Gli altri sistemi di protezione, come quelli con una raggiera di parafulmini o una rete di conduttori posti sul tetto del serbatoio, si sono dimostrati meno efficaci perchè con essi è difficile impedire che si verifichino scariche laterali contro il tetto del serbatoio stesso.

Dalle esperienze è risultato evidente che soltanto un serbatoio completamente metallico offre completa protezione sia per le scariche dirette che per le tensioni indotte, purchè tutte le parti metalliche siano in buon contatto fra loro.

Se non sono presenti gas infiammabili, basta provvedere alla protezione contro le scariche dirette, ciò che si può fare disponendo dei parafulmini all'intorno. Per un serbatoio rotondo possono bastare tre parafulmini. E' buona regola disporli lontani dal serbatoio almeno quanto è la loro lunghezza, mentre nessun punto del serbatoio deve essere lontano da almeno un parafulmine più di quattro volte la sua altezza.

I parafulmini devono essere messi a terra immediatamente alla loro base. Se le condizioni del suolo sono cattive l'A. consiglia di connettere fra loro le terre dei parafulmini e quelle del serbatoio.

Le figure 2 A e B riproducono le esperienze di scariche con modelli di serbatoio senza protezione e con parafulmini.

Quando sono presenti gas infiammabili bisogna eliminare anche il pericolo delle scariche per tensioni indotte. La protezione migliore è quella di una sottile copertura metallica continua ben messa a terra; un grado minore di protezione è offerto dalle reti metalliche, tanto meno efficaci quanto meno fitte. Le esperienze hanno dimostrato che le reti metalliche possono essere disposte direttamente appoggiate sul

tetto del serbatoio; tutte le parti metalliche vicine alla rete debbono essere connesse metallicamente con essa.

La figura 3 rappresenta i circuiti usati per le esperienze. Il dispositivo di fig. 3 (a) dà una scarica a 60 periodi; la fig. 3 (b) riproduce gli effetti di una scarica di una nube lontana; la fig. 3 (c) riproduce l'effetto che una nube che si scarica contro un'altra e poi contro terra.

Furono eseguite prove anche con tensioni fino a 350.000 V corrente continua, con nubi tanto positive che negative. Per ogni dispositivo furono eseguite da 50 a parecchie centinaia di scariche.

Le esperienze diedero alcuni risultati notevoli.

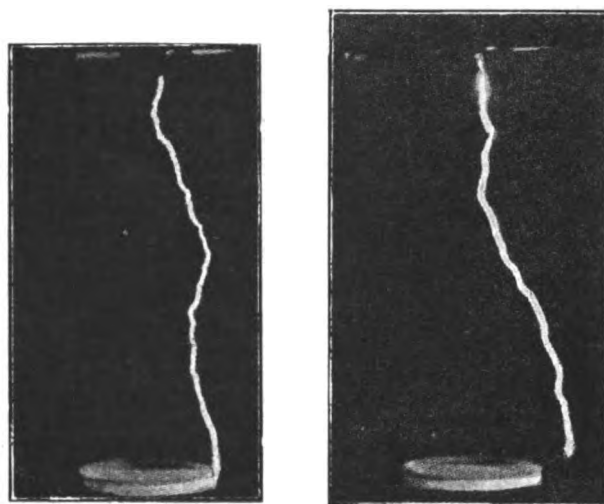


Fig. 2 A e B. — Esperienze con fulmini artificiali su serbatoi.

A senza parafulmini

B con parafulmini

Si riconobbe che un serbatoio circolare non è mai colpito dal fulmine quando il suo diametro è inferiore a dieci volte l'altezza.

Un conduttore teso orizzontalmente sopra il serbatoio e collegato a terra, protegge efficacemente dal fulmine una zona sui due lati di esso, pari a quattro volte l'altezza del conduttore dal suolo. Occorre però tenere presente che può essere colpito il filo stesso, nel qual caso possono avvenire scariche laterali contro il tetto del serbatoio, oppure si possono produrre tensioni pericolose per effetto di induzione elettromagnetica.

L'area protetta da ogni parafulmine verticale varia col rapporto fra l'altezza del parafulmine e l'altezza della nube. Però praticamente non è prudente contare su un'area protetta di diametro maggiore di quattro volte l'altezza del parafulmine.

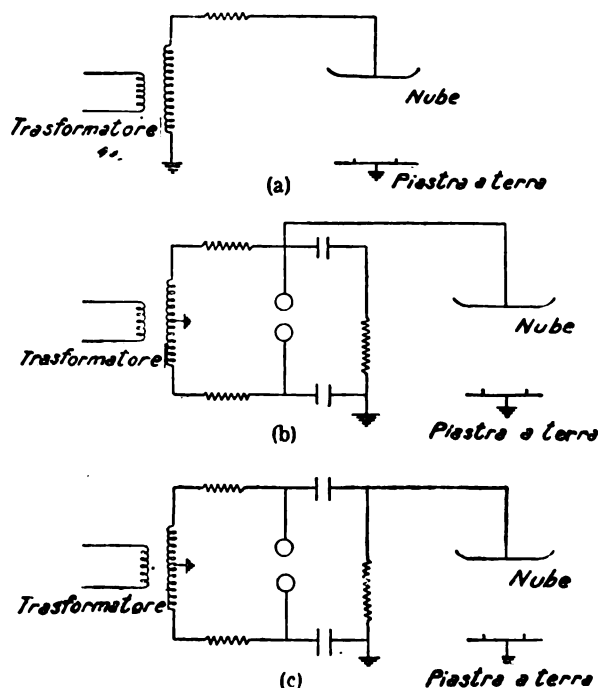


Fig. 3. — Dispositivi per le esperienze con fulmini artificiali.

I corpi parzialmente conduttori, come alberi, pali umidi, ecc., producono gli stessi effetti dei parafulmini; quando però essi sono colpiti danno luogo facilmente a scariche laterali. I corpi secchi non hanno praticamente effetto. Così avviene che vecchi fabbricati restano illesi mentre sono colpiti arbusti più bassi, vicini.

Nell'articolo originale sono riportati molti risultati di esperienze eseguite nelle più diverse condizioni.

R. S. N.

## FISICA GENERALE.

E. V. APPLETON — **Lo strato di Heaviside.** (Wir. 1 W. 5 gennaio 1927, Vol. XX, N. 1, pag. 2).

E' noto che la teoria della diffrazione è incapace a spiegare in modo esauriente il fenomeno della radiocomunicazione a distanza (<sup>1</sup>). E' sorta quindi — confortata in qualche modo dalle esperienze del Thomson sulla conducibilità dell'aria a pressione minima — l'ipotesi dell'esistenza di uno strato conduttore nelle più elevate zone della stratosfera, il quale agirebbe come una superficie riflettente per le onde che lo colpiscono. L'Heaviside ha supposto che tale strato sia conduttore per la presenza di ioni in quantità notevolissima.

La presenza di ioni nell'atmosfera è provata per le quote che si possono raggiungere coi mezzi sperimentali, di cui dispone oggi la Meteorologia; ma è ancora più probabile per le zone più elevate. La emissione da parte della fotosfera solare di raggi catodici (i quali esercitano azione ionizzante, sia direttamente, sia perchè danno luogo a radiazioni penetranti di altissimo potere ionizzatore), e ancora la presenza indubbia di raggi ultravioletti, sono altrettanto argomenti che suffragano la possibilità dello strato di Heaviside.

L'ipotesi dello strato di Heaviside agevola la spiegazione di quella differenza di comportamento delle radiosegnalazioni che si verifica tra il giorno e la notte. E' nota a questo proposito la teoria dell'Eccles (<sup>2</sup>).

Durante il regime notturno è rilevato il fenomeno del « fading » (evanescenza), che consiste in una variazione più o meno rapida di intensità del segnale, a seconda della lunghezza d'onda con cui si opera e anche a seconda dell'istante, in cui si opera. L'ipotesi dello strato di Heaviside fornisce anche in questo caso una interpretazione generica, sebbene il fenomeno stesso segua una legge così complessa, che una teoria esauriente di esso non è ancora formulabile. La interpretazione consiste nel supporre una interferenza tra i raggi di energia, che giungono direttamente alla stazione ricevente dopo aver lambito la superficie terrestre, e quelli che vi giungono invece dopo esser stati riflessi dallo strato di Heaviside (<sup>3</sup>).

Ad ogni modo, indipendentemente da qualunque convenienza o meno dell'ipotesi dello strato riflettente, è desiderabile una prova diretta della sua esistenza. Per provarla si può pensare di dimostrare, che esistono onde, le quali colpiscono obliquamente la superficie terrestre. E' infatti in tal senso, che le prove sperimentali sulla esistenza dello strato di Heaviside sono state fino ad ora tentate.

Se l'energia arriva per mezzo di tali onde, che si propagano in direzione inclinata, è sembrato che, disponendo di un aereo lineare semplice e facendone variare la inclinazione, deve esistere una posizione per la quale l'intensità di ricezione è massima. Tale massimo occorrerebbe quando l'aereo è disposto normalmente alla direzione di propagazione delle onde, di cui si vuole provare la presenza (fig. 1).

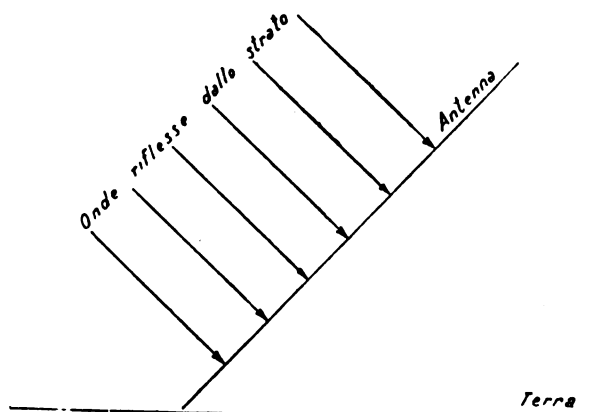


Fig. 1.

Ora dal Barfield che operò seguendo tale ragionamento, fu riscontrato che il massimo si aveva sempre con aereo verticale, il che condusse a concludere che « la prova sperimentale dello strato di Heaviside era ancora una volta fallita » (<sup>4</sup>).

L'errore di questo ragionamento — secondo l'A. — consiste nell'aver dimenticato, che le onde di cui si vuol dimostrare l'esistenza e che colpiscono la terra obliquamente, vengono da questa quasi interamente riflesse. Ne segue che le azioni che tali onde riflesse determinano sull'aereo, componendosi con quelle provocate dalle onde dirette danno luogo ad un effetto che è sempre massimo per l'aereo verticale, qualunque sia l'inclinazione con cui i raggi di energia giungono al suolo (fig. 2).

Un'altro metodo è stato perciò recentemente tentato e con risultati che secondo l'A. non lasciano dubbio alcuno. Se consideriamo un'onda che giunga secondo una direzione che forma con l'orizzonte

un angolo maggiore di zero, e teniamo conto dell'effetto della riflessione, di cui si è detto dianzi, abbiamo che in prossimità del suolo, mentre il campo magnetico dell'onda riflessa si somma con quello dell'onda incidente, i due campi elettrici si compongono ad angolo e il rapporto fra campo magnetico risultante e campo elettrico risultante varia proporzionalmente alla secante dell'angolo di inclinazione. Quindi, se misuriamo con due acconci sistemi il campo magnetico,

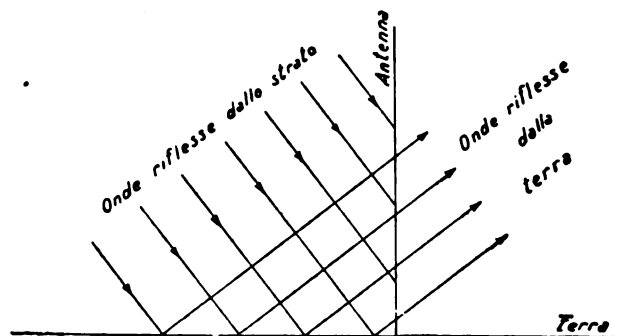


Fig. 2.

ed il campo elettrico avremo, dal loro rapporto, il valore dell'obliquità dell'inclinazione del raggio di energia. Tale esperienza è stata condotta fra Cambridge e Londra e compiuta in modo tale da eliminare, secondo l'A., qualsiasi possibile errore strumentale. Furono trovati valori di obliquità di 70° per la ricezione a Cambridge da Londra, e di 50° per la ricezione da Birmingham. Da tali valori è stata calcolata l'altezza dello strato di Heaviside, che risulta di circa un centinaio di chilometri.

C. Ai.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. HUND — **Determinazione delle frequenze ultra-radio per mezzo di oscillazioni elettriche stazionarie lungo un sistema di fili paralleli.** (Scientific Papers of the Bureau of Standards, N. 491, 23 giugno 1924).

E. TAKAGISHI - S. KAWAZOE — **Discussione sopra un metodo di misura di lunghezze d'onda cortissime e sulla sua applicazione alla taratura di frequenze ultra-radio.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 13, N. 1, febbraio 1925, pag. 125).

La propagazione di una perturbazione elettromagnetica lungo un sistema di due fili paralleli è facilmente analizzabile dal punto di vista matematico. E' noto infatti che, nell'ipotesi più generale di una linea indefinita le cui costanti siano uniformemente ripartite, la distribuzione del potenziale e della corrente nel tempo e nello spazio, è sintetizzata in una equazione differenziale della forma:

$$\frac{\partial^2 m}{\partial x^2} = LC \frac{\partial^2 m}{\partial t^2} + (rC + Lg) \frac{\partial m}{\partial t} + rg \cdot m \quad (1)$$

in cui  $m$  indica indifferentemente il valore istantaneo del potenziale o della corrente in corrispondenza dell'ascissa  $x$  rispetto all'origine della perturbazione; ed  $r$ ,  $L$ ,  $C$ , e  $g$  sono rispettivamente, la resistenza, l'induttanza, la capacità e la conduttanza di dispersione per unità di lunghezza, supposti costanti lungo il filo medesimo.

La (1) è comunemente distinta col nome di « equazione dei telefonisti » e la sua soluzione, per quanto laboriosa, fu già trattata esaurientemente dal Poincaré. Fisicamente essa stabilisce che durante la propagazione della perturbazione elettromagnetica, oltre all'« attenuazione » si manifesta anche il fenomeno della « diffusione » caratterizzato da ciò, che l'onda stessa si deforma determinando uno « strascico » la cui velocità di propagazione è inferiore a quella relativa al fronte della perturbazione.

Naturalmente il problema analitico si semplifica quando ci si riferisca a perturbazioni rapidissimamente variabili nel tempo, e si ammetta come legittimo il poter trascurare la conduttanza  $g$ . E' questo il caso che si incontra in radiotelegrafia, per il quale l'effetto della induttanza è ritenuto del tutto prevalente su quello della resistenza, e l'effetto della dispersione è praticamente nullo. La (1) prende allora la forma:

$$\frac{\partial^2 m}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 m}{\partial x^2}, \quad (2)$$

con

$$v^2 = \frac{1}{LC}$$

la cui soluzione generale è del tipo:

$$m = F_1(x + vt) + F_2(x - vt)$$

(1) L. BOUTHILLON: La prop. des ondes Electr. - Paris, 1921.

(2) ECCLES: Atm. refr. in wir. tel. The Electrician, settembre 1913.

(3) MARCHANT: The Heaviside layer - Proc. Inst. Radio - Eng. 1916, vol. IV.

(4) BARFIELD: The Heaviside Layer - Exp. Wir. - Settembre 1925.

$F_1$  ed  $F_2$  essendo funzioni arbitrarie caratterizzate dal fatto che il valore di ciascuna di esse in un generico istante  $t$  e corrispondentemente all'ascissa  $x$ , si ritrova all'istante  $t + \delta t$  in corrispondenza dell'ascissa  $x \mp \delta x$  quando sia  $\delta x = v \delta t$ . In altri termini, il fenomeno fisico, la cui espressione analitica è globale in  $F_1$  ed  $F_2$ , si è spostato nello spazio con velocità determinata:

$$v = \mp \frac{\delta x}{\delta t} = \mp \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Quando poi la perturbazione è una funzione semplicemente sinusoidale del tempo, allora la soluzione della (2) diventa particolarmente semplice e porta a concludere che il fenomeno elettrico che avviene lungo il filo è parimente sinusoidale non solo nel tempo, ma anche nello spazio. E se infine, anziché lunghezza indefinita, il filo ha lunghezza limitata, si manifesta il noto fenomeno delle « onde stazionarie » la cui frequenza  $f$  di vibrazione è legata alla lunghezza  $l$  del filo, dalla relazione:

$$f = \frac{K v}{2l} = \frac{v}{\lambda} \quad (3)$$

con  $K = 1, 2, 3, \dots$ , e  $\lambda$  indicando la corrispondente lunghezza d'onda.

Orbene, le vibrazioni forzate lungo i fili hanno spesso suggerito di servirsi di esse per la taratura di lunghezze d'onda <sup>(1)</sup> molto corte. Così, ricorrendo alla disposizione sperimentale schematizzata in fig. 1, se a mezzo di un oscillatore si provocano lungo i fili oscillazioni stazionarie e, se con opportuno indicatore di corrente si determina la distanza che separa due massimi consecutivi di quest'ultima, la (3) fornisce il corrispondente valore della frequenza. In prima approssimazione, si potrebbe eguagliare la velocità di propagazione  $v$  lungo i fili alla velocità  $v_0$  della luce, ma ciò è in generale inesatto. Anzi l'A. dimostra col calcolo che, dato un sistema di due fili paralleli di diametro  $d$ , di lunghezza  $l$ , posti ad una reciproca distanza  $a$ , si ha:

$$v = v_0 (1 - \Delta) \quad (4)$$

con

$$\Delta = \frac{\sqrt{r_0}}{8 \log_e \frac{1}{b} \sqrt{\omega \left\{ 1 - \left( \frac{d}{a} \right)^2 \right\}}}$$

essendo:  $\omega$  la pulsazione delle oscillazioni;  $r_0$  la resistenza per unità di lunghezza corrispondente ad  $\omega = 0$ ; e la grandezza  $b$  definita dalla relazione:

$$b = \frac{d}{a + \sqrt{a^2 - d^2}}$$

La (4) è la formula rigorosa, che dovrebbe sempre utilizzarsi, secondo l'A., per ottenere risultati attendibili. Circa poi l'influenza che il diametro e la distanza fra i fili potrebbero avere sull'intervallo  $\lambda$  II

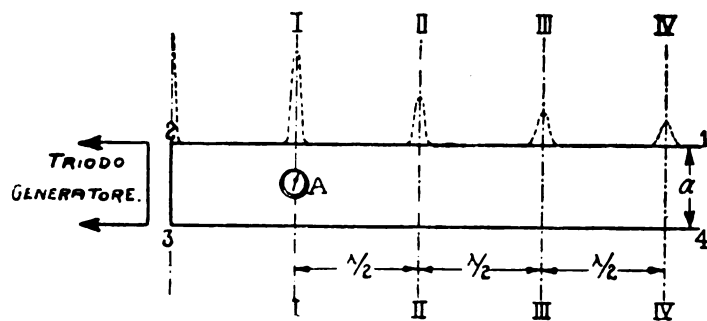


Fig. 1.

della fig. 1, individuante la semilunghezza d'onda, l'A. dimostra che in generale essa può trascurarsi. Sembra anche consigliabile che la linea su cui s'intende sperimentare, sia resa la più corta possibile compatibilmente col fatto di contenere almeno due massimi di corrente. Ciò può facilmente ottenersi inserendo un conveniente condensatore in derivazione fra i fili di linea, dalla parte del generatore di oscillazioni. L'effetto del condensatore si tradurrebbe infatti in uno spostamento dei massimi di corrente verso l'inizio della linea, pur rimanendo costanti le reciproche distanze  $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$  fra essi.

La nota di Takagishi e Kawazoe è ispirata da una memoria che F. W. Dunmore e F. H. Engel pubblicarono mesi fa sui *Proceedings* <sup>(2)</sup> e riguardante sostanzialmente lo stesso argomento trattato da Hund. Takagishi e Kawazoe, ripetendo le esperienze di taratura di lunghezze d'onda cortissime, hanno osservato che, nelle vicinanze della risonanza teorica non si rileva un unico massimo di corrente,

bensi due separati da un minimo (fig. 2). Essi tentano di interpretarne plausibilmente la causa, facendo intervenire la considerazione della resistenza dell'indicatore di corrente. Ma F. W. Dunmore e

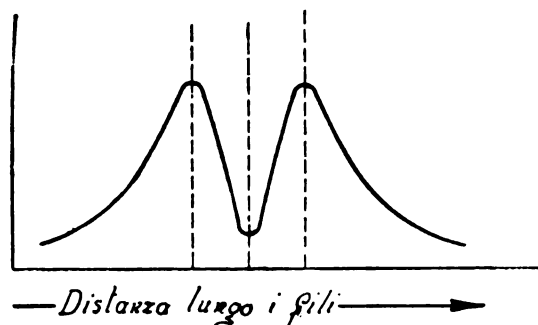


Fig. 2.

F. H. Engel fanno seguire una loro breve nota, in cui, riferendosi alla distribuzione delle onde stazionarie di tensione e di corrente nei fili (fig. 3), osservano che l'apparente anomalia riscontrata da Takagishi e

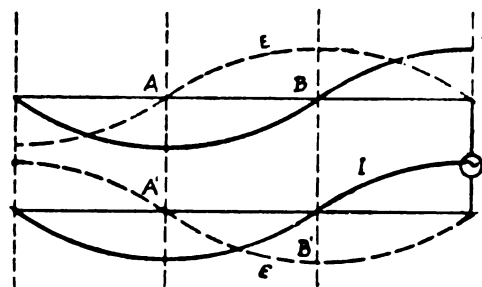


Fig. 3.

Kawazoe dipende semplicemente dall'eccessivo grado di accoppiamento fra il circuito oscillatorio primario ed il sistema di fili paralleli, ossia anche dal fatto di aver eccitato il fenomeno con un generatore di oscillazioni troppo deboli.

V. Go.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

J. AUCHINCLOSS — **Note sulla polarità e connessioni dei trasformatori.** (Gen. El. Rev., novembre e dicembre 1926, pag. 783 e 862).

Nel passato non esistevano norme generali per fissare la polarità dei trasformatori e ciascun costruttore si regolava come meglio credeva. Attualmente si è giunti alla seguente convenzione: i trasformatori per strumenti e quelli di potenza hanno polarità sottrattiva, quelli di distribuzione sotto 7.500 volt hanno polarità additiva.

Prima di illustrare il significato e gli inconvenienti, che possono derivare dalla errata polarità nei trasformatori, l'A. dà un cenno sul modo di stabilire la polarità stessa. Per questo scopo l'A. illustra in uno schema la polarità sottrattiva di un trasformatore, mostrando come l'avvolgimento primario sia analogo all'indotto di un motore, in cui la direzione della corrente va dal capo positivo a quello negativo ed è contraria alla f. c. e. m. dell'indotto, e l'avvolgimento secondario sia invece analogo all'indotto di un alternatore, in cui la direzione della corrente va dal capo negativo a quello positivo, nel senso della tensione indotta. Gli schemi, che l'A. presenta, illustrano molto bene quanto esposto. In essi il senso della corrente nel circuito secondario esterno è eguale a quello del circuito primario e le polarità del primario e secondario sono eguali. La polarità di un simile trasformatore è chiamata *sottrattiva*, e ciò pel fatto che, connettendo due capi adiacenti del primario e del secondario e misurandone la tensione agli altri capi liberi, questa è eguale alla differenza delle tensioni dei singoli avvolgimenti.

Qualora, fermo restando il senso dell'avvolgimento del primario, si variesse il senso dell'avvolgimento del secondario, affinché le due f. m. primarie e secondarie si mantengono eguali, ma opposte, come nel primo caso, occorre che nei circuiti esterni primari e secondari le correnti abbiano senso opposto. In questo caso la polarità è chiamata *additiva* per il fatto che la tensione risultante è uguale alla somma, anziché alla differenza delle due tensioni primaria e secondaria. L'A. riproduce pure uno schema di trasformatore a polarità additiva, in cui si vede chiaramente la direzione delle correnti.

Quando le tensioni di un trasformatore di potenza sono entrambe elevate, la polarità sottrattiva offre il vantaggio che in caso di contatto fra la bassa e l'alta tensione agli estremi, risulta una tensione inferiore a quella ad alta, (uguale alla differenza dei valori).

Per determinare la polarità esistente nei trasformatori di tensione, quando il rapporto di trasformazione non è molto elevato, si può applicare una tensione alternata pari alla millesima parte della ten-

<sup>(1)</sup> G. PESSON: *Taratura di un cymometro a mezzo dei fili di Lecher.* - *L'Elettrotecnica*, vol. X, 15 febbraio 1923, n. 5, e Pubblicazione n. 20 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(2)</sup> *Proceedings of the Inst. of Rad'o Eng.*, vol. XI, n. 5, ottobre 1923, pag. 407.



sione di esercizio, indi, connettendo due capi adiacenti, si leggerà mediante voltmetro inserito fra i due capi liberi una tensione uguale alla somma o differenza della millesima parte della tensione primaria e secondaria.

Detto metodo non è più applicabile con esattezza per rapporti di trasformazione elevati. In questo caso si determina la polarità col metodo della corrente continua. Questo metodo è basato sul fatto che, interrompendo un campo magnetico, questo tende a mantenersi nella sua direzione primitiva e ubbidisce alla regola che connettendo un voltmetro per corrente continua agli estremi del circuito secondario e inviando una corrente continua ad una data tensione ai capi dell'avvolgimento ad alta tensione e interrompendola, l'ago del voltmetro oscillerà a destra o a sinistra secondo la polarità del trasformatore.

L'A. descrive poi due metodi più comunemente usati per la determinazione della polarità nel caso di trasformatori di corrente; col primo si ricorre a un trasformatore a polarità nota, il secondo è basato sull'uso di un wattmetro monofase; e in alcuni schemi di connessione è chiaramente spiegata la determinazione della polarità in base al senso di rotazione del wattmetro sia monofase che polifase.

L'A. passa poi a trattare degli schemi di connessione triangolo-triangolo per gruppi di trasformatori monofasi. Fra tutti i vari collegamenti, questo è il più comunemente usato. Quando la polarità delle tre unità monofasi è nota, le connessioni sono facilmente determinabili.

Nel caso di tre unità a polarità sottrattiva, in cui si rappresentano vettorialmente le tre tensioni primarie a un dato istante come lati di un triangolo equilatero, la rappresentazione vettoriale delle tensioni secondarie sarà ancora un triangolo equilatero in fase col primo, in cui i lati componenti rappresentino le tensioni della stessa unità e gli angoli le connessioni fra i capi delle unità stesse.

L'A. passa poi a trattare il caso di unità a polarità sottrattiva, dalle quali sia richiesta una polarità addittiva sulla linea allo scopo di collegarle in parallelo con altri trasformatori esistenti a polarità addittiva, e quello di tre unità di cui due a polarità sottrattiva e una a polarità addittiva.

La connessione stella-stella è raramente usata per basse tensioni, ma anche in questo caso la determinazione della polarità è della massima importanza. Si abbiano tre trasformatori a polarità addittiva e si voglia formare un gruppo a polarità sottrattiva, allo scopo di funzionare in parallelo con altro già esistente a polarità sottrattiva, (se la polarità delle singole unità fosse pure sottrattiva, la connessione si farebbe semplicemente collegando fra loro tutti gli stessi capi di ciascun avvolgimento); in tal caso basta collegare fra loro i tre capi del primario per formare il neutro, mentre si formerà il neutro del secondario collegando fra loro i tre capi opposti anziché i tre capi corrispondenti.

\*

L'A. passa poi in rassegna i collegamenti stella-triangolo e triangolo-stella in trasformatori monofasi costituenti sistemi trifasi.

Per il collegamento stella-triangolo nel caso di due unità a polarità addittiva e una a polarità sottrattiva si conletteranno a triangolo direttamente le basse tensioni e la stella della A. T. potrà essere formata tenendo conto della direzione delle tensioni rispetto alle B. T. corrispondenti.

Rappresentando vettorialmente le tensioni secondarie e quelle primarie e sovrapponendo il triangolo delle B. T. alla stella delle A. T. nella giusta successione delle fasi, risulta che i vettori A. T. sono sfasati di  $30^\circ$  in anticipo ai vettori delle B. T.

Nell'articolo è dimostrato anche vettorialmente come ad un qualunque istante nelle unità a polarità addittiva le correnti primarie e secondarie hanno la stessa direzione ed hanno invece direzione opposta nelle unità a polarità sottrattiva. Negli istanti in cui la tensione è rappresentata da un vettore orizzontale la corrente di quella fase è nulla ed eguali ma opposte sono le correnti nelle rimanenti due fasi.

Per il collegamento triangolo-stella nel caso in cui le alte tensioni sono collegate a triangolo e le basse tensioni a stella, (e questo si usa specialmente quando si vuol utilizzare anche il neutro per avere due tensioni distinte), la determinazione dei collegamenti procede come nel caso precedente, ricordando che le A. T. dovranno ancora essere a  $30^\circ$  in anticipo di fase rispetto alle B. T. In tale rappresentazione vettoriale fra le due stelle simmetriche che si possono formare bisognerà scegliere quella in anticipo e non in ritardo di  $30^\circ$  e da queste rappresentazioni si ricaverà l'ordine delle connessioni da fare sui trasformatori stessi.

Qualora un trasformatore a polarità addittiva dovesse venir sostituito con un altro a polarità sottrattiva, lasciando inalterate le polarità additive degli altri due, il problema dei collegamenti verrà risolto facendo il triangolo nel modo regolare ed invertendo i collegamenti nella stella o viceversa.

L'A. viene poi a trattare dei trasformatori di corrente bifase in trifase e viceversa. Coll'inserzione Scott si ottiene generalmente la trasformazione di corrente bifase in trifase o viceversa per mezzo di due trasformatori monofasi opportunamente dimensionati in modo che uno di questi abbia una presa a metà avvolgimento e l'altro ad  $96/100$  di avvolgimento.

I primari hanno uno stesso numero di spire e sono collegati ad una linea bifase a quattro fili.

I vettori rappresentanti le tensioni primarie sono perpendicolari fra loro mentre le tensioni secondarie derivanti dal sistema delle prese formano un triangolo equilatero.

Quando è necessario stabilire i valori istantanei delle correnti, si ricorre ancora alla proiezione dei valori su asse verticale e si determinano non soltanto le relazioni che intercorrono fra le correnti primarie e secondarie, ma anche i loro valori, come l'A. dimostra con diagrammi vettoriali.

Per bilanciare i valori delle correnti secondarie, qualora fosse richiesto, o si avvolgono due fasi in modo da variarne il rapporto in ragione di  $\sqrt{3}$  o si ricorre ad un autotrasformatore avente una presa al punto corrispondente.

Nell'inserzione Scott è interessante notare che la corrente di una fase del sistema bifase è in fase con la corrente di una fase del sistema trifase e la tensione dell'altra fase del sistema bifase è pure in fase con una fase del trifase.

Da ultimo l'A. passa a trattare i sistemi esafasi. Si sono studiati ingegnosi sistemi per trasformare correnti trifasi in esafasi e fra tutti il più comunemente usato è quello a collegamenti diametrali esafasi, che si può ottenere da un primario sia a stella che a triangolo.

In questo caso i secondari sono muniti di prese a metà numero di spire, che servono all'inizio della messa in moto della convertitrice esafase, mentre tre capi formano il neutro.

Allorché la convertitrice esafase ha acquistato velocità, qualsiasi corrente che potesse trovarsi sul neutro viene geometricamente suddivisa sulle sei fasi. Per tali macchine le protezioni contro eventuali sovraccarichi sono usualmente sul primario del trasformatore.

C. G. E.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**C. B. CARLSON - H. MICHENER — La linea Vincent a 220 000 V. in California.** (J. A. I. E. E., dicembre 1926, pag. 1215).

Gli AA. riferiscono sulle caratteristiche costruttive della terza linea che trasporta a San Francisco l'energia generata negli impianti idroelettrici del gruppo Big Creek nelle Montagne Rocciose.

La linea, lunga circa 360 chilometri, supera successivamente tre creste montuose toccando rispettivamente altitudini massime di 1800 m, di 1750 e 1600 metri. I primi 25 chilometri si svolgono in una regione montana molto accidentata ed impervia, tanto che per montare la linea fu necessario costruire circa 50 chilometri di strada.

Come di abitudine, secondo le Norme americane, il territorio percorso è diviso in zone di due tipi, a seconda che le condizioni climatiche e meteorologiche sono tali da far presupporre che la sollecitazione meccanica massima che può verificarsi nei conduttori sarà superiore o inferiore a un certo limite stabilito. Le zone così dette a carico pesante sono quelle nelle quali si adotta come ipotesi di carico la seguente: manicotto di ghiaccio sui conduttori per uno spessore di 12 mm con pressione del vento di 30 kg per metro quadro di superficie di conduttori in protezione, a  $-17^\circ,8$ , oltre a 65 kg per metro quadro di vento sulla proiezione dell'area dei pali. Per le zone così dette a carico leggero si suppone semplicemente una pressione di vento di 40 kg/m<sup>2</sup> di proiezione dell'area dei conduttori a  $+6^\circ,7$ , oltre a 65 kg/m<sup>2</sup> sui pali.

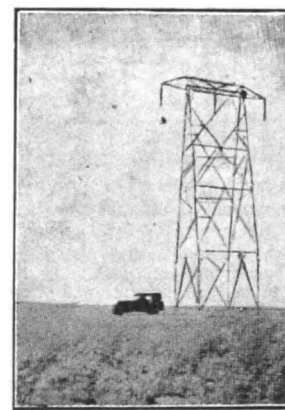


Fig. 1. — Palo normale della linea a 220 000 V.

Le campate normali adottate sono di 260 metri nelle zone a carico pesante e di 300 metri in quelle a carico leggero. Molto numerose sono però le campate speciali, fra le quali due di 1557 metri.

I lavori di costruzione della linea che cominciarono nel gennaio 1926, sono tuttora in corso.

I conduttori sono cavi in alluminio rinforzati: vi sono 54 fili d'alluminio e 7 fili d'acciaio di 3,5 mm di diametro. Il diametro del cavo è di circa 32 mm con una sezione complessiva di alluminio di 520 mm<sup>2</sup>. Il carico di rottura è di 9000 kg per l'anima di acciaio e di 16.000 kg per l'intero cavo.

La tensione massima ammessa nei cavi è di 5500 kg. Le congiunzioni dei cavi furono eseguite inserendo le due estremità delle anime d'acciaio entro un manicotto cilindrico d'acciaio dolce che veniva poi fortemente compresso contro l'anima stessa; si rag-

giunge un carico di rottura eguale a quello dell'anima continua. I conduttori d'alluminio sono a loro volta collegati con un secondo manicotto a compressione. Le giunture dell'anima sono accuratamente rivestite di prodotti catramosi e avvolte con nastri di cotone prima di sovrapporvi l'alluminio e ciò allo scopo di prevenire il pericolo di formazione di ruggine e conseguente danneggiamento del cavo. Non è installato filo di guardia; però i pali sono costruiti in modo da rendere eventualmente possibile il suo montaggio.

I pali, in ferro del tipo indicato in figura 1 sono calcolati in modo da presentare una sollecitazione massima eguale alla metà del carico al limite di elasticità. Nelle campate normali i pali hanno una altezza di 21 metri alla mensola superiore.

Le fondazioni, senza blocco in calcestruzzo, sono costruite in modo da utilizzare un cono di terreno di 30° come resistenza contro lo strappamento e di esercitare una pressione unitaria molto leggera sul suolo.

Durante la tesatura, la tensione nei conduttori fu dedotta in base alla misura della freccia.

Le catene di isolatori a sospensione sono costituite da 13 elementi quando il carico non eccede i 3000 kg; sopra tale carico, si è fatto uso di una doppia catena di 13 elementi. Negli ammassaggi si usarono catene di 15 elementi.

Esperienze eseguite su tali catene di isolatori hanno permesso di raggiungere le seguenti conclusioni.

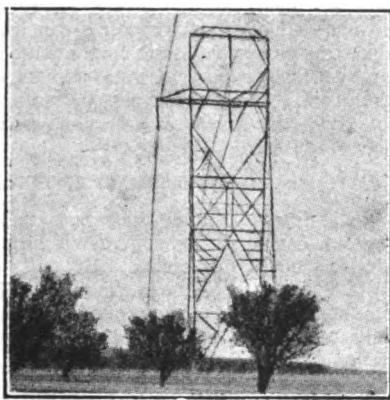


Fig. 2.

La rottura per l'applicazione di un carico improvviso non può servire di criterio nel giudicare sulle condizioni normali di lavoro. Le catene dimostrarono di poter sopportare per lungo tempo carichi 5000 a 6000 chili, garantendo quindi la possibilità del loro impiego a 3000 chili. Scariche elettriche che avvengano quando la catena è caricata (meccanicamente) possono produrre l'inizio di fessurazioni che in un tempo più o meno lungo possono poi produrre la rottura anche sotto il carico normale.

Molta cura fu presa nello studio della morsetteria, degli attacchi, e per lo smorzamento delle vibrazioni dei conduttori. L'esperienza fatta sulle linee esistenti nella stessa regione, ha dimostrato necessario provvedere anche a dispositivi speciali per impedire ai grossi uccelli di posarsi sui pali.

R. S. N.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

### W. D. BEARCE — Tipo speciale di locomotore ad accumulatori con gruppo ausiliario benzo-elettrico. (Gen. El. Rev., novembre 1926, pag. 762).

Lo speciale tipo di locomotore di manovra, che l'A. descrive in questo articolo, è entrato da poco tempo in servizio negli scali merci della città di Chicago ed ha delle caratteristiche non comuni di peso ed equipaggiamento. Esso pesa infatti complessivamente oltre 100 tonnellate ed è equipaggiato in maniera da poter derivare la corrente per quattro motori a 230 volt, sia dalla sola batteria di accumulatori, sia del solo gruppo benzo-elettrico, sia dall'una e dell'altro contemporaneamente. Di solito, in condizioni normali di funzionamento, l'unica attività di energia è costituita dalla batteria, che ha una capacità di 616 kWh e può mantenere il locomotore in servizio per una giornata intera senza bisogno di ricarica; quando, eventualmente, l'energia richiesta risulta superiore a quella che la batteria può fornire, viene azionato il gruppo ausiliario motore a scoppio-dinamo, inserendo la dinamo del gruppo stesso in parallelo con la batteria sul circuito dei motori; infine, si può anche far funzionare da solo il gruppo, o per far funzionare, occorrendo, il locomotore a potenza ridotta.

La batteria, composta di 120 elementi, è divisa in due sezioni, installate nei due cofani allungati di estremità; queste sezioni vengono connesse in serie, quando si fa funzionare il locomotore o si procede alla carica degli accumulatori mediante il gruppo ausiliario, e vengono invece connesse in parallelo quando si caricano gli accumulatori con una sorgente esterna; uno speciale amperometro interrompe automaticamente l'operazione di carica non appena essa è terminata.

Il locomotore, della lunghezza complessiva di circa 16 metri, può sviluppare uno sforzo di trazione di 7.800 kg alla velocità oraria di 15 km. Il comando pneumatico e i consueti apparecchi automatici conferiscono la massima semplicità e sicurezza a tutte le manovre.

C. G. E. (\*)

## VARIE.

### B. FESSENKOFF — L'evoluzione del sistema solare. (Scientia, 1 luglio 1926).

La recente scoperta di « sciami » di stelle, che si muovono con la stessa velocità e nella stessa direzione, come p. es. le Pleiadi, le Jadi, l'Orsa Maggiore, ecc., ha un valore decisivo nello studio delle origini del mondo. Vi sono, difatti, stelle come Antares, Algol, l'α del Cigno, e altre ancora, le quali non sono molto lontane da noi, e non hanno che un movimento relativo insensibile rispetto al sole; è quindi probabile che formino uno sciame comprendente anche il nostro sole.

Certamente di questi sciami ve ne sono assai più di quanti noi ne conosciamo. E' da notare che i diversi componenti di uno stesso sciame sono fra loro, in generale, a distanze dello stesso ordine delle distanze stellari nell'Universo. Secondo Schwarzschild, possiamo ad es. rappresentarci lo sciame delle Jadi come 40 piselli alla distanza media di 30 km. gli uni dagli altri. L'attrazione reciproca fra questi astri deve essere pressochè nulla. Uno sciame siffatto può essere considerato come un organismo a sè, ma solo dal punto di vista della sua origine, probabilmente comune a tutti gli astri componenti.

Recenti fotografie di Bernard, le carte stellari di Franklin Adams ed altri, mostrano, fra le stelle associate a nebulose, degli spazi neri, che danno l'impressione di essere conseguenza dell'assorbimento di luce operato dalle zone esterne delle nebulose. Fra questi spazi il più notevole è il cosiddetto « buco » della Corona Australe. Alcuni osservatori affermano che tale regione sia leggermente colorata, come se qualche nuvola cosmica fosse attraversata dai raggi luminosi. Altre macchie nere si trovano pure presso altre nebulose.

Ma ammesso che tali nebulose, le quali hanno formato le stelle per graduale condensazione, possano assorbire la luce, ne segue che esse devono essere costituite e non da materia gassosa, ma da materia meteorica (pulviscolo). E' dimostrato, difatti, che l'assorbimento della luce da parte dei gas rarefatti è pressochè insensibile; per spiegare l'assorbimento di cui sopra si deve o supporre che le nebulose abbiano delle masse enormi, che sorpasserebbero i limiti della nostra immaginazione, oppure che siano costituite da materie meteoriche finissime. Di più, siccome la parte centrale della nebulosa, qualche volta luminosa per sè stessa, ci appare già essere la conseguenza di una evoluzione della materia, così, indipendentemente dalla sua natura, dobbiamo ammettere che lo stato primordiale della materia sia quello meteorico e non quello gassoso.

I corpuscoli meteorici, animati da velocità comunque orientate, attratti dalla massa delle nebulose, perdono di velocità urtandosi fra loro e cadono nelle condensazioni più prossime; così la nebulosa si fa sempre più eterogenea e i centri di condensazione si fanno gradatamente più distinti. Nelle collisioni fra corpuscoli a velocità piccole, si ha aumento di massa condensata; quando le velocità superano certi limiti, si ha la trasformazione in vapori delle masse che si sono urtate. Hanno origine così i gas incandescenti.

Le parti esterne della nebulosa potranno dunque avere costituzione puramente meteorica, mentre all'interno si avrà trasformazione continua del pulviscolo meteorico in gas. Se i centri di condensazione e di formazione di gas caldi sono numerosi e importanti, avrà origine lo « sciame », di cui tutti i componenti avranno velocità sensibilmente eguali in grandezza e direzione.

Nell'interno delle singole condensazioni l'attrito annulerà rapidamente le differenze di velocità, sicchè tutta la massa assumerà un moto di tipo rotatorio, approssimativamente uniforme, intorno a qualche asse. E' questo il punto di partenza della concezione di Kant-Laplace. Ma che cosa accadrà in seguito? La separazione di anelli e la formazione di pianeti, nel senso della cosmogonia nebulare di Laplace, sono impossibili. D'altra parte, interventi sensibili di altri corpi celesti non sono probabili. Il solo fenomeno di carattere generale che deve comandare l'evoluzione e la trasformazione successiva della nebulosa di cui sopra, sembra essere la perdita continua di calore attraverso gli spazi interstellari. A quali conseguenze porterà questo fenomeno?

Supponiamo per semplicità nullo il movimento di rotazione della nebulosa; essa tenderà allora ovviamente alla forma sferica. Gli strati esterni si raffredderanno più rapidamente; la materia di questi cadrà verso il centro, e materie più calde la sostituiranno. A causa di questa circolazione, la nebulosa si contrarrà, la densità e la temperatura andranno aumentando, e nel senso radiale si formeranno correnti sempre più importanti di convezione. Se invece la nebulosa ha un movimento iniziale di rotazione, la forma della nebulosa tenderà a gonfiarsi nel piano dell'equatore. Le correnti di convezione, invece che radiali, seguiranno traiettorie appropriate, sotto l'azione della forza centrifuga. Fra strati di materia che si muovono a velocità differenti, si producono onde, e poi vortici, che aspirano materia. Dove per attrito in-

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

terno cessa il vortice, resta una condensazione di materia, animata da un movimento di rotazione in un senso determinato. La probabilità che tali condensazioni planetarie di materia diventino stabili, cresce con la densità e con la distanza dal centro della nebulosa.

Questo modo di accrescersi delle condensazioni planetarie è probabilmente rapido; quando il pianeta sarà formato si distaccherà sensibilmente dalla materia nebulosa, che continua a contrarsi, e comincerà praticamente a muoversi intorno al sole, come un corpo distinto. All'origine, il pianeta avrà una piccola eccentricità e una debole inclinazione sul piano dell'equatore.

Se invece la condensazione non è stabile, per qualche ragione, essa si dissolverà lungo il raggio vettore che passa per il centro della nebulosa. Se non è abbastanza omogenea, lo stesso procedimento darà origine a più corpi, che avranno orbite le quali si taglieranno. Di questo genere può essere la origine dei piccoli pianeti che circolano fra Giove e Marte. Una traccia di questo antico strato cose lo abbiamo nel fatto che gli afelli dei piccoli pianeti sono concentrati in una delle metà della eclittica.

Dal punto di vista cosmogonico invece, le comete non appaiono rientrare in questo quadro. Le loro masse sono insignificanti; le loro orbite sono inclinate diversamente sul piano dell'eclittica; la loro eccentricità poco diversa dall'unità; il senso del movimento è ora diretto, ora retrogrado. Tutto questo insieme di circostanze mostrerebbe che la loro origine deve essere diversa da quella dei pianeti. Ricerche di parecchi astronomi (Laplace, Schiapparelli, Fabry, Faye, Strömgen) hanno portato alla conclusione che le orbite cometary sono tutte ellittiche (generalmente molto allungate), e quindi chiuse; le velocità relativamente piccole con le quali le comete percorrono le orbite non permette di supporre che esse arrivino da spazi infrastellari.

L'autore ritiene che piccoli aggregati di materie meteoriche appartenenti alla nebulosa iniziale, che ha dato origine allo sciame, possano essere rimasti come isolati, per un certo tempo, nello spazio; a poco a poco sarebbero come caduti verso il più prossimo dei centri di condensazione, apparendovi come comete. Se questo punto di vista fosse esatto, le comete dovrebbero a preferenza apparire come provenienti da certe determinate regioni del cielo. Difatti W. Pickering e A. Eddington avrebbero trovato che la direzione degli afelli delle comete sono concentrati in certe speciali regioni del cielo. Questo confermerebbe l'opinione dell'A.; sicché le comete appartenerebbero alla stessa nebulosa dalla quale ebbe origine il sole e le altre stelle dello sciame: a diversità dei pianeti, per altro, sarebbero rimaste allo stato di aggregati di materia meteorica, ciò che è anche d'accordo con note teorie relative alla formazione delle code ed all'aspetto delle comete.

## :: :: CRONACA :: ::

### L'inaugurazione della centrale di Mese.

Il giorno 8 giugno, è stata inaugurata con una solenne cerimonia la grande centrale di Mese, presso Chiavenna, costruita dalla Società Interregionale Cisalpina. Di tale centrale, che fa parte del gruppo di impianti studiati per l'utilizzazione delle acque del Liri, questo giornale ha già dato a suo tempo ampie notizie <sup>(1)</sup> e di essa speriamo poter pubblicare in seguito una dettagliata descrizione. La centrale di Mese che utilizza un salto di circa 750 metri è prevista per una potenza complessiva di 100.000 kW.

All'inaugurazione presenziò S. A. il Principe Ereditario appositamente giunto a Chiavenna, accolto festosamente dalla popolazione. Ad ossequiarlo si era recato a Chiavenna un largo stuolo di autorità fra le quali anche S. E. Bianchi, Sottosegretario ai LL. PP. Erano presenti anche l'On. Motta, Consigliere Delegato della Edison e Vice Presidente della Cisalpina, il Senatore Cornaggia, Presidente della Cisalpina, i Direttori generali, Ingg. Gasparoni e Ferrerio, l'Ing. Bordini che diresse i lavori della nuova centrale, l'Ing. Marinoni.

Il Principe si recò in automobile fino al piano dello Spluga fermandosi ad osservare le opere eseguite e i cantieri ancora ferventi di lavoro sul Liro.

Un treno speciale aveva trasportato a Chiavenna un numeroso gruppo di personalità politiche, della tecnica e dell'industria.

Nel pomeriggio tutti gli intervenuti si raccolsero nell'ampia sala delle macchine della centrale di Mese per la cerimonia della inaugurazione.

Dopo che il Vescovo di Como ebbe benedetto l'opera grandiosa, l'On. Morelli portò al Principe il saluto devoto delle popolazioni della Valtellina.

Parlò poi l'On. Motta illustrando l'importanza dell'opera e mettendone in rilievo le caratteristiche tecniche e il suo valore nei riguardi della economia generale della Nazione.

Dietro preghiera dell'On. Motta, il Principe premette il bottone di avviamento mettendo per la prima volta in movimento le macchine.

Compiuta la visita della centrale generatrice e dell'annesso edi-

ficio dei trasformatori, S. A. ritornò a Chiavenna per ripartire per Torino.

Dopo la partenza di S. A. Reale gli invitati furono riuniti a banchetto, sotto la presidenza dell'On. Cornaggia. Allo champagne parlarono l'On. Ponti, Presidente dell'Aniel ed il nostro Presidente Generale, che espresse l'ammirazione e l'orgoglio di tutti gli elettrotecnici italiani per la magnifica opera, di inestimabile valore nazionale, a cui attende la schiera degli industriali elettrotecnici, che l'A. E. I. si compiacce di considerare come parte essenziale della sua salda compagine. A tutti gli artefici della grandezza dell'Italia nel campo dell'elettrotecnica il Prof. Vallauri rivolse il plauso, il ringraziamento e l'augurio dell'A. E. I., poichè ciascun socio, fino ai più umili e modesti apprezza il grande prestigio che dal compimento di simili opere deriva alla tecnica italiana. Ai due Presidenti rispose con felici parole l'On. Motta, segnalando poi il merito dei suoi collaboratori, che più attivamente parteciparono al progetto e all'esecuzione dell'impianto.

\* \*

#### CONDUTTURE.

La linea a 100.000 V della Washington Water Power Co. descritta nel Jour. Am. Inst. Elec. Eng. del dicembre 1926, presenta qualche particolarità interessante. Le palificazioni sono interamente in legno sebbene vi siano delle campate che arrivano agli 800 metri. I conduttori sono parte in rame e parte in alluminio con anima di acciaio. Le cabine di sezionamento sono del tipo all'aperto, sostenute esse pure da quattro pali in legno collegati da tralicci, e con interruttori in aria. Anche alcune cabine più importanti sono interamente equipaggiate con pali in legno. Per le piccole cabine, è stata studiata una speciale valvola, fusibile, combinata con un relais che permette di realizzare un certo grado di selettività nel funzionamento della valvola.

#### ELETTROTECNICA GENERALE.

Il problema della determinazione della potenza sincronizzante in una macchina sincrona è trattato ampiamente in forma matematica da H. V. Putman nel fascicolo di dicembre 1926 del Journal Am. Inst. Elec. Eng., pag. 1229. L'A. perviene a stabilire delle formule generali, relativamente semplici che permettono di calcolare la potenza sincronizzante nelle diverse condizioni di funzionamento, tenendo conto delle variazioni del carico, dell'eccitazione e della frequenza delle pulsazioni. Tale formule possono specialmente essere utili, per esempio, nel calcolo dei volani necessari per alternatori comandati da macchine alternative e che debbono funzionare in parallelo, oppure nel calcolo del rotor di motori sincroni che abbiano a comandare pompe o compressori, ecc.

#### FISICA E CHIMICA.

Il termoradiometro è un strumento costruito per misurare la intensità delle radiazioni termiche nelle varie direzioni e secondo le varie componenti. La intensità viene misurata in watt per centimetro quadrato. L'apparecchio è descritto nel The Electric Journal del gennaio 1927. Nei primi apparecchi la costante di tempo dell'apparecchio era di tre minuti, ossia esso doveva restare esposto per tre minuti prima alla radiazione per assumere lo stato di regime e dare l'indicazione esatta. Nel tipo più recente descritto nell'articolo citato la costante di tempo è ridotta a 20 secondi. L'apparecchio si presta bene per determinare come avvenga la radiazione del calore secondo le diverse direzioni intorno ad una sorgente di calore. Esso si è dimostrato di notevole utilità in molti casi della pratica.

#### IMPIANTI.

Due dighe ad arco sottile sono rovinata nello scorso anno in America, una sul fiume Moyie (Idaho) della Cynide Gold Mining Co., e l'altra a Troyon (N. C.) della Lake Lamier Develop Co. La causa del disastro fu, per entrambi le dighe, la stessa, cioè lo scalzamento delle spalle; per la prima diga lo scalzamento fu causato da una trascinazione che asportò parte della roccia contro cui la spalla della diga si impostava; per la seconda, avvenne il vero scalzamento del blocco di muratura costruito come appoggio alla spalla della diga in luogo della roccia avariata. La diga sul Moyie era alta 16 m, più un muro di guardia di m 1,80; raggio di m 20; lunghezza m 46; spessore in sommità m 0,60 e alla base m 1,60. L'altra diga, era alta m 19, con muro di guardia di m 1,50; raggio di m 45, e corda di m 70. Ad onta della caduta delle spalle, le due dighe rimasero in posto sebbene l'invaso arrivasse al ciglio.

\*

Il primo impianto idroelettrico costruito in Cina è descritto nella Siemens Zeit. del gennaio 1927. Esso è situato presso la capitale della provincia dell'Yunnan nella Cina sud-ovest. Si tratta di due centrali in serie con salti rispettivi di m 14,50 e di m 16. La prima centrale utilizza una portata di 2,5 metri cubi per secondo; vi sono installati due gruppi ad asse orizzontale con alternatori da 300 kVA, 3300 V. La seconda centrale utilizza la stessa portata e contiene due gruppi pure ad asse orizzontale con alternatori da 375 kVA, 3300 V. L'energia prodotta, elevata alla tensione di 23.000 V viene trasportata mediante una linea lunga 35 chilometri (la prima ad alta tensione della Cina) alla città vicina.

(1) L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 35 del 15 dicembre 1925.

\*

Una centrale idroelettrica caratteristica per le modalità costruttive dell'edificio, è quello di Blanchard (Minn. S. U.) sul Mississippi. La sala macchine, che contiene dei gruppi ad asse verticale, non è provvista di grue a ponte. La copertura è quindi molto bassa e consiste essenzialmente di una struttura molto leggera e costituita di elementi che possono essere asportati. Esternamente alla centrale, corre una grande grue a portale che abbraccia tutto l'edificio e può correre lungo di esso. Per mezzo di questa grue è possibile, quando occorre, smontare parzialmente la copertura della sala macchine e successivamente smontare ed estrarre il gruppo generatore sottostante, per portarlo nella adiacente officina di riparazione, costruita collo stesso sistema. Si asserisce che questo tipo di costruzione può riuscire più conveniente economicamente di quello usuale, specialmente per edifici molto lunghi ossia per centrali che contengano parecchi gruppi generatori.

#### INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

La Scuola Laboratorio di Elettrotecnica per Operai di Milano, ha ripreso la pubblicazione di un annuario che sotto il nome modesto di Relazione 1925-1926 illustra efficacemente lo sviluppo assunto dalla Scuola sotto la direzione del Prof. Ing. Gino Rebola. La Scuola, che svolge un'opera veramente utile e proficua, mette ogni anno a disposizione dell'industria elettrotecnica da 30 a 40 giovani elettricisti, dotati di una soda cultura e efficacemente preparati per le necessità della pratica. I programmi riportati nella Relazione dimostrano la serietà degli insegnamenti che vengono impartiti. Il numero degli allievi è in continuo aumento e, dopo la naturale pausa della guerra, ha già superato di gran lunga quello del 1914.

#### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Il Clidonografo comincia ad essere impiegato come strumento corrente negli impianti elettrici per la misura delle sovratensioni. Notizie interessanti sulla sua applicazione pratica per diversi condizioni di impianto sono contenute nel The Electric Journal del gennaio 1927. L'apparecchio è stato messo in servizio su parecchie linee americane, sia aeree che in cavi, e si è dimostrato molto utile, permettendo in molti casi di determinare le cause d'origine di sovratensioni manifestatesi e di riconoscere il modo di prevenirle. L'apparecchio viene costruito in forma portatile, ed è leggero, robusto e poco costoso; esso può essere provvisto di tre o quattro elettrodi in modo da permettere di misurare con un solo strumento la tensione di ogni conduttore e la corrente di scarica di uno scaricatore in un impianto trifase. Il Clidonografo può essere direttamente inserito finché si abbia a che fare con tensioni massime di cresta d'onda non superiori a 18.000 V. Oltre questo valore, la inserzione viene eseguita attraverso un tipo di potenziometro.

#### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Il Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, una emanazione del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, che ha la sua sede presso il Politecnico di Milano, si è riunito il 5 maggio 1927, sotto la Presidenza dell'On. Ing. Bignami.

Esaminata la situazione finanziaria e discusse altre importanti questioni, il Comitato si è occupato dell'esame di alcune proposte di invenzione recentemente presentate.

Le proposte d'invenzione esaminate nello scorso anno ammontano ad 88, che si possono così suddividere: termotecnica e motori 22, meccanica 17, elettrotecnica 5, ferrovie 5, automobili e cicli 11, costruzioni civili e navali e materiali relativi 5, chimica e apparecchi 5, ottica e fotografie 3, utilizzazione dei moti del mare e del vento 5, varie 10.

Su proposta del Comandante Jarach, il Comitato ha deciso che d'ora innanzi vengano fatte speciali comunicazioni alle Organizzazioni industriali di recente giuridicamente riconosciute, su quelle invenzioni per le quali l'esito dell'esame eseguito sia stato tale da dare buono affidamento per una possibile ed utile applicazione.

\*

Concorso a Borse di perfezionamento per la Fisica, la Chimica e loro applicazioni tecniche. — E' aperto un concorso a borse di perfezionamento negli studi della fisica, della chimica e delle loro applicazioni tecniche. L'ammontare di ciascuna borsa è di lire seimila.

Sono ammessi a concorrere i dottori in chimica, in chimica industriale, in chimica e farmacia, in fisica, in agraria e gli ingegneri, che siano di nazionalità italiana ed abbiano conseguito la laurea o il diploma in Italia posteriormente all'anno accademico 1923-24.

Le domande di ammissione al concorso, in carta semplice, debbono pervenire al Comitato Nazionale Scientifico-Tecnico in Milano (113), Piazza Cavour, 4, non più tardi del 30 settembre 1927.

Le domande debbono essere accompagnate dai documenti di rito. Il concorrente indicherà nella domanda il ramo di disciplina in cui intenderebbe di perfezionarsi e l'Istituto od il laboratorio in Italia, presso il quale preferirebbe di fare il perfezionamento.

Una Commissione, nominata dal Comitato Scientifico-Tecnico, giudicherà i concorrenti sulla base dei titoli presentati.

Le borse sono conferite per l'anno accademico 1927-28 e sono pagate a rate trimestrali anticipate a norma del Regolamento.

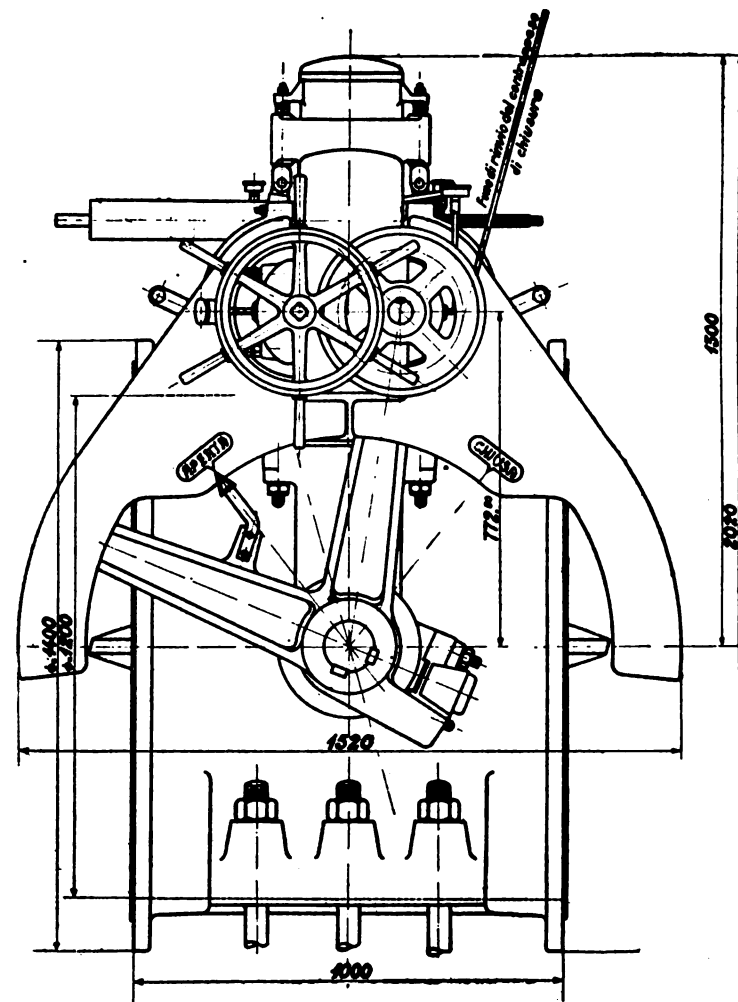
Il Comitato potrà consentire che la borsa sia goduta all'estero anziché all'interno.

## LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

### Valvole a farfalla di grande diametro.

Sono state recentemente costruite dalla Tubi Togni per conto della Canadian and General Finance Co. di Toronto (Canada). Tali valvole sono destinate all'impianto idroelettrico di Texcapa della Light Power Co. e la loro fornitura costituisce una notevole affermazione della nostra industria sul mercato americano. Esse sono da mm 1200, a chiusura automatica per eccesso di velocità dell'acqua nelle tubazioni, a chiusura elettrica a distanza (dalla Centrale), con manovra di apertura e chiusura a mano. Il meccanismo di manovra delle valvole, costituito da un settore dentato e relativo pignone, da tre coppie di ingranaggi, cilindrici, da un congegno di scatto, da un limitatore centrifugo per la chiusura a velocità costante e senza urti della valvola, è completamente chiuso in apposito carter, facilmente ispezionabile, montato direttamente sul corpo della valvola. Il meccanismo è provvisto di un indicatore di chiusura e apertura della valvola. Il diaframma ha forma lenticolare onde offrire la minima resistenza al movimento dell'acqua a valvola aperta.



L'apparecchio può essere tarato in modo che la chiusura automatica avvenga quando la velocità dell'acqua nella tubazione superi un valore che può essere fissato a volontà tra 2 e 5 metri al secondo. L'apertura a mano della valvola può effettuarsi in circa quattro minuti primi quando si imprima al volantino di manovra una velocità periferica di circa m. 0.80 al secondo, e la chiusura completa automatica, elettrica o provocata a mano agendo su apposita leva, avviene in circa quindici secondi. Il corpo principale è provvisto di due robuste zampe di ancoraggio, atte a contrastare le vibrazioni a cui può essere assoggettato l'apparecchio.

Le valvole sono provviste di by-pass del diametro di mm 150. La pressione statica di esercizio delle valvole è di 7,5 metri d'acqua; le valvole sono provate in officina a una pressione di 40 metri d'acqua.

Successivamente la Tubi Togni ha ricevuto ordinazioni di altro materiale importante (fra il quale, delle valvole a farfalla a comando a mano da 1500 e 1800 mm e valvole automatiche da 1800 mm, per pressioni di prova fino a 130 metri d'acqua) da parte della Società d'Electricité de la Région de Malmédy di Bruxelles, per l'impianto della Warche.



## NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

### Movimento delle Società Elettriche.

#### BILANCI E DIVIDENDI.

*Società Forze Idroelettriche Alto Caffaro* — Milano — Capitale L. 7.000.000.

E' stato approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1926 che contempla soltanto la situazione contabile; si presume che l'esercizio industriale dell'azienda possa cominciare al 1° gennaio 1928.

*Manifattura Isolatori Vetro-Acqui* — Milano.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che consente di distribuire un dividendo del 6 per cento.

#### COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

*Società An. Idroelettrica Cison* — Roma.

Venne costituita con capitale di L. 100.000.

*Società Elettrica Solarussa* — Solarussa (Cagliari).

Si è costituita con capitale di L. 58.000 diviso in 116 azioni da L. 500.

*Società An. Officine Autoelettriche Roma* — Roma.

Venne costituita con capitale di L. 15.000 per l'industria degli accumulatori per automobili.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Manifattura Isolatori Vetro-Acqui* — Milano.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 4.000.000 a L. 6.000.000 mediante emissione di nuove azioni.

*Società Forze Idrauliche Alto Caffaro* — Milano.

Venne deliberato di elevare il capitale sociale portandolo da L. 7.000.000 a L. 10.000.000 emettendo 12.000 azioni da L. 250.

*Società An. Zenith - Fabbrica Italiana di Lampade Elettriche e Valvole Termoioniche* — Monza.

Venne deliberato di unificare le due serie di azioni in un'unica serie e di aumentare il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 2.500.000 mediante emissione di 3000 nuove azioni da L. 500.

*Tecnomasio Italiano Brown Boveri* — Milano.

Venne deliberato di elevare il capitale sociale da L. 50.000.000 a L. 60.000.000 emettendo nuove azioni da offrire in opzione agli azionisti secondo norme da stabilire.

*Società Laziale di Elettricità* — Roma.

E' stato approvato l'aumento del capitale sociale mediante emissione di L. 10.000.000 di obbligazioni ammortizzabili in venti anni.

*Società Italiana Marconi* — Roma.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 5.000.000 mediante emissione di 40.000 azioni da L. 100.

*Società Elettrica Saronnese* — Saronno.

E' stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 500.000 a L. 4.500.000 addivenendo anche alla fusione con la Società Elettrica Alto Milanese.

\* \*

Il fatto capitale della politica europea è stato certamente costituito nel mese scorso dalla rottura dei rapporti diplomatici fra l'Inghilterra e la Russia. Quest'ultima aveva approfittato delle concessioni ottenute nei riguardi delle istituzioni commerciali per sviluppare una larga rete di spionaggio politico e militare. Il Governo inglese quando credette giunto il momento opportuno in relazione alla situazione politica generale, tagliò corto ad ogni indugio sciogliendo l'organizzazione commerciale russa e procedendo alla perquisizione ed al sequestro dei relativi uffici.

La conseguenza fu, come si è detto, la rottura diplomatica completa fra la Russia e l'Inghilterra. Viene così ad acuirsi sempre più quella lotta più o meno palese che va facendosi di giorno in giorno il fatto saliente della situazione politica.

Molta attenzione ha raccolto anche il Convegno della Piccola Intesa, radunatosi a Jachimovo. Poco si è saputo sulle questioni trattate e sulle conclusioni alle quali si è giunti in tale convegno. Il comunicato che si è diramato in forma ufficiale non fa, come il solito se non constatare la perfetta affinità di vedute fra gli Stati componenti. Qualche accenno si è avuto riguardo alla situazione regnante fra la Jugoslavia e l'Italia: specialmente da parte romena si è manifestato l'augurio che le difficoltà attuali possano presto essere chiarite senza ulteriori complicazioni.

Una singolare importanza è stata anche attribuita al viaggio a Londra effettuato dal Presidente della Repubblica francese e dal Ministro degli esteri Briand. Specialmente a Berlino tale viaggio era stato interpretato con qualche preoccupazione quasi fosse il preludio di un nuovo orientamento politico. Non pare però che i colloqui di Londra abbiano assunto nessuna particolare importanza.

Qualche spunto interessante ha offerto anche la politica interna tedesca. A Berlino è stato approvato senza gravi difficoltà il progetto che prolunga di due anni la validità della legge per la difesa della Repubblica e pel divieto del ritorno del Kaiser in Germania. Si parla

poi in Germania di emettere un nuovo prestito interno di 200 milioni di marchi destinato al miglioramento agricolo e ai lavori di bonifica.

A Ginevra è stata tenuta la Conferenza Internazionale Economica a cui hanno partecipato i rappresentanti di 47 Stati. La Conferenza ha avuto un grande interesse teorico nel senso che ha provocato una ampia e chiara esposizione dei problemi economici mondiali, ma, come poteva aspettarsi, ha avuto pochissimo interesse pratico poichè non si è potuto in realtà arrivare a nessuna conclusione efficace e fattiva.

A Ginevra era rappresentata anche la Russia e i delegati dei Soviet hanno fatto una larga esposizione constatando che la Russia ha raggiunto soltanto il 40 per cento della produzione industriale d'ante guerra.

In generale i delegati sono stati d'accordo nel riconoscere la opportunità di una maggiore libertà negli scambi, una maggiore uniformità delle dogane, e accordi che garantiscano la eguaglianza di trattamento fra gli Stati che hanno scambi commerciali.

I delegati italiani hanno fatto a Ginevra una chiara esposizione delle necessità e dei problemi imprescindibili davanti ai quali si trova il nostro Paese.

\*

La questione del Patto di Tirana è stata nuovamente una delle principali preoccupazioni del mondo politico europeo durante lo scorso mese. Mentre da una parte il Convegno della Piccola Intesa ne discuteva a Jachimovo, l'Italia e l'Albania riconfermavano la loro solidarietà di una dichiarazione che afferma che i due Governi di Roma e di Tirana non avrebbero partecipato se non in completo accordo a nessuna trattativa che fosse stata proposta ai due Governi, insieme o separatamente, da parte di un altro Stato qualsiasi.

La dichiarazione venuta a buon punto a tagliare corto a certi tentativi più o meno larvati che si andavano delineando nelle sfere politiche europee ha causato qualche impressione per la fermezza colla quale i due Stati riconfermavano il loro punto di vista. Tuttavia non vi furono questa volta commenti molto calorosi come vi erano stati precedentemente. E' evidente che va formandosi la convinzione che la questione può essere condotta a buon termine, come è nel desiderio di tutti, soltanto se sarà sottratta alle discussioni più o meno appassionate dei circoli irresponsabili.

A questo riguardo acquistano interesse delle cifre statistiche sul commercio estero dell'Albania, le quali sono state di recente pubblicate. Risulta da tali statistiche la importanza assolutamente preponderante che l'Italia tiene nel commercio del vicino Stato e ciò spiega l'interessamento che l'Italia prende a che esso sia sottratto alle perturbazioni della instabile politica balcanica e possa assestarsi e svilupparsi.

Negli ultimi cinque anni le importazioni dall'Italia e dalla Jugoslavia in Albania si sono mantenute nel rapporto di circa 23 ad 1, fra loro. Nel 1925 ad esempio l'Italia ha importato in Albania 16.386.670 franchi oro di merci, mentre la Jugoslavia ne ha mandato soltanto 708.694. Analogamente si comportano le esportazioni dall'Albania che nel 1925 ha mandato in Italia tante merci per 10.051.110 franchi-oro mentre ne ha mandato in Jugoslavia soltanto per 442.998 franchi-oro; siamo quindi anche qui nel rapporto circa da 23 ad 1. Ancora in relazione ai rapporti italo-albanesi è interessante notare che il nostro Governo ha recentemente stipulato colla Società Deutsche-Luft-Hansa un accordo mediante il quale essa viene a cedere al Governo Italiano le quote sociali della Società di traffico aereo Adria-Aereo Llyod di cui la Luft-Hansa era proprietaria. La convenzione ha lo scopo di non permettere che venga da Società estere precluse all'Italia la possibilità di allacciamento all'Albania mediante linee commerciali aeree.

Nella vita coloniale va ricordato il successo ottenuto dalla Missione del Duca degli Abruzzi nell'Etiopia. Come è noto, il Duca si è recato in forma ufficiale presso la Corte Abissina a restituire a nome del Re d'Italia la visita fatta qualche anno fa a Roma dal Reggente Ras Tafari.

Il ricevimento ha avuto caratteristiche di eccezionale cordialità e di solenne festosità quali poche volte la Corte abissina ha usato verso personalità straniere. Nei discorsi che si sono tenuti, venne volutamente e chiaramente sottolineata la cordialità di rapporti e la reciproca fiducia che regna fra i due Paesi, quasi a risposta indiretta alle manovre di certa stampa e di certe Cancellerie estere.

\*

Il rapido movimento di rivalutazione della lira non può a meno naturalmente di influire sensibilmente sull'andamento del commercio estero italiano. Tuttavia bisogna riconoscere che gli effetti nocivi nei riguardi della esportazione sono inferiori a quanto potrebbe logicamente attendersi. Ciò torna indubbiamente ad onore della capacità organizzativa e della abilità commerciale dei nostri industriali ed anche della bontà del prodotto italiano in generale. Infatti secondo i dati pubblicati dall'Istituto Nazionale delle Esportazioni, estendendo l'esame ai primi tre mesi dell'anno in corso, si osserva che le esportazioni nel primo trimestre 1927 sono state di 80.191.649 lire inferiori a quelle verificatesi nel corrispondente periodo dell'anno precedente; tale diminuzione corrisponde ad una percentuale del 2 per cento. Valori ufficiali relativi al primo quadrimestre danno come importo totale delle esportazioni nei quattro mesi dal gennaio alla fine aprile, L. 5 miliardi 250.432.026; durante l'aprile 1927 le esportazioni sono state dal 7 per cento inferiori a quelle dell'aprile 1926.

Tale diminuzione delle esportazioni se pur spiacevole e tale da meritare di richiamare ogni sforzo per superarla, non incide dannosamente sulla nostra bilancia commerciale, essendo largamente compensata dalla diminuzione delle importazioni.

Infatti nel primo trimestre dell'anno in corso, le importazioni sono state di ben 436.460.935 lire inferiori a quelle del primo trimestre 1926, presentando quindi una contrazione che corrisponde al 6,6 per cento. Cosicché mentre nel primo trimestre 1926 il rapporto delle esportazioni alle importazioni era di 60,6 a 100, nel primo trimestre 1927 tale rapporto è aumentato a 63,6 a 100.

Nell'aprile il movimento si è accentuato. Infatti le importazioni dal 1° gennaio al 30 aprile sono valutate in 8.129.189.513; si è avuta cioè una eccedenza delle importazioni sulle esportazioni di L. 2.898.757.487 che segna un miglioramento di ben 754 milioni sull'eccedenza verificatasi nel primo quadrimestre del 1926. Nel solo mese di aprile, la contrazione delle importazioni è stata di circa il 20 per cento.

Questo movimento delle importazioni deve essere seguito con grande attenzione perchè se esso è confortante nei riguardi dell'andamento della bilancia dei pagamenti dell'estero può nascondere evidentemente i sintomi di una futura grave minaccia qualora la contrazione si verificasse nelle voci relative alle materie prime delle industrie.

A favorire l'esportazione, il Governo ha studiato un provvedimento legislativo per concedere agli industriali, entro certi limiti, la garanzia dei crediti per l'esportazione. Naturalmente tale garanzia sarà limitata agli affari di riconosciuta importanza per l'economia nazionale. La garanzia dello Stato può essere concessa fino ad un massimo del 65 per cento del credito accordato dall'industriale italiano all'importatore estero; il rimanente 35 per cento rimane a carico dell'esportatore italiano.

Fra le voci del movimento commerciale coll'estero ha sempre singolare importanza quella dei prodotti siderurgici. La importazione di ferro e acciaio segna una notevole contrazione nei primi mesi dell'anno ciò che farebbe prevedere per tutto l'anno una importazione totale di circa 200.000 tonnellate contro le 362.000 del 1926 e delle 552.000 del 1925. La produzione nazionale che è stata di 1.800.000 tonnellate nel 1925 e di 1.700.000 tonnellate nel 1926 si prevede in questo anno in 1.500.000 tonnellate.

E' curioso quindi osservare come, pur in un periodo di grande fervore industriale e di grande attività generale della Nazione, l'Italia al contrario di tutti gli altri Paesi europei vada diminuendo il consumo di ferro e di acciaio.

Parlando di scambi di ricchezza coll'estero conviene ricordare che continua la gragnuola dei prestiti dall'estero. E' veramente il caso di chiedersi se l'abbondanza non sia eccessiva e se non sia questo il momento di porre un punto fermo a questo andazzo.

La Società Idroelettrica dell'Isarco, che ha in costruzione come è noto, la grande centrale di Cardano, ha emesso a New York un prestito in obbligazioni al 7 per cento che, messo sul mercato a 93,5 per cento è stato prontamente e largamente coperto. Anche i Comuni fanno a gara per contrarre prestiti. Genova ha negoziato un prestito di cinque milioni e mezzo di dollari al tasso del 5 per cento con scadenza semestrali rinnovabili; l'apertura del credito è fatta sulla base di 99,25 cioè con uno scarto veramente minimo. Sui cinque milioni e mezzo di dollari, un milione carà concesso in prestito dal Comune di Genova a quello di Brescia. E' da notare che le condizioni del prestito sono veramente eccezionalmente favorevoli ciò che attesta ancora una volta la fiducia del credito americano nella nostra struttura economica.

Il movimento della nostra marina mercantile continua intenso e la flotta nazionale tende a divenire sempre più una delle principali fonti di ricchezza del Paese, riprendendo le gloriose tradizioni della storia. E' certo che il pagamento dei noli marittimi alle nostre navi va divenendo una delle voci più importanti nel saldo dei nostri pagamenti coll'estero. Al primo aprile scorso, il naviglio in disarmo nei nostri porti per ragioni economiche ammontava a 47 piroscafi per 71.302 tonnellate, pari cioè soltanto al 2,26 per cento del tonnellaggio totale iscritto.

Anche circa l'intensità di traffico delle nostre ferrovie, si sono pubblicate notizie ufficiali interessanti. Risulta infatti che la nostra rete ferroviaria ha raggiunto una intensità di traffico che è pari al 78 per cento di quella della rete germanica e che è il 146 per cento di quello della rete svizzera. Sono dati soddisfacenti quando si tenga presente il grado di sviluppo industriale dei Paesi messi a confronto.

\*

La rapida fortissima rivalutazione della lira avvenuta in questi ultimi tempi ha impresso una fisionomia del tutto caratteristica alla vita finanziaria ed economica italiana dello scorso mese.

Tutta l'attenzione così degli industriali e dei commercianti, come anche degli uomini di finanza, e prima di tutti l'attenzione del Governo si è concentrata sui gravissimi problemi che il rapido variare della potenza di acquisto della moneta fa sorgere.

E' evidente che il delinearsi così rapido dello spostamento del valore del denaro crea una situazione di instabilità e di squilibrio la quale può essere, anziché benefica, grandemente dannosa se essa non è dominata con energia e con oculatezza. Naturalmente il prezzo delle cose non si adegua subito al mutato valore del denaro e ciò crea delle sperequazioni e delle difficoltà momentanee che solo la volontaria collaborazione di tutti può far superare felicemente. Occorre cioè

superare il periodo di transizione dipendente dalla tendenza alla stabilizzazione nei prezzi vincendone quella specie di isteresi dipendente da moltissime cause fra cui non ultime quelle d'origine psicologica. Quanto più rapidamente tale periodo potrà essere superato tanto più felicemente ne risentirà l'economia nazionale e tanto più sensibili saranno per l'interesse generale e per quello dei singoli le ripercussioni della rivalutazione della lira.

Il Governo ha cercato di superare di slancio il difficile periodo, chiamando a collaborare tutti i cittadini per la riuscita di questa fase ultima ma capitale dell'attuale battaglia della lira, ed intervenendo esso stesso direttamente con provvedimenti di diverso genere intesi a facilitare l'assessamento delle industrie sulla nuova base monetaria e ad incitare specialmente il commercio perchè si metta prontamente all'altezza della situazione.

Come l'On. Mussolini ha chiaramente posto in un suo discorso al Parlamento, la quotazione di circa 90 sulla quale la nostra lira sta in questi giorni oscillando rispetto alla sterlina non deve intendersi come un punto morto e nemmeno come una tappa verso una marcia che debba essere subito continuata verso nuova e maggiore rivalutazione. Giustamente il Capo del Governo ha rappresentato questa quotazione come una battuta di pausa sulla quale la lira dovrà arrestarsi per un tempo bastante affinché tutte le forze economiche del Paese abbiano potuto adeguarsi al nuovo valore. Dopo di che la marcia al rialzo dovrà essere ripresa.

Questo costituisce un monito serio a quei commercianti o a quelli industriali meno avveduti che pretenderebbero di prescindere dalla situazione che si è venuta creando e vogliono cercare di mantenere le posizioni ormai sorpassate.

Una resistenza attuale non farebbe che rendere peggiore e più difficile la loro situazione quando la lira subirà nuovi spostamenti. Il momento richiede indubbiamente dei sacrifici da tutti i cittadini ma il risultato di tale sforzo appare ormai così sicuro che esso merita veramente di essere compiuto.

Il Governo da parte sua ha cominciato col richiedere il primo sacrificio ai propri impiegati deliberando una diminuzione della indennità caro viveri in relazione all'aumentato valore della lira. Il sacrificio accettato con lodevole disciplina dagli impiegati statali è stato di esempio per molte altre classi di lavoratori manuali o intellettuali pei quali sono state ridotti i compensi pel loro lavoro.

Poichè però ciò si risolverebbe in una palese ingiustizia qualora non vi corrispondesse una reale diminuzione nei costi della vita il Governo ha svolto un'azione ampia ed efficace per influire sul livello dei prezzi al minuto i quali apparivano artificiosamente troppo tardi nel seguire le diminuzioni effettivamente verificatesi da tempo nei prezzi all'ingrosso. Questa azione è stata seguita vivacemente dalle autorità locali dei Comuni e delle Provincie e si è estrinsecata in una serie di provvedimenti, presi per la maggior parte d'accordo colle classi commerciali interessate, per il ribasso di molte merci.

L'azione, che urta naturalmente contro gravi difficoltà di vario genere, è tutt'ora nel suo svolgimento e non è possibile dire fino a quale limite la sua efficacia passa realmente giungere o rendersi sensibile pel consumatore. Certo, alcuni risultati tangibili si sono già ottenuti, e il fatto concomitante della rivalutazione della lira e della diminuzione dei prezzi all'ingrosso dovrebbe rendere inevitabile a non lunga scadenza un movimento al ribasso anche nei prezzi di rivendita.

Particolarmente interessante è stata la questione degli affitti degli stabili, questione che, come è noto a tutti, non aveva ancora trovato la sua sistemazione definitiva dopo la guerra e che ora la variazione di valore della moneta rimette in piena discussione. Il Governo ha manifestato la sua ferma intenzione che gli affitti attuali si adeguino alla base dell'ante guerra e del valore attuale della lira e in tale senso sono annunciati anche dei provvedimenti legislativi che varranno a sopprimere le molteplici discussioni che il problema ha nuovamente fatto sorgere.

Altra questione di capitale importanza è quello dei servizi pubblici. Pur troppo, come abbiamo già fatto notare nelle precedenti Note, la situazione finanziaria degli Enti locali, Comuni e Provincie, è tutt'altro che florida e non è quindi da aspettarsi che si possa da parte di tali Enti addivenire all'abbandono di un qualunque cespite d'entrata. Tuttavia per secondare il movimento generale impresso dal Governo all'economia nazionale, i maggiori Comuni hanno stabilito di diminuire il prezzo di uno dei servizi pubblici dedicando gli avanzati utili derivanti dall'esercizio degli altri servizi a coprire il deficit che potrà verificarsi in quello prescelto per la diminuzione.

Quanto alle Ferrovie dello Stato anch'esse si trovano quest'anno in una situazione delicata per causa delle conseguenze dello sciopero minerario inglese il quale ha portata alla necessità di maggiori spese per acquisti di carbone, maggiori spese valutate a parecchie decine di milioni di lire. Non può quindi pensarsi ad una diminuzione generale delle tariffe che minaccerebbe di riportare l'azienda in condizioni di deficit.

Tuttavia con molta oculatezza sono state disposte delle riduzioni parziali di alcune voci della tariffa dei trasporti. Tali riduzioni sono dirette specialmente a favorire le industrie per rendere ad esse più agevole di adeguare i prezzi dei prodotti alle nuove esigenze del valore della valuta diminuendo gli oneri di trasporto gravanti sulle materie prime od anche sui prodotti finiti.

Particolare cura si è avuta nel favorire la esportazione dei prodotti italiani all'estero, riducendo almeno in parte la condizione di disagio che ad essa viene creata dalla rivalutazione della lira. A tale scopo si è concessa una riduzione del 15 per cento sulle tariffe dei tra-

sporti interni per le merci di produzione nazionale e destinate a Paesi esteri.

Vi è insomma tutto un fervore di iniziative e di provvedimenti i quali bisogna sperare possano sortire l'effetto desiderato permettendo che il passaggio dal vecchio al nuovo livello dei valori della lira possa avvenire senza scosse dolorose.

\*

La rivalutazione della lira fa sentire naturalmente i suoi effetti in modo diretto anche sul movimento delle entrate dello Stato. Abbiamo accennato in precedenti Note come si manifestasse un arresto nell'incremento delle entrate e come anzi per alcune di esse si delineasse un movimento di contrazione.

Il fenomeno, come poteva aspettarsi, è continuato nel mese di aprile. Infatti durante l'aprile di quest'anno il gettito delle entrate principali è rimasto inferiore per 61 milioni al gettito verificatosi nell'aprile 1926. Sono diminuite di 21 milioni le imposte dirette, di 22 milioni le tasse sugli scambi della ricchezza; di 44 milioni le tasse sui consumi. La pressione fiscale nel suo complesso tende cioè ad adeguarsi al cresciuto valore della moneta.

In promettente sviluppo si mantiene invece la imposta di ricchezza mobile la quale è certamente ancora suscettibile di maggiori gettiti in modo speciale in ragione del largo campo ancora disponibile per nuovi accertamenti. Questa imposta si va veramente definendo come l'imposta base del nostro sistema fiscale e ad essa va rivolgendosi sempre più l'attenzione degli agenti fiscali per la compilazione di ruoli che vanno facendosi di giorno in giorno più completi. Nell'aprile 1927 si sono incassati per l'imposta di ricchezza mobile, 65 milioni di lire in più dell'aprile 1926.

Pure in aumento si mantiene la complementare sul reddito per circa 10 milioni.

La privative continuano anch'esse a dare un gettito sempre più abbondante. I tabacchi, durante il mese di aprile hanno presentato un maggiore introito di 20 milioni di lire in confronto al corrispondente mese dello scorso anno, sebbene nell'aprile 1926 si ripercuotesse l'effetto dell'inasprimento della tariffa. Dal 1° luglio 1926 al 30 aprile 1927 ossia nei primi dieci mesi dell'esercizio che ora volge al termine, si sono introitati per i tabacchi 265 milioni in più che nei primi dieci mesi dell'esercizio precedente; questo incremento è il più forte che si sia da parecchio tempo verificato nello stesso periodo di dieci mesi. Infatti l'incremento era stato di 183 milioni nei primi dieci mesi del 1925-26; di 151 milioni nel 1924-25; di 152 milioni nel 1923-24; di 177 milioni nel 1922-23, ecc.

Complessivamente si può prevedere che nell'intero esercizio in corso, l'Azienda dei tabacchi farà introitare allo Stato circa tre miliardi e mezzo di lire. Da parte ufficiale si fa giustamente notare come questo incremento in una spesa puramente voluttuosa stia a dimostrare che sono infondate le voci di un diffuso malessere finanziario nelle diverse classi dei cittadini.

Fra le imposte sulla produzione vi sono alcune voci che segnano diminuzione, come sarebbe quella sugli spiriti per 7 milioni e quella sullo zucchero per 27 milioni, mentre sono in aumento altre voci, come l'imposta sulla birra, sul gas illuminante, sull'energia elettrica, sull'olio di semi, ecc. L'addizionale sul vino e sulle bevande alcoliche segna pure una diminuzione di circa tre milioni di lire.

Le dogane e i diritti marittimi sono anch'essi in sensibile contrazione segnando una diminuzione di 14 milioni nel mese; fa eccezione la imposta sul grano.

Sono invece in aumento le sopratasse di confine per due milioni, il dazio sull'importazione del grano per tre milioni e l'imposta sul consumo del caffè per cinque milioni.

Considerando nel loro insieme le entrate principali, ad onta della rivalutazione della lira e della conseguente diminuzione di alcune voci, l'introito complessivo durante i primi dieci mesi dell'esercizio in corso è stato di 431 milioni superiore a quello verificatosi nello stesso periodo dell'esercizio precedente.

E' chiaro però che la rivalutazione della lira va creando una situazione di sempre maggiore delicatezza che deve essere accuratamente sorvegliata e che impone una severa politica delle spese per difendere quella conquista inalienabile che è il bilancio in avanzo.

Il conto del Tesoro al 30 aprile dà i seguenti risultati.

Il bilancio segnava a tale data un avanzo effettivo di 225 milioni, superando così di 97 milioni le previsioni fatte per tale periodo. Tenendo conto nel modo più volte accennato delle spese per costruzioni ferroviarie e dello stanziamento per la riduzione della circolazione, l'avanzo di bilancio al 30 aprile 1927 doveva essere valutato a 880 milioni da confrontarsi coi 668 milioni di avanzo che si avevano alla stessa data dell'anno precedente.

Gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie nei primi dieci mesi dell'esercizio in corso sono stati di 16.707 milioni, mentre le spese ordinarie e straordinarie sono salite nello stesso periodo a circa 15.406 milioni di lire. Si è quindi verificata una eccedenza attiva di 1.300 milioni.

Il fondo generale di cassa al 30 aprile scorso ammontava a 2369 milioni di lire.

I debiti pubblici interni che all'inizio dell'esercizio 1926-27 erano di 91.309 milioni, sono discesi a 84.070 milioni, segnando quindi nei dieci mesi una diminuzione di 7.230 milioni, prescindendo dalla operazione della conversione dei Buoni del Tesoro e del Prestito del Littorio.

La circolazione complessiva, di Stato e bancaria, che era di 19.438 milioni al 31 marzo 1927, segnando già una diminuzione di 140 milioni rispetto al 28 febbraio, si è ulteriormente contratta riducendosi a 19.291 milioni, diminuendo cioè di 147 milioni durante il mese di aprile. A tale diminuzione partecipa per 50 milioni la circolazione di Stato che è passata da 1763 milioni a 1713 milioni.

Il movimento delle riserve auree della Banca d'Italia segna un andamento confortante. Da qualche mese è, cioè in esecuzione un piano di incremento delle riserve che ha già raggiunto risultati sensibili.

Come è noto nel settembre dello scorso anno si era compiuta la operazione finanziaria per la quale passavano alla riserva aurea della Banca d'Italia 464 milioni di lire-oro corrispondenti ai 90 milioni di dollari del prestito Morgan, contro una diminuzione di 2500 milioni di lire nel debito dello Stato verso la Banca.

Nel successivo mese di ottobre le riserve della Banca d'Italia subivano un altro aumento di 15 milioni di lire oro, e successivamente nel novembre ammontavano ancora di 28 milioni di lire-oro; e poi di 17 milioni di lire-oro nel dicembre, di 35 milioni-oro nel gennaio 1927, di 68 milioni-oro nel febbraio, di 32 milioni-oro nel marzo e di 67 milioni dal 1° al 20 aprile.

Complessivamente quindi dal 1° settembre al 20 aprile 1927, le riserve auree della Banca d'Italia aumentavano di 734 milioni di lire oro, che è come dire aumentavano del 38 per cento. E precisamente sono aumentati di 17 milioni i pezzi d'oro (1,5 %), di 721 milioni le valute pregiate; è invece diminuito di quattro milioni l'argento in cassa. Al 20 aprile la riserva aurea o equiparata della Banca d'Italia ammontava in totale a 2681 milioni di lire-oro; dall'agosto 1926 al 20 aprile 1927 il rapporto della riserva alla circolazione è passato dall'11 al 16 per cento.

\*

Nello scorso mese di giugno sono stati presi alcuni provvedimenti di carattere economico e finanziario che vogliamo qui ricordare.

Il Consiglio dei Ministri ha approvato uno schema di provvedimento proposto dal Ministro dell'Economia Nazionale sui Consigli Provinciali dell'Economia. Con questo provvedimento, i Consigli Provinciali diventano organi periferici strettamente legati alle funzioni governative e attrezzati in modo adeguato alle necessità delle singole provincie. I Consigli dovranno regolarmente essere costituiti entro il 1927 in tutte le provincie coi relativi Uffici provinciali dell'Economia che sono organi esecutivi dei Consigli stessi e nello stesso tempo sono organi locali del Ministero dell'Economia Nazionale.

Il Ministro dell'Economia ha provveduto all'insediamento del Consiglio Superiore delle Miniere, riordinato secondo le nuove disposizioni di legge. La ripresa di attività che il Governo ha iniziato circa le ricerche e gli sfruttamenti minerari, rendono l'opera del nuovo Consiglio veramente utile e proficua per evitare inutili dispendimenti di energie e vani consumi di spese e di iniziative come sarebbe facilmente accaduto senza un organo competente che controllasse l'opera dei singoli.

Col 19 maggio si è chiuso il primo anno di attività della Azienda Generale Italiana dei Petroli. L'Azienda si è imposta fortemente sul mercato del petrolio e degli olii combustibili minerali, controllando direttamente circa un terzo della intera importazione di tali combustibili liquidi: essa funziona perciò anche come efficace elemento moderatore dei prezzi. L'Azienda ha poi preso una larga partecipazione nell'industria romana del petrolio dove una Società nella quale l'A. G. I. P. è interessata, ha ottenuto la concessione di sfruttamento di una zona che viene giudicata molto promettente dai tecnici.

Come abbiamo altra volta accennato è stato iniziato e parzialmente eseguito un programma di sondaggi e di ricerche geofisiche in parecchie zone italiane dove le ricerche parevano presentarsi più promettenti; è ancora troppo presto per giudicare dei risultati pratici raggiungibili.

Fra le attività tecnico-economiche ricordiamo ancora il Congresso dei tecnici agricoli italiani tenutosi a Roma e che ha esaminato i più importanti problemi della organizzazione agricola italiana e i provvedimenti più utili per l'incremento di questa produzione così essenziale per la vita del Paese.

\*

La cronaca delle nostre Borse perservera in quella alternativa di alti e bassi che ormai è divenuta da gran tempo caratteristica. Di quando in quando il mercato sembra risvegliarsi e una improvvisa animazione pervade per pochi giorni, talora per poche ore, il mercato. Ma ben presto ritorna a dominare la svogliatezza e le quotazioni si rifanno pesanti.

Non è l'abbondanza del denaro che manchi, come è dimostrato dalla facilità con cui si effettuano i riporti a fine a mese ma ciò non giova a dare alle quotazioni un migliore orientamento.

L'analisi del comportamento dei singoli titoli non presenta perciò che ben scarso interesse.

I titoli di Stato si difendono in generale abbastanza bene dalle cattive tendenze del mercato e non cambiano molto le loro quotazioni medie, pur attraverso oscillazioni di poca ampiezza.

Più pesanti i titoli Bancari i quali tutti registrano delle perdite più o meno sensibili. Il comparto è stato alquanto movimentato ed ha avuto momenti di grande pesantezza susseguiti da momenti di vivace ripresa. Il risultato tuttavia è nettamente in perdita per tutti i titoli.

Falcidie generali e sensibili si notano anche nel gruppo dei tessili, sebbene in misura disuguale. Non si sottraggono nemmeno le Cantoni che da 3300 declinano fino a 3000.

Cedenti su tutta la linea anche i titoli meccanici e metallurgici compresi quelli automobilistici. In ribasso, ad onta di qualche tentativo di difesa, sono pure i titoli dei trasporti.

Gli immobiliari in genere, come anche i saccariferi e gli alimentari segnano falcidie notevoli.

Poco trattati ma con tendenza pesante, i titoli di esportazione.

Il comportamento dei titoli elettrici si può desumere dallo specchio seguente.

RENATO SAN NICOLO'.

\*

#### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di maggio 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	557	542	530
Lombarda . . . . .	500	810	780	759
Bresciana . . . . .	100	212	210	197
Adamello . . . . .	200	225	216	211
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	100	99	97
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	250	235	227
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	242	235	233
Adriatica . . . . .	100	213	202	196
Negri . . . . .	100	190	180	180
Ligure Toscana . . . . .	200	226	220	220
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	102	95	97
Elettrica Brioschi . . . . .	250	375	365	360
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	38	35	36
Forze Idrauliche Crespi . . . . .	250	397	385	385
Elettrica Valdarno . . . . .	100	129	125	125
Tirso . . . . .	250	165	159	156
Terni . . . . .	400	390	367	364
Meridionale di Elettricità . . . . .	250	265	251	246
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	143	139	135
Dinamo . . . . .	100	115	111	110

\*

#### Prezzi dei materiali nella prima settimana di giugno 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>	
Cardiff primario . . . . .	L. 210,— a L. 220,— alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,— " " —,— " "
Americano . . . . .	200,— " " 205,— " "
Slesia . . . . .	185,— " " 190,— " "
Sarre . . . . .	155,— " " 175,— " "
<b>Antraciti</b>	
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	315,— " " 320,— " "
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	300,— " " 310,— " "
<b>Coke</b>	
Coke da gas nazionale . . . . .	245,— " " 250,— " "
Coke da gas inglese . . . . .	235,— " " 240,— " "
Coke metallurgico inglese o italiano di Savona . . . . .	245,— " " 250,— " "
Petrolio . . . . .	240,— " " 295,— al quint.
<b>Nafta</b>	
Per Diesel . . . . .	535,— " " 565,— alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,— " " 530,— " "
Benzina in fusti . . . . .	310,— " " 370,— al quint.

##### METALLI

<b>Ghisa</b>	
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 620,— a L. 640,— alla tonn.
Middlesbrø N. 3 . . . . .	520,— " " 530,— " "
Ematite . . . . .	570,— " " 580,— " "
Lussemburgo-Lorena . . . . .	480,— " " 490,— " "
<b>Ferro</b>	
Laminato omogeneo . . . . .	109,50 " " —,— al quint.
Poutrelles . . . . .	103,50 " " —,— " "
Lamiere da 8 mm. in più . . . . .	115,— " " —,— " "
Tubi per gas . . . . .	235,— " " —,— " "
<b>Acciaio</b>	
Rapido per utensili . . . . .	1250,— " " 4500,— " "
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,— " " 220,— " "
<b>Rame</b>	
Elettrolitico . . . . .	640,— " " 660,— " "
In fogli comune . . . . .	930,— " " 950,— " "
In barre tonde e quadre . . . . .	880,— " " 900,— " "
Stagno in pani . . . . .	2800,— " " 2850,— " "
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	330,— " " 340,— " "
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	275,— " " 285,— " "
Antimonio in pani . . . . .	770,— " " 780,— " "
Ottone in barre . . . . .	670,— " " 690,— " "

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Prof. Ing. L. SANTARELLA. — *Il cemento armato nelle costruzioni civili e industriali*. — Milano - Hoepli - Seconda edizione, 1927, vol. I, pag. 687 — L. 75.

L'ottimo Trattato dell'Ing. Santarella è arrivato dopo poco più di un anno, alla sua nuova edizione. Ciò testimonia in modo evidente la favorevole accoglienza che esso ha incontrato nel mondo dei tecnici.

Il libro è stato dall'A., con lodevole diligenza, ampiamente rimaneggiato e portato al livello degli ultimi progressi compiuti e adattato alle recenti Norme Ministeriali per i cementi armati. Mentre alcune parti sono state opportunamente alleggerite, oltre hanno trovato maggiore sviluppo. L'accresciuta mole dell'opera ha indotto a dividerla in due volumi, oltre ad un terzo volume costituito dalla raccolta di tavole.

Il primo volume che ora si presenta comprende la trattazione generale dei metodi costruttivi in cemento armato, mentre nel secondo volume saranno comprese le descrizioni monografiche di alcune importanti costruzioni eseguite. Anche questo primo volume tuttavia, ha un netto carattere applicativo.

\*

ENTE AUTONOMO PER L'AQUEDOTTO PUGLIESE. — *Relazione al Parlamento sull'andamento dell'Azienda durante l'anno 1926 - IV*.

Lo sviluppo progressivo di questa opera poderosa è illustrato ancora una volta nella Relazione annuale pubblicata dalla Amministrazione dell'Ente. Il volume costituisce un'ampia e completa documentazione dei lavori svolti durante l'anno.

Nel 1926 vennero allacciati altri 13 Comuni, alcuni dei quali molto importanti; vennero complessivamente approvati lavori per 114 milioni di lire. Viene data notizia anche di molteplici altre iniziative diverse assunte dall'Ente.

Dalla Relazione emerge l'importanza dei lavori di riparazione delle gallerie principali delle quali si sono ormai riparati 59 chilometri mentre ne restano ancora da rifare 21 chilometri. Questi lavori costituiscono un onere gravissimo che giova sperare sia assolutamente eccezionale. Molte tabelle e nitidi diagrammi completano opportunamente l'interessante volume.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI MILANO

La sera del 3 giugno ebbe luogo l'assemblea generale ordinaria dei soci convocati col seguente:

#### Ordine del Giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza.
- 2) Discussione e approvazione dei bilanci.
- 3) Rinnovazione delle cariche sociali. Scadono di carica: il Cassiere (Gorla Ing. Comm. Giuseppe) rieleggibile; due Consiglieri della Sezione (Cocco Ing. Vittorio - De Andreis On. Ing. Luigi) non rieleggibili alla stessa carica; quindici Consiglieri Delegati alla Sede Centrale (Allocchio Ing. Antonio - Bonomi Ing. Gaetano - Proggi Ing. Silvio - Carcano Ing. Francesco Emilio - Crespi Ing. Alberto - Danusso Ing. Prof. Arturo - Ferrerio Ing. Piero - Furlanelli Ing. Lorenzo - Ganassini Ing. Prof. Gaetano - Gasparoni Ing. Luigi - Locatelli Ing. Giuseppe - Palandri Ing. Fabio - Rebora Ing. Prof. Gino - Rosnati Ing. Luigi - Semenza Ing. Marco) non rieleggibili alla stessa carica. i Revisori effettivi (Bòzzolo Ing. Giambattista - Quadrio Ing. Prof. Antonio - Solari Ing. Carlo) rieleggibili; i Revisori supplenti (Bonazzi Dott. Ottaviano - Faletti Ing. Noverino) rieleggibili.
- 4) Nell'intento di avviare quella discussione sulle Norme che la Presidenza dell'A. E. I. e la Presidenza del Comitato Elettrotecnico Italiano desiderano quanto possibile ampia, il collega Prof. Angelo Barbagelata esporrà alcune considerazioni sulla nuova edizione delle « Norme per le macchine ».

In assenza del Presidente Ing. L. Emanuelli, trattenuto all'estero per la posa del cavo telefonico Spagna-Malaga, presiede l'Assemblea il vice Presidente, Ing. F. Manfredi, il quale apre la seduta facendo un breve riassunto della attività della Sezione nell'anno decorso, esponendo i dati relativi al movimento ed incremento dei soci e ricor-



dando il nome dei soci iscritti alla Sezione di Milano, defunti dopo l'ultima assemblea generale del marzo 1926: Brunetti Ing. Camillo; Grassi Ing. Alessandro; Giovaninetti Mario; Quarena Ing. Giovanni; Schilling Ing. Alfonso; Tajariol Angelo; Taveggia Ing. Angelo.

Passando quindi al bilancio consuntivo 1926 e preventivo 1927, dei quali tutti i soci hanno ricevuto copia, dichiara aperta la discussione sui bilanci stessi.

I bilanci vengono approvati dalla assemblea.

Il Presidente comunica all'assemblea i nomi dei membri che scendono per anzianità alle varie cariche sociali, ed indice le elezioni per la loro rinnovazione a termini del Regolamento della Sezione.

L'Ing. Comm. A. Tacani propone che venga votata per acclamazione una lista proposta da un gruppo di soci.

La proposta è approvata e vengono quindi eletti per acclamazione i Signori:

*Cassiere*: Gorla Ing. Comm. Giuseppe;

*Consiglieri della Sezione*: Locatelli Ing. Giuseppe; Reborà Ing. Prof. Cav. Uff. Gino.

*Consiglieri Delegati alla Sede Centrale*: Bacchini Ing. Cesare; Banfi Ing. Comm. Enrico; Bellincioni Ing. Cav. Giovanni; Campos Ing. Gino; Clerici Ing. Comm. Carlo; Cocco Ing. Vittorio; Covi Ing. Adolfo; De Andreis On. Ing. Luigi; Giorgi Ing. Gualtiero; Norsa Ing. Comm. Renzo; Palestino Ing. Cav. Gustavo; Pirelli Dott. Gr. Uff. Alberto; Putato Cav. Eugenio; Rigatti Ing. Gian Antonio; Ucelli Ing. Guido.

*Revisori effettivi*: Bòzzolo Ing. Giambattista; Quadrio Ing. Prof. Antonio; Solari Ing. Carlo.

*Revisori supplenti*: Bonazzi Dott. Ottavio; Faletti Ing. Noverino.

Il Presidente infine prega il Prof. Barbagelata di voler esporre all'Assemblea le considerazioni sulla nuova edizione delle *Norme per le macchine*, di cui all'ordine del giorno.

Il Prof. Barbagelata, parlando prima nella sua qualità di Segretario del Comitato Elettrotecnico Italiano, ricorda come tanto la Presidenza del Comitato stesso quanto quella generale dell'A. E. I. desiderino vivamente che intorno alle Norme si discuta nelle Sezioni colla massima ampiezza, data l'importanza veramente nazionale della compilazione delle Norme.

Lo statuto del Comitato Elettrotecnico è stato due anni or sono modificato, in modo che esso risulta composto per un terzo di costruttori, per un terzo di esercenti e per un terzo di professori e consulenti, in modo da avere un notevole equilibrio fra i diversi interessi; ma è solo colla collaborazione attiva di tutti gli interessati che le Norme potranno via via perfezionarsi ed acquistare la necessaria autorità. Il Comitato Elettrotecnico Italiano sarà pertanto lieto di ricevere da chiunque, critiche, osservazioni, suggerimenti, di cui terrà il massimo conto.

Dopo di che il Prof. Barbagelata, parlando come semplice tecnico, passa in rassegna la nuova edizione delle Norme Macchine, mettendo in evidenza i criteri seguiti per esse, i punti che furono oggetto di maggiore discussione e ciò che dovrà essere ulteriormente esaminato per la futura revisione.

L'esposizione Barbagelata formerà oggetto di una pubblicazione sul Giornale.

Terminata l'esposizione, si ebbe un inizio di discussioni sulla questione delle prove di isolamento fra spire. L'Ing. Vannotti riferì delle esperienze all'uopo istituite presso il Tecnomasio Italiano Brown Boveri. Sulle esperienze stesse chiesero schiarimenti e fecero osservazioni i colleghi Colombo, Pugno Vanoni, Campos e Perego.

Infine data l'ora tarda, si deliberò di rinviare la discussione ad una ulteriore adunanza.

Il Presidente Ing. Manfredi, dopo aver pregato il Prof. Barbagelata di ricordare i termini della procedura recentemente deliberata dal Consiglio generale per la revisione e l'approvazione delle Norme, raccomanda caldamente ai presenti di intervenire, portando possibilmente contributi alla discussione.

\* \*

## SEZIONE DI BOLOGNA

La Presidenza della Sezione, celebrandosi il centesimo anniversario della morte di *Alessandro Volta*, ha desiderato che il sommo Fisico venisse commemorato degnamente nella Città che si onora di avere dato i natali a Galvani, a Righi, a Marconi. Per assolvere degnamente tale compito, essa non poteva che rivolgersi alla alta competenza dell'Illustre Prof. Quirino Majorana, Direttore dell'Istituto Fisico della R. Università. Questi, aderendo molto cortesemente all'invito rivoltagli in tale senso dal Presidente Ing. Cesare Rimini, ebbe l'originale idea di presentare ai nostri soci un quadro completo delle più importanti esperienze riguardanti tutti i Capitoli della Elettrologia e del Magnetismo, atte ad illustrare l'evoluzione della Scienza elettrica dalle sue origini fino ai giorni nostri, con particolare riguardo all'opera del sommo Volta.

La eccezionale comunicazione richiamò, la sera del 25 gennaio u. s., nell'Aula Magna dell'Istituto di Fisica, ben cinquecento persone fra soci ed invitati, fra cui notavansi le più spiccate personalità della scienza, della tecnica e della vita pubblica.

L'Oratore, avuta la parola dal Presidente della Sezione, iniziò la sua interessantissima comunicazione che per ben due ore ha tenuto incatenato il folto pubblico. Non è possibile riassumere in brevi parole quanto il conferenziere ha esposto e mostrato; il nostro non sarà

che un sommario indice della chiara e dotta esposizione del Prof. Majorana.

Prima di Volta erano conosciuti alcuni semplici fenomeni elettrostatici, si arrivò a mettere insieme una rudimentale macchina elettrostatica, si conoscevano il condensatore o bottiglia di Leyda e, si può dire, null'altro.

Volta, nato nel 1745, prese a studiare tali fenomeni e appena ventenne, senza alcuna guida o maestro, si distinse già per svariati suoi lavori sull'elettricità ottenuta per strofinio, ed anche in altri campi della fisica. Inventò poi l'elettroforo, l'elettroscopio condensatore, la pistola che porta il suo nome, l'eudiometro.

Nel 1791 un altro sommo, il Galvani, annunciò la scoperta da lui fatta delle contrazioni di una rana sotto l'azione di un arco metallico che tocca i nervi sciatici ed i nervi o i muscoli crurali. Galvani sosteneva che tali contrazioni fossero dovute a elettricità animale. Volta condivise per poco tempo (forse un mese) le idee del Galvani. Ma poi si orientò verso una nuova ed originalissima teoria. La teoria del contatto: secondo questa, le contrazioni della rana sono dovute all'elettricità formatasi per i contatti dell'arco metallico, o meglio bimetallico, con la rana e in sé stesso. Largo, se pur sempre cortese, fu il dibattito fra i sostenitori della teoria del Galvani da un canto e quelli della teoria del contatto dall'altro.

Il Prof. Majorana, pur mettendo in rilievo il grande merito del Galvani ed il fatto che ancor oggi non si può escludere l'intervento di una reale traccia di elettricità animale, ricorda come il Volta, mediante l'esperienza di semplice combaciamento di due lastre di zinco e di rame, dimostrasse la effettiva formazione di elettricità indipendentemente dalla rana o da qualsiasi organismo animale.

Arrivò così il Volta, nel 1799, alla invenzione o scoperta della pila che diede luogo per la prima volta alla vera constatazione della corrente elettrica. Da questo momento, che rappresenta l'inizio della nuova era per lo sviluppo della scienza elettrica, cominciano da parte di innumerevoli scienziati di tutto il mondo, le più meravigliose scoperte intimamente connesse alle svariatisime proprietà della corrente elettrica. Cos' si scopre subito dopo, il fatto che la corrente elettrica decomponga alcuni corpi (elettroliti) come l'acqua, soluzioni, ecc., poi la formazione dell'arco voltaico (Davy). Di capitale importanza fu la scoperta dell'azione della corrente elettrica sull'ago magnetico (Oersted, 1820), azione che studiata da Ampère e poi da Sturgeon ed Henry, permise l'invenzione del telegrafo, del motore elettrico, ecc.

Attraverso la citazione di altre scoperte meno importanti, l'oratore, sempre seguito col più vivo interesse dalla massa del pubblico, arriva ad un'altra capitale scoperta: quella dell'induzione elettromagnetica (Faraday, 1831) dalla quale deriva poi la costruzione del rocchetto di Ruhmkorff e tutta la serie delle brillanti esperienze che con esso si possono fare sulla scarica elettrica in gas rarefatto, e più tardi la scoperta della dinamo (Pacinotti). Si arriva così alla tecnica delle correnti alternate, con i lavori memorabili di Galileo Ferraris sul trasformatore e sul campo rotante.

Dopo aver ricordati i fenomeni vari elettro-ottici e magneto-ottici che stabiliscono il ricercato legame fra l'ottica e l'elettrologia (effetti Faraday Kerr, Zeeman e Majorana), il Prof. Majorana prende a trattare delle oscillazioni elettriche, importantissimo capitolo della scienza elettrica cui deve la realizzazione pratica della trasmissione della parola a distanza. Egli mette dapprima in rilievo l'identità del fenomeno ottico e di quello elettromagnetico mostrando come le onde elettromagnetiche, siano governate dalle stesse leggi che reggono quelle luminose, e ricordando il contributo portato a questo proposito dal nostro Righi. Ricorda poi la meravigliosa applicazione che delle onde elettromagnetiche seppe fare il Marconi alla Radiotelegrafia, ed accenna ai successivi perfezionamenti apportati mediante l'uso di onde persistenti (Duddell, Poulsen) i quali hanno reso possibile e pratica la radiotelegrafia a grande distanza, dopo i primi tentativi eseguiti con onde smorzate e con ottimo successo dallo stesso oratore.

Nella sua rapida, ma completa, rassegna storica dello sviluppo della scienza elettrica, il Prof. Majorana prende finalmente in considerazione l'ultimo gruppo di importantissime scoperte le quali hanno permesso al fisico di penetrare, per quanto possibile, l'intima struttura della materia. Egli rammenta così la scoperta dei raggi X (Röntgen, 1895) e della radioattività (Becquerel, Curie) le quali hanno arricchito lo sperimentatore di poderose armi atte a penetrare direttamente nel minuscolo e pur tanto complesso mondo degli atomi, rendendo forse non più vana chimera l'eterno sogno degli alchimisti della trasmutazione degli elementi.

A chiusura della sua mirabile esposizione, il Prof. Majorana ricorda che l'evoluzione della scienza elettrica, ed il progresso che ne è derivato, devono attribuirsi per la maggior parte alla scoperta di Volta e conclude:

« Oggi il *torrente elettrico* di Volta, incanalato in una vastissima rete di conduttori che coprono tutte le regioni abitate e solcano il fondo degli Oceani, permette la immediata comunicazione del pensiero da un capo all'altro del globo; lanciato negli avvolgimenti dei motori, ci offre un mezzo rapidissimo di trasporto e consente su larga scala la produzione di energia meccanica; costretto a circolare in convenienti conduttori e in ambiente appropriato, ci dà la luce ed il calore; immesso in speciali circuiti e sotto determinate condizioni, eccita in nuova guisa quello stesso etere che è veicolo dei fenomeni luminosi fornendoci il mezzo di comunicare con le navi che solcano gli oceani nel più assoluto isolamento e consentendoci la trasmissione della parola senza alcun legame di carattere materiale, anche fra due località poste agli antipodi. E come se tutto questo non bastasse a saziare lo

spirito inquieto del cercatore nel suo desiderio di maggiormente penetrare i segreti della natura, è ancora lo stesso *torrente elettrico* di Volta che, dopo aver offerto all'uomo le più svariate possibilità di carattere pratico, gli fornisce sotto forma di scarica ad alta tensione i mezzi più acconci per addentrarsi vieppiù nello studio della costituzione intima della materia e risolvere così uno dei più assillanti problemi che abbiano agitato l'Umanità dalla sua creazione!

« Se non mancheranno i grandi che come Volta seppero portare la ricerca scientifica al più alto grado di perfezione, l'uomo potrà indubbiamente, nella sua diuturna lotta contro le misteriose forze della natura, strappare ancora molti segreti al dominio dell'ignoto ed avvicinarsi grado a grado a quella sublime Verità che costituisce la mèta agognata di ogni spirito eletto ».

La importante conferenza fu, come s'è detto, illustrata da numerosissime esperienze (circa un centinaio), per loro natura interessantissime, le quali, dato il modo come furono presentate, e la larga disponibilità dei mezzi con cui poterono essere eseguite dal Professore sapientemente coadiuvato da quattro dei suoi più valenti assistenti, riuscirono tutte brillantemente e lasciarono in ognuno dei presenti una durevole ed ottima impressione.

Per dare una pallida idea dell'apparato sperimentale che fu presentato all'uditorio, basti accennare che dalle più elementari esperienze sull'attrazione dell'ambra strofinata, il Conferenziere mostrò successivamente le macchine a strofinio, l'elettroforo, la macchina di Holtz con e senza condensatori, l'elettroscopio semplice, l'elettroscopio condensatore, le classiche esperienze della rana, la rivelazione delle cariche di combaciamento fra rame e zinco, la pila di Volta in tutte le sue forme, l'elettrolisi dell'acqua acidulata, delle soluzioni saline, l'arco voltaico, l'effetto Joule, le azioni elementari elettromagnetiche e magneto elettriche e loro svariate applicazioni, termoelettricità, esperienze di Arago, l'induzione elettromagnetica in tutte le sue forme, telefonia, oscillogrammi di correnti telefoniche, correnti di Foucault, campo rotante, arco parlante, effetti elettroottici (Faraday e Majorana), bottiglie di Lodge (risonanza) trasparenza e polarizzazione delle onde elettriche, telegrafia Marconi, arco Poulsen, preparazioni di tubi di scarica, scariche in tubi preparati, raggi catodici (tubi a croce, mulinello), raggi canale, luce di Wood, raggi X (Tubi Focus, scarica elettroscopio, fluorescenza), tubi ad emissione elettronica come oscillatori e come amplificatori, stazione radiotelefonica, radioattività.

La fine della eccezionale conferenza fu salutata da una interminabile ovazione all'illustre Oratore, il quale ricevette le più significative congratulazioni da parte di tutte le numerose personalità presenti.

\* \*

## SEZIONE DI ROMA

La sera di venerdì 20 maggio, il Presidente, Prof. Ing. Riccardo Salvadori, ha eseguito e illustrato alcune esperienze di radio-trasmissione delle immagini e ha parlato della televisione.

L'interesse della conferenza e delle esperienze, e il nome del Conferenziere avevano richiamato nella sala letteralmente gremita, un pubblico eletto di personalità, di tecnici, di amatori di radio e moltissime gentili signore.

Il Presidente ringraziati brevemente gli intervenuti, ha fatto una breve sintesi dell'enorme progresso tecnico e scientifico che si è compiuto nel periodo corrispondente alla odierna generazione, e ha messo in evidenza l'importanza che per il progresso della civiltà assume l'ultima applicazione della trasmissione radio per la telegrafia delle immagini e per la televisione: la trasmissione elettrica delle immagini, oltre a fornire il mezzo per il rapido recapito dei fac-simili ed autografi, rappresenta infatti un perfezionamento enorme dell'odierna telegrafia in quanto può consentire per essa velocità di trasmissione di varie migliaia di parole al minuto senza la possibilità di errori; ciò porterà anzi una vera rivoluzione nei mezzi rapidi di corrispondenza a grande distanza con straordinaria riduzione di tariffe, pur potendosi mantenere il più rigoroso segreto telegrafico.

Egli ha fatto osservare inoltre che tutti questi sistemi richiedono successioni di impulsi elettrici a grandissima velocità e in numero grandissimo non consentiti che dalla radiotelegrafia per l'assenza di linee: la televisione ha quindi avuto un felice risultato solo dopo Marconi.

Il Conferenziere ha esaminato quindi nelle sue diverse parti il fenomeno della trasmissione. Ha considerato anzi tutto in qual modo avviene la trasformazione delle varie tinte possedute da una fotografia nei molteplici elementi che la costituiscono in altrettante ondulazioni elettriche, e ha descritto minutamente nella sua costituzione e nelle sue caratteristiche la cella fotoelettrica. E' passato quindi a descrivere il modo in cui avviene la modulazione della emissione di una stazione radio, per parte delle ondulazioni così generate dalla cella, analoga a quanto avviene nelle ordinarie trasmissioni radiotelefoniche, e, arrivando infine alla stazione ricevitrice, ha considerato la trasmissione del fenomeno elettromagnetico nel fenomeno ottico per mezzo della cella di Keer, dei tubi a Neon, che ha esaminato minutamente completando la descrizione per mezzo di numerose e lucide proiezioni.

Ha mostrato poi i risultati di molti esperimenti eseguiti fra Lipsia e Berlino e a Buenos Ayres, e reso conto di prove veramente interessanti a cui egli ha assistito per la regolare trasmissione Berlino-Roma.

Passando quindi a parlare della televisione ha descritto minutamente e illustrato con proiezioni la costituzione degli apparecchi necessari per la trasmissione e per la ricezione delle immagini. Ha letto infine il resoconto della Assemblea tenutasi nell'aprile passato a New York nella quale il discorso inaugurale del Presidente fu tenuto... dalla sua effigie trasmessa appunto per via radio e ascoltata da un alto parlante giacché egli si trovava a Washington.

Il Conferenziere, superando in maniera veramente encomiabile la difficoltà derivante dalla eterogeneità del pubblico che ascoltava, ha parlato così per oltre un'ora e mezza in maniera piana e intelligibile anche a chi non era specializzato nell'argomento, seguito costantemente dalla più intensa attenzione di tutti.

Durante l'ultima parte della conferenza e a lungo dopo la fine di essa ebbero luogo le prove sperimentali. Mediante due apparati, gentilmente concessi dalla Telefunken, furono eseguite trasmissioni di brani di giornali, di fotografie, ecc., ottenendone negative di fedeltà e nitidezza veramente sorprendente.

L'interesse di questa che può dirsi una vera lezione sperimentale, mentre ha determinato in molti un avvicinamento, che speriamo possa preparare in essi dei futuri soci dell'A. E. I., ha destato in molti soci il desiderio che conferenze del genere possano diventare sempre più frequenti, per l'attività della Sezione e per l'incremento della cultura dei soci stessi.

\* \*

## SEZIONE DI TRENTO

## Assemblea generale dei Soci - 10 aprile 1927.

Viene aperta la seduta alle ore 9,30.

Sono presenti nella sede il Consiglio Direttivo e vari soci. Il verbale della seduta precedente viene approvato. Il Presidente fa una rassegna dell'attività sociale nel decorso anno ed osserva che mentre non mancano i soci volontari che si interessano delle manifestazioni dell'Associazione, che partecipano alle riunioni e versano puntualmente i canoni, ve ne sono molti che prendono poca parte alla vita dell'A. E. I.

Durante l'anno venne fatta qualche interessante gita con visite a impianti elettrici.

La quota sociale per il 1927 è di L. 75 per gli individuali e 200 per i collettivi. L'aumento di L. 15 per i primi e di L. 30 per i secondi rappresenta un doveroso benché modesto contributo per le onoranze a Volta, deliberato al Congresso di Brescia. Il numero dei soci è quasi stazionario: 76 individuali e 15 collettivi. Si raccomanda vivamente la propaganda per l'adesione di nuovi soci.

Viene data lettura del bilancio consuntivo patrimoniale e preventivo, che vengono approvati.

Si discutono poi varie questioni interessanti la vita della Sezione. La seduta viene chiusa alle ore 11.

## RENDICONTO GESTIONE 1926.

## Entrate :

Deposito presso la Banca Cooperativa al 31 dicembre 1925	L. 3.430,75
Incassi quote pro 1925 :	
3 individuali	a L. 50,— . . . L. 150,—
1 " "	" " 51,— . . . " 51,—
Incassi quote pro 1926 :	
10 collettive	a L. 150,— . . . L. 1.500,—
1 individuale	" " 75,— . . . " 75,—
2 " "	" " 70,— . . . " 140,—
39 " "	" " 60,— . . . " 2.340,—
1 estero individuale	" " 105,— . . . " 105,—
1 individuale	" " 50,— . . . " 50,—
1 " "	" " 51,— . . . " 51,—
	L. 4.462,—
Interessi attivi . . . . .	" 150,—
	Totale L. 8.042,75

## Uscite :

Versamento alla Sede Centrale Milano acconto contributi 1926 . . . . .	L. 5.000,—
Affitto Sede 1925 . . . . .	" 650,—
Abbonamenti riviste . . . . .	" 260,—
Spese stampati, postali, Presidenza e diverse . . . . .	" 632,60
	Totale uscite L. 6.542,60
In deposito alla Banca Cooperativa al 31-12-1926 . . . . .	" 1.500,15
	Totale L. 8.042,75

## BILANCIO PATRIMONIALE 1926

## Attività :

Deposito presso la Banca Cooperativa al 31-12-1926 . . . . .	L. 1.500,15
Mobilio calcolata svalutazione . . . . .	" 450,—
Crediti quote arretrate 1925 . . . . .	L. 200,—
" " " 1926 . . . . .	" 2.550,—
	" 2.750,—
	Totale L. 4.700,15

## Passività :

Crediti alla Sede Centrale : 1925 . . . . .	L. 1.498,—
" " " " 1926 . . . . .	" 265,—
	L. 1.763,—
Attivo netto esercizio 1926 . . . . .	" 2.937,15
	L. 4.700,15
<b>Totale</b>	<b>L. 4.700,15</b>

## BILANCIO PREVENTIVO 1927

## Attività :

Residuo attivo 1926 . . . . .	L. 3.718,90
Quote arretrate 1925 . . . . .	L. 200,—
" " 1926 . . . . .	" 2.550,—
	" 2.750,—
Quote sociali 1927 :	
76 individuali a L. 75,— . . . . .	L. 5.700,—
15 collettivi " " 200,— . . . . .	" 3.000,—
	" 8.700,—
Interessi attivi e varie . . . . .	" 131,10
	L. 15.300,—
<b>Totale</b>	<b>L. 15.300,—</b>

## Passività :

Versamenti arretr. 1925 alla Sede Centrale . . . . .	L. 1.498,—
detto 1926 . . . . .	" 265,—
detto 1927 :	
76 individuali a L. 60,— . . . . .	" 4.560,—
15 collettivi " " 170,— . . . . .	" 2.250,—
	L. 8.573,—
Soci morosi 1925-1926 . . . . .	" 2.750,—
Riviste e stampati . . . . .	" 500,—
Affitto e riscaldamento . . . . .	" 750,—
Varie e impreviste . . . . .	" 300,—
	L. 12.873,—
A pareggio	" 2.427,—
<b>Totale</b>	<b>L. 15.300,—</b>

\* \*

## SEZIONE DI TRIESTE

Il giorno lunedì 21 marzo u. s., ebbe luogo l'assemblea generale ordinaria sotto la Presidenza dell'Ing. Romano Mauro, convocata per l'approvazione del bilancio e per l'elezione del Consiglio Direttivo che doveva essere in parte completato ed in parte rinnovato. Dopo riconoscimento di avere raggiunto il numero legale di soci presenti, l'Ing. Mauro apre la seduta commemorando il decesso dei seguenti soci :

Comm. Antonio Gregoris; Comm. Oscar Cosulich; Ing. Matteo Sornig; indi l'Ing. Mauro rifà la storia della poca attività della Sezione e ciò per la mancata attività del Presidente Prof. Gentile Dott. Emilio, dimissionario. Durante l'anno si tennero le seguenti conferenze :

- 12 marzo : Prof. Voghera : Le teorie sull'atomo e l'emissione dei raggi X.
- 20 marzo : Ing. Emanueli : Considerazione sulla tecnica dei cavi ad alta tensione.
- 26 marzo : Prof. Voghera : L'analisi dei raggi X con i cristalli, prima lezione.
- 2 aprile : Prof. Voghera : L'analisi dei raggi X con i cristalli, seconda lezione.
- 9 aprile : Prof. Voghera : L'analisi dei raggi X con i cristalli, terza lezione.

e le seguenti visite :

- 22 aprile : Visita alla fabbrica di lampadine nelle Officine Navali Triestine.
- 16 maggio : Visita alla Ferriera di Servola.
- 7 luglio : Visita allo Stabilimento Tecnico Triestino dei Motori Diesel da 2250 kW.
- 19 febbraio 1927 : Visita allo Stabilimento Tecnico Triestino dei Motori da 7500 kW destinati per la Motonave « Saturnia ».

Venne quindi approvato il bilancio 1926 e si procedette all'elezione del Consiglio Direttivo che risultò così composto ad unanimità :  
*Presidente* : Ing. Granata Riccardo;  
*Vice Presidente* : Prof. Cav. Carnera Luigi;  
*Segretario* : Prof. Ing. Kraos Guido;  
*Cassiere* : Carlo Brivonese;  
*Consiglieri* : Chiandussi Ing. Luigi; D'Enry Ing. Cesare; Mauro Ing. Romano; Muschka Ing. Massimiliano; Pedretti Ing. Carlo; Tomatis Ing. Pio Luigi.

*Consiglieri Delegati presso la Sede Centrale* :

De Antonellis Ing. Cav. Edoardo; Bearzi Ing. Cav. Pietro; Lorenzetti Ing. Giuseppe; Zannelli Prof. Umberto.

*Revisori* : Ambrosini Ing. Guglielmo; Gregoretti Ing. Cav. Francesco; Mosettig Ing. Massimiliano.

Quindi dopo brevi parole augurali l'Ing. Mauro dà la parola al-

l'Ing. Granata, il quale rivolge a nome del nuovo Consiglio Direttivo un vivo ringraziamento all'assemblea per la fiducia corrisposta da tutti i soci e si augura di poter con la collaborazione generale svolgere una attività a maggiormente consolidare l'opera di questo benemerito Sodalizio.

Le chiare e precise parole riscossero i calorosi applausi dei soci, grati al neo Presidente di aver voluto così tracciare in rapida sintesi tutto un programma di attività della Sezione per l'anno in corso.

\*

Il Consiglio Direttivo della Sezione in data 23 marzo aveva deciso di rivolgere, in unione all'Università Popolare Triestina ed al Circolo di Cultura Fascista, invito al chiarissimo Prof. Luigi Puccianti della R. Università di Pisa, di tenere una conferenza di Commemorazione Voltiana. L'invito fu accolto e la commemorazione si svolse nella Sala del Littorio in data 9 aprile c. a.

Fra i presenti si notavano il Comm. Fornaciari, Prefetto di Trieste, l'Ing. Giuseppe Cobol, Segretario Provinciale del P. N. F., il Comm. Coccancig, membro del Direttorio e Podestà di Monfalcone; il Prof. Morpurgo, Rettore dell'Università Commerciale; il Cav. Dott. Gusina, Direttore dell'Ospedale Regina Elena; i rappresentanti del Generale Ferrario, Comandante del Corpo d'Armata di Trieste e del Generale Pugliese, Comandante la Divisione; il Colonnello Peano della Legione RR. Carabinieri; il Prof. Carnera, Direttore dell'Istituto Geofisico; il Prof. Vercelli, Direttore dell'Istituto Meteorologico; il Cav. Kers per la Commissione Reale; il Comm. Moscheni; il Comm. Zago; il Dott. De Lorenzis, Direttore delle Poste; il Dott. De Angeli; il Prof. Stenta, Direttore del Museo di Storia Naturale; l'Ing. Grulis, Direttore dell'Ufficio tecnico comunale, le rappresentanze di tutti gli Enti Intellettuali cittadini, il Consiglio Direttivo dell'Associazione Elettrotecnica Italiana con il Presidente, Ing. Granata ed altri ancora.

Il Prof. Carrara presentò l'oratore al pubblico che gli rivolse un saluto di affettuosa simpatia.

Il Prof. Puccianti iniziò quindi la sua Conferenza parlando sulla vita di Alessandro Volta.

L'oratore seguì passo a passo lo sviluppo del pensiero e delle ricerche del grande comasco in quel primo periodo che va fino al 1792, e che si potrebbe chiamare di preparazione, e al quale appartengono gli studi sulla influenza elettrica e sulle atmosfere elettriche, sulla dilatazione dei gas, sul gas delle paludi e sull'importanza dell'elettroforo, dei condensatori.

Tratteggiata quindi la figura dello scienziato nella sua piena maturità, il Prof. Puccianti richiamò alla memoria dei presenti le principali esperienze del Galvani e riassunse la storia delle memorabili ricerche di Alessandro Volta.

Dal 1792 in tutta l'Europa scientifica seguì gli studi e le discussioni del Volta che nel 1800 comunicava alla Società Reale di Londra la scoperta della pila.

L'oratore mise poi in rilievo la meravigliosa attività, l'abilità sperimentale, la sicurezza del metodo, del raziocinio di Alessandro Volta, che da fatti fisiologici assai complicati seppe dedurre, seguendo la guida di una felice intuizione, un semplice fondamentale principio fisico.

Il Prof. Puccianti rilevò poi l'importanza innovatrice, anzi, addirittura rivoluzionaria dell'opera del Volta.

Da ultimo, seguito sempre dal più vivo interesse, l'oratore affermò il carattere spiccatamente personale dei grandi italiani, fino a quello il cui nome è oggi nel cuore, nella mente, e sul labbro di tutti.

Il conferenziere che illustrò il suo dire con la proiezione di interessanti memorie Voltiane, fu remunerato dal pubblico di caldi e prolungati applausi e congratulazioni.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

## L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).	
Annate arretrate . . . . .	cad. L. 100,—
	più per postali » 10,—
Abbonamento: per il Regno . . . . .	» 100,—
" per l'Estero . . . . .	» 200,—
Un numero separato: per il Regno . . . . .	» 4,—
" per l'Estero . . . . .	» 8,—
	più per postali » 1,50

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie . . . . . L. 15,—  
più per postali » 2,—

CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES en Italie . . . . . L. 13,—  
più per postali » 2,—

## STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente . . . . . L. 20,—  
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia . . . . . » 20,—  
più per postali » 2,50

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Relazioni pel Congresso di Como: gli isolatori passanti.

Se è vero che il buon di si conosce dal mattino, il contenuto tecnico della XXXII<sup>a</sup> Riunione sociale che si terrà quest'ottobre a Como, sarà quanto mai brillante. Col più vivo compiacimento abbiamo infatti scorso la relazione del collega G. SILVA colla quale inauguriamo oggi la serie dei rapporti al Congresso, tanto in essa si equilibrano le trattazioni analitiche, coi concetti fisici e con le osservazioni pratiche evidentemente scaturite da una esperienza lungamente maturata sull'argomento. Noi pensiamo che anche i colleghi che non ebbero mai occasione di occuparsi a fondo di isolatori passanti, dopo aver letto la limpida e ordinata esposizione del Silva vedranno assai chiaramente i vari aspetti dei problemi ad essi inerenti. Così per esempio, si renderanno ben conto del dubbio valore di quei criteri empirici con cui si giudicava una volta la bontà degli isolatori in base agli effluvi che precedevano o meno, durante la prova, l'arco. E bene vedranno le ragioni dell'importanza grandissima del fattore « tempo » per la prova degli isolatori passanti.

Come rileva lo stesso Ing. Silva, l'analogia fra gli isolatori passanti ed i cavi è spiccatissima, cosicché molti degli studi, in gran parte fioriti in Italia, sulle perdite nel dielettrico dei cavi, sulla loro dipendenza dalla temperatura e sui metodi per misurarle, possono trovare una immediata applicazione allo studio dei passanti. E la discussione, che seguirà a Como sull'argomento, sarà di grande utilità per la revisione delle « Norme per gli isolatori » a cui il Comitato Elettrotecnico Italiano si è accinto.

La ricca documentazione grafica dello scritto del Silva, ne completa in più il valore permettendo al lettore di mettersi veramente a punto anche nei riguardi dei più recenti tipi di costruzione di questi organi che furono a lungo considerati — e non senza ragione — come un punto debole degli impianti elettrici.

### La costruzione in serie delle turbine idrauliche.

Con la puntata odierna il lavoro dell'Ing. BÜCHI entra nel problema della costruzione in serie, che ha dato lo spunto a tutto lo studio.

L'argomento è molto specializzato ed un elettrotecnico può solo ammirare l'organicità del lavoro e la cura minuziosa di tutti i particolari. Ma poichè l'A. E. I. ha la fortuna di contare fra i suoi soci tutti i costruttori di turbine idrauliche italiani e non pochi stranieri, *L'Elettrotecnica* sarebbe assai lieta di aprire le sue colonne ad un po' di discussione sull'argomento, che, indirettamente, può essere di molto interesse per i progettisti e per gli esercenti di impianti elettrici.

LA REDAZIONE.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

### FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE IN SERIE DELLE TURBINE IDRAULICHE A REAZIONE

G. BÜCHI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1927

(Continuazione, v. N. 17, pag. 365)

#### 23. - Funzionamento a velocità costante - Caratteristiche teorica ed effettiva.

Consideriamo la solita coppia dei triangoli delle velocità (fig. 38) corrispondenti al funzionamento normale legati fra di loro dall'equazione fondamentale di Eulero. Questi triangoli riferiti alla portata ed alle velocità specifiche  $Q_1$  ed  $n_1$  si manterranno inalterati nella loro forma e dimensione ed il funzionamento continuerà ad essere normale collo stesso rendimento idraulico alla condizione che si mantenga costante il rapporto  $\frac{Q}{n}$  tra la portata e la velocità. E' questa la *legge di proporzionalità* che si esprime anche dicendo che per  $\frac{Q}{n} = \text{cost}$  anche il rendimento  $\epsilon$  (idraulico) resta invariato se la caduta  $H$  si mantiene proporzionale ad  $n^2$ .

Supposta invece la caduta costante ogni variazione nella forma o nella grandezza dei triangoli delle velocità dovuta alla variazione della portata  $Q$  o dei giri  $n$  darà luogo ad una variazione di rendimento. Nel caso che ci interessa dell'a velocità variabile ad apertura costante del distributore, e supposta la ruota a pale fisse, si possono considerare fissi gli angoli  $\alpha_1$  e  $\beta_2$  che dipendono dalle pale fisse del distributore e della ruota. Variano invece gli altri elementi in relazione alla portata ed alla velocità della turbina. L'equazione fondamentale continua ad essere valida però la sua applicazione diventa difficile poichè le variazioni dell'angolo  $\beta_1$  della velocità relativa d'entrata e dell'angolo  $\alpha_2$  della velocità assoluta di scarico danno luogo a perdite secondarie per urto (brusca deviazione) e vortici difficili a valutarsi e che rendono molto incerta la determinazione del rendimento idraulico  $\epsilon$  dell'a turbina funzionante in condizioni anormali.

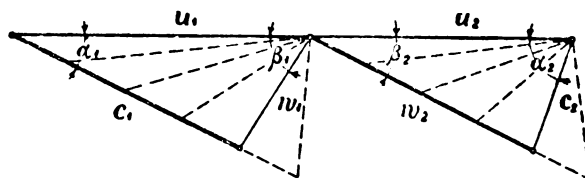


Fig. 48. — Triangoli delle velocità a distributore fisso e giri costanti.

La difficoltà si evita riferendo lo studio alla caduta teorica  $\mathcal{H} = \epsilon \cdot H$  di cui si conosce un valore in corrispondenza del funzionamento normale ed in base al quale appunto furono tracciati i triangoli delle velocità, e considerando il *funzionamento della turbina a portata variabile ed a giri costanti* in modo analogo come si usa per le pompe centrifughe.

Scriviamo l'equazione fondamentale nella seconda for-



ma (8) come segue:

$$2g \cdot \mathcal{H} = c_1^2 - w_1^2 + u_1^2 - c_2^2 + w_2^2 - u_2^2$$

in cui (fig. 48) le velocità periferiche  $u_1$  ed  $u_2$  sono fisse per ipotesi e le velocità fra le pale del distributore e della ruota  $c_1$  e  $w_2$ , i cui angoli  $\alpha_1$  e  $\beta_2$  sono fissi, si possono supporre proporzionali alla portata ponendo  $c_1 = x \cdot Q$  e  $w_2 = y \cdot Q$ . D'altra parte dai triangoli delle velocità si ricava:

$$w_1^2 = u_1^2 + c_1^2 - 2 u_1 \cdot c_1 \cos \alpha_1$$

$$c_2^2 = u_2^2 + w_2^2 - 2 u_2 \cdot w_2 \cos \beta_2$$

per cui sostituendo e riducendo si ottiene:

$$g \cdot \mathcal{H} = u_1 \cdot c_1 \cos \alpha_1 + u_2 \cdot w_2 \cos \beta_2 - u_2^2 = (u_1 \cos \alpha_1 \cdot x + u_2 \cos \beta_2 \cdot y) Q - u_2^2$$

e riunendo le costanti:  $\mathcal{H} = a \cdot Q - b$

$$\text{in cui } a = \frac{x \cdot u_1 \cos \alpha_1 + y \cdot u_2 \cos \beta_2}{g} \quad b = \frac{u_2^2}{g}$$

Si ottiene cioè l'equazione di una retta riferita ad un sistema di due assi cartesiani in cui  $a = \tan \delta$  esprime l'inclinazione della retta rispetto l'asse delle ascisse e  $b = \frac{u_2^2}{g}$  è il segmento che la medesima taglia sull'asse negativo delle ordinate (fig. 49). Di

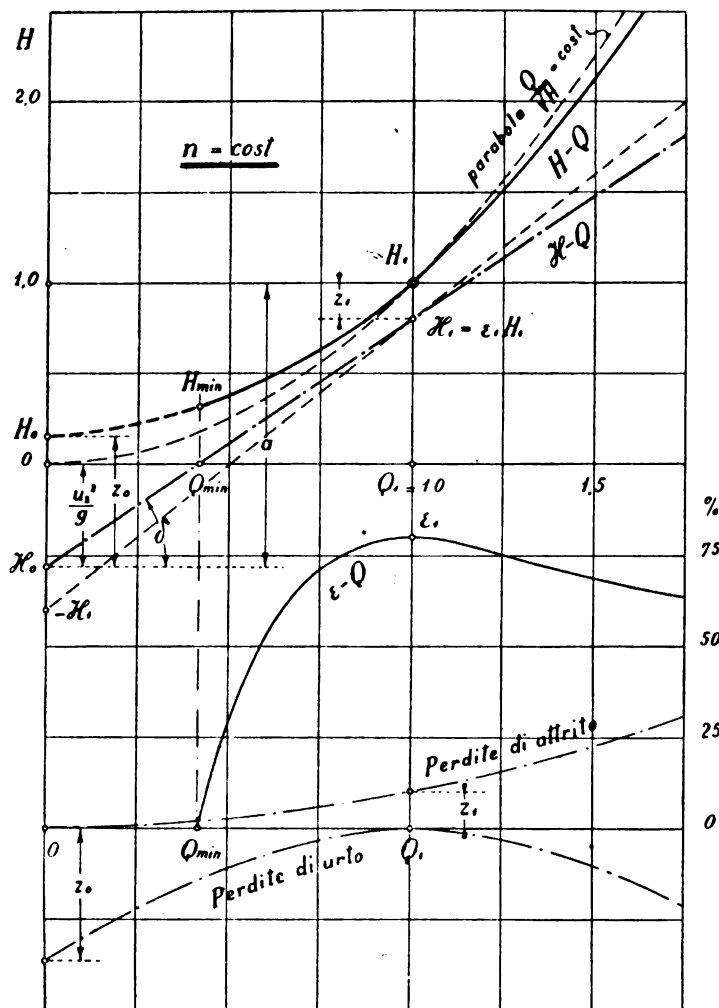


Fig. 49. — Caratteristiche di funzionamento a distributore fisso e giri costanti.

questa retta, che è la *caratteristica teorica*  $\mathcal{H} - Q$  della turbina a distributore fisso <sup>(44)</sup> conosciamo il punto  $\mathcal{H}_1 = \epsilon_1 \cdot H_1$  corrispondente alla portata normale  $Q_1$ , indicando con  $\epsilon_1$  il rendi-

<sup>(44)</sup> Alla stessa si arriva partendo dall'equazione di Eulero sotto la forma:  $g \cdot \mathcal{H} = c_{u1} \cdot u_1 - c_{u2} \cdot u_2$ , la quale per  $c_{u2} = u_2 - w_{u2}$  (fig. 51) diventa  $g \cdot \mathcal{H} = c_{u1} \cdot u_1 + w_{u2} \cdot u_2 - u_2^2$ .

<sup>(45)</sup> Non dovrebbe nascere confusione fra la *caratteristica* di una turbina, costituita da una linea rappresentante graficamente il modo di funzionare della turbina in un dato campo, e la *velocità caratteristica*  $n_1$  che è un semplice coefficiente numerico individuante indirettamente un tipo.

mento idraulico massimo. Un altro punto è dato dalla sua intersezione con l'asse delle ordinate essendo, per  $Q = 0$ ,

$$\mathcal{H}_0 = -b = -\frac{u_2^2}{g}$$

per cui essa è senz'altro individuata e si conclude che per una data  $\mathcal{H}_1$  la sua inclinazione dipende unicamente dalla velocità periferica di scarico  $u_2$ . E' facile ora dedurre che una conclusione analoga sarà valida per la *caratteristica effettiva*  $H - Q$  riferita alla caduta reale  $H$ , della quale è dato il punto  $H_1$  in corrispondenza della portata normale supposto noto il rendimento  $\epsilon_1 = \frac{\mathcal{H}_1}{H_1}$ . La zona compresa fra le due

caratteristiche è costituita dalle perdite idrauliche, di cui le principali sono quelle d'attrito e di scarico proporzionali al quadrato della velocità ossia della portata e rappresentabili mediante una parabola.

Altre perdite, che denominiamo genericamente perdite per urto, sono dovute all'irregolarità del funzionamento e si verificano specialmente all'entrata della ruota causa la variazione dell'angolo  $\beta_1$  e nel diffusore causa l'inclinazione e l'aumento anormale della velocità assoluta di scarico  $c_2$  (fig. 48); queste perdite, nulle per la portata normale, vanno rapidamente aumentando col variare della portata in più od in meno ed è lecito supporre che raggiungano un massimo per la portata 0, per la quale le perdite d'attrito sono nulle. Si verifica quindi che la somma delle perdite passa da un massimo a portata nulla ad un minimo verso la portata normale per nuovamente crescere rapidamente colla portata. Portando verticalmente queste perdite sulla linea  $\mathcal{H} - Q$  si ottiene una curva di tipo parabolico che è la *caratteristica effettiva*  $H - Q$ .

Per il tracciamento di questa curva più che la teoria serve l'esperienza, che però può venire in aiuto solo fino alla portata  $Q_{min}$  in corrispondenza dell'intersezione della linea  $\mathcal{H} - Q$  coll'asse delle ascisse ossia per  $\epsilon = 0$  (fig. 49). Data la curva effettiva  $H - Q$  sarebbe facile in base alla teorica  $\mathcal{H} - Q$  tracciare tutta la curva dei rendimenti  $\epsilon - Q$  della quale è noto pure il punto  $\epsilon_1$  corrispondente al funzionamento normale.

In pratica però i canali delle turbine sono così ampi da dare luogo ad un funzionamento molto complesso e non sarebbe facile di trovare a priori il filetto medio ideale che sostituisca in effetto l'insieme degli altri filetti reali, ossia la velocità periferica d'uscita  $u_2$  corrispondente che sappiamo anche essere variabile colla portata, e che nel caso in questione sarebbe sufficiente per determinare la caratteristica teorica  $\mathcal{H} - Q$ . Il rendimento si ricava invece dal lavoro meccanico misurato al freno e si ha così direttamente quello effettivo  $\epsilon$  che più interessa industrialmente. Da questo si passa a quello idraulico  $\epsilon$  aggiungendo al lavoro effettivo misurato quello corrispondente alle perdite meccaniche, che si può valutare l'1 o 2 per cento di quello normale e che si può ritenere costante a velocità costante. Mediante la curva  $\epsilon - Q$  così ottenuta si può in base alla  $H - Q$  pure ottenuta sperimentalmente ricavare la caratteristica teorica  $\mathcal{H} - Q$  e quindi gli altri elementi che interessano per lo studio teorico della turbina.

Ricordiamo che le esperienze si fanno generalmente a giri variabili, restando l'apertura costante, per cui i dati  $H$  e  $Q$  ottenuti devono essere trasformati a giri costanti valendosi della legge di proporzionalità come diremo.

Allo scopo della nostra dimostrazione basterebbe constatare che l'andamento della curva  $H - Q$  dipende dall'inclinazione della linea  $\mathcal{H} - Q$  ed in particolare che, mentre  $H_0$  è sempre negativo, il punto  $H_0$  può essere tanto positivo quanto negativo, o nullo come caso speciale, a seconda del valore delle perdite e specialmente secondo l'inclinazione della linea  $\mathcal{H} - Q$ , vale a dire che in massima quanto più grande è  $u_2$  tanto più facilmente  $H_0$  sarà negativo (fig. 50-a).

Si può ora trasformare la caratteristica  $H - Q$  a distributore fisso, che rappresenta la variazione della caduta in funzione della portata a velocità costante, nell'altra che abbiamo indicato  $Q - n$  (fig. 50-b) rappresentante la variazione della portata in funzione dei giri ed a caduta costante applicando la *legge di proporzionalità*. Se  $H_1$  ed  $n_1$  sono la caduta e la velocità costanti a cui si riferiscono le due caratteristiche,  $Q_H$ ,  $n_H$  e  $Q_n$ ,  $H_n$  le variabili riferite rispettivamente ad  $H_1$  ed  $n_1$ , si ha:

$$\frac{Q_H}{Q_n} = \frac{n_H}{n_1} \quad \text{e} \quad \sqrt{\frac{H_1}{H_n}} = \frac{n_H}{n_1}$$

dalle quali si ricava:

$$n_H = n_1 \sqrt{\frac{H_1}{H_n}} \quad \text{e} \quad Q_H = Q_n \frac{n_H}{n_1}$$

che determinano per ogni punto della caratteristica  $H - Q$  a velocità costante il corrispondente nell'altra  $Q - n$  a caduta costante.

Si deduce inoltre  $\frac{Q_H}{Q_n} = \sqrt{\frac{H_1}{H_n}}$  ossia  $\frac{Q_H}{\sqrt{H_1}} = \frac{Q_n}{\sqrt{H_n}}$  la quale significa che alla condizione  $Q_H = \text{cost}$  corrisponde la condizione  $\frac{Q_n}{\sqrt{H_n}} = \text{cost}$ , cioè ad una linea orizzontale  $Q_H = \text{cost}$  per  $\frac{Q_n}{\sqrt{H_n}} = \text{cost}$  corrisponde per  $n_1 = \text{cost}$  una parabola di equazione  $\frac{Q}{\sqrt{H}} = \text{cost}$  col vertice nell'origine delle coordinate. Questa parabola rappresenta quindi una possibile caratteristica  $H - Q$  e la turbina ad essa corrispondente avrebbe la proprietà di avere la portata costante a caduta costante indipendente dalla velocità.

reazione all'infinito mediante la tangente, che non è altro che il segmento tagliato dalla curva  $H - Q$  sull'asse delle ascisse (fig. 50). Si ha infatti:

$$\frac{Q_H}{n_H} = \frac{Q_n}{n_1} \quad \text{e per } n_1 = 1,0 \quad \frac{Q_H}{n_H} = \text{tg } \alpha = Q_n$$

quindi, poichè a  $n_H = \infty$  corrisponde  $H_n = 0$ , l'ascissa di questo punto rappresenta appunto la tangente della direzione della linea  $Q - n$  all'infinito. Al contrario l'intersezione della  $Q - n$  coll'asse delle ordinate, cioè la portata  $Q_0$  per  $n = 0$ , non si può ricavare dalla linea  $H - Q$  poichè a  $n_H = 0$  corrisponde  $Q_n = \infty$ . I punti  $Q_0$  si possono bensì ricavare direttamente dalle esperienze che vengono appunto eseguite a velocità variabile.

E' interessante trovare quale sarà la velocità massima ossia di fuga della turbina e la relativa portata, tenendo presente che esse corrispondono al rendimento  $\varepsilon = 0$ , trascurando il ren-

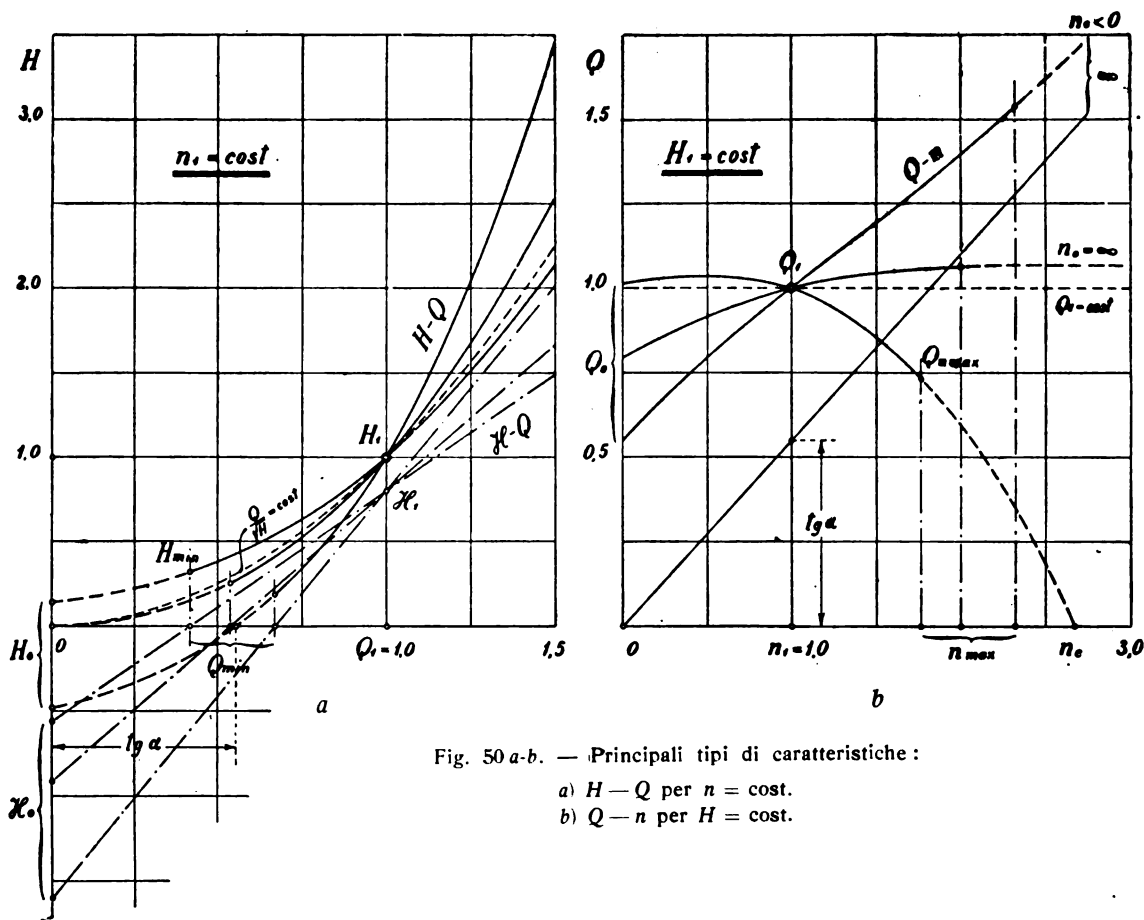


Fig. 50 a-b. — Principali tipi di caratteristiche:

- a)  $H - Q$  per  $n = \text{cost}$ .  
b)  $Q - n$  per  $H = \text{cost}$ .

In pratica però la linea  $H - Q$  anche quando più si approssima a questa parabola non coincide con essa essendo maggiormente arcuata e può in caso speciale esserle tangente nel punto  $H_1$  dando luogo ad una corrispondente curva  $Q - n$  tangente in  $Q_1$  alla orizzontale. Di solito essa incrocia la parabola dando luogo ad una linea  $Q - n$  inclinata in un senso o nell'altro. Al punto  $H_0$  d'incontro della  $H - Q$  coll'asse delle ordinate corrisponde nella  $Q - n$  il punto d'intersezione coll'asse delle ascisse  $n_0$ . Infatti si ha per la solita relazione:

$$n_0 = n_1 \sqrt{\frac{H_1}{H_0}} \quad Q_H = Q_n \frac{n_H}{n_1}$$

dalle quali si deduce che per  $Q_n = 0$  anche  $Q_H = 0$  ossia il punto cercato si trova sull'asse delle ascisse, e per dati valori di  $H_1$  ed  $n_1$ ,  $n_0$  cresce col diminuire di  $H_0$  per diventare  $\infty$  in corrispondenza di  $H_0 = 0$  e negativo per  $H_0$  negativo. Si tratta però di un punto ideale non verificabile colle esperienze e che serve solo a determinare l'andamento del secondo ramo della linea  $Q - n$ .

Occorre però tener presente che per  $H_0$  negativo la caratteristica  $H - Q$  taglia necessariamente l'asse delle ascisse in un punto  $H = 0$  al quale corrisponde nella caratteristica  $Q - n$  il punto  $n = \infty$ , vale a dire la curva  $Q - n$  passa all'infinito prima di diventare negativa cioè si divide in due rami, uno positivo a destra dell'asse delle ordinate ed uno negativo a sinistra come risulta anche dalla fig. 53-c. Praticamente a noi interessa solo il ramo positivo del quale è facile trovare la dire-

mento meccanico. Questi due valori sono individuati nel diagramma per  $n_1 = \text{cost}$  dal punto  $H_{\min}$  corrispondente al punto  $Q_{\min}$  (fig. 49-50) intersezione della linea  $\mathcal{H} - Q$  coll'asse delle ascisse, ossia a  $\varepsilon = 0$ , e si ha quindi:

$$n_{\max} = n_1 \sqrt{\frac{H_1}{H_{\min}}} \quad Q_{n_{\max}} = Q_{\min} \frac{n_{\max}}{n_1}$$

Dalla forma parabolica della curva  $H - Q$  si deduce che aumentando l'inclinazione della  $\mathcal{H} - Q$ , ossia avvicinandosi  $Q_{\min}$  a  $Q_1$ ,  $H_{\min}$  diminuisce vale a dire per la relazione trovata  $n_{\max}$  dovrà crescere. A maggior ragione crescerà la portata  $Q_{n_{\max}}$  corrispondente alla velocità di fuga, che è proporzionale a  $Q_{\min}$  e ad  $n_{\max}$ . Si conclude quindi che quanto maggiore è la velocità periferica  $u_2$  di massimo rendimento tanto maggiore relativamente sarà la velocità di fuga e la portata ad essa corrispondente.

Da quanto esposto si deduce che dovrebbe esistere una velocità periferica  $u_2$  di massimo rendimento per la quale la portata si mantiene costante col variare dei giri, come già accennato, indipendentemente dalla forma della ruota ossia dal rapporto  $\frac{u_1}{u_2}$ .

Consideriamo infatti l'equazione di Eulero sotto la forma già accennata (\*):

$$g \cdot \mathcal{H} = g \varepsilon H = c_{u1} \cdot u_1 + w_{u2} \cdot u_2 - u_2^2 \quad (13)$$

Se la velocità di rotazione della turbina varia restando la portata costante resteranno costanti anche le velocità  $c_1$  nel distributore e  $w_2$  all'uscita della ruota, oltre ai corrispondenti angoli  $\alpha_1$  e  $\beta_2$  dipendenti dalle pale fisse, ossia le loro componenti  $c_{u1}$  e  $w_{u2}$  (fig. 51) mentre varieranno le velocità periferiche

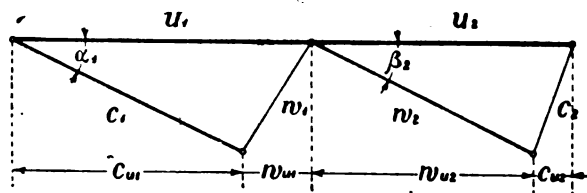


Fig. 51. — Triangoli delle velocità a distributore fisso e giri variabili.

$u_1$  ed  $u_2$  mantenendo però costante il loro rapporto  $\frac{u_1}{u_2}$ . Si potrà allora scrivere:

$$g \varepsilon H = \left( \frac{u_1}{u_2} \cdot c_{u1} + w_{u2} \right) u_2 - u_2^2$$

riunendo le costanti, ossia  $g \varepsilon H = a \cdot u_2 - u_2^2$

in cui la costante

$$a = \frac{u_1}{u_2} \cdot c_{u1} + w_{u2} = \frac{g \varepsilon H + u_2^2}{u_1}$$

Si cerca ora per quale velocità periferica  $u_2$  il rendimento  $\varepsilon$  diventa massimo riferito ad  $H$  costante. Basta eguagliare a zero la derivata di  $g \varepsilon H$  rispetto ad  $u_2$ :

$$a - 2 u_2 = 0 \quad \text{da cui:} \quad 2 \cdot u_2 = a = \frac{g \varepsilon H + u_2^2}{u_1}$$

ossia

$$2 \cdot u_2^2 = g \varepsilon H + u_2^2$$

e riducendo  $u_2^2 = g \varepsilon H$  quindi:

$$u_2 = \sqrt{g \varepsilon H} = \sqrt{2 g H \cdot \frac{\varepsilon}{2}}$$

e

$$\frac{u_2}{\sqrt{2 g H}} = \sqrt{\frac{\varepsilon}{2}}$$

Per  $\varepsilon = 0,85$  sarebbe dunque  $u_2 = 0,65 \sqrt{2 g H}$  la velocità periferica normale di uscita corrispondente alla portata costante. Questo risultato spiega senz'altro perchè le vecchie turbine assiali avessero la portata costante e come sia nata l'erronea convinzione confermata dalle dimostrazioni teoriche dei principali Autori <sup>(16)</sup>, che la variazione della portata colla velocità dipendesse essenzialmente dal rapporto  $\frac{u_1}{u_2}$ . Infatti nei primi tempi dello sviluppo delle turbine era furia discussione che la velocità periferica all'ingresso  $u_1 = 0,65 \sqrt{2 g H}$ , ossia la velocità specifica  $n_1 = \frac{u_1}{0,0118 \sqrt{2 g H}} = 55$ , corrispondente

all'angolo d'ingresso  $\beta_1 = 90^\circ$ , fosse la più conveniente, per cui in generale tutte le turbine centripete, assiali e centrifughe avevano in comune questa  $u_1$ . Ne veniva per conseguenza che i tre tipi avessero appunto allo scarico rispettivamente  $u_2 \leq 0,65 \sqrt{2 g H}$  e di qui l'effetto sulla portata, che venne attribuito non al valore assoluto della  $u_2$  ma alla forma della ruota ossia al rapporto  $\frac{u_1}{u_2}$  <sup>(17)</sup>.

Conosciuta la  $u_2$  è senz'altro determinata la caratteristica teorica  $\mathcal{H} - Q$ , la quale interseca l'asse delle ordinate nel pun-

to  $\mathcal{H}_0 = - \frac{u_2^2}{g}$  che nel caso particolare per  $u_2 = \sqrt{g \varepsilon_1 H}$  diventa  $\mathcal{H}_0 = - \varepsilon_1 H = - \mathcal{H}_1$ . Essa taglierà quindi l'asse delle ascisse nel punto  $Q_{min} = \frac{Q_1}{2}$ , da cui si deduce che la velocità di fuga per  $H = \text{cost}$  sarà  $n_{max} = n_1 \frac{Q_1}{Q_{min}} = 2 \cdot n_1$ , supposto  $Q_1 = \text{cost}$ .

Ricordiamo che questo funzionamento così completamente determinato presuppone che la caratteristica effettiva  $H - Q$  dipendente dalle perdite idrauliche sia una parabola, il che in pratica può verificarsi solo in modo approssimato essendo di solito la linea  $Q - n$ , riferita ad  $H = \text{cost}$ , una curva.

Le considerazioni precedenti valgono per un filetto medio, ossia per una turbina abbastanza stretta nella quale il calcolo si possa riferire alle velocità medie. In una turbina comune, specialmente in una elica, la velocità periferica varia entro limiti molto estesi per cui molto differente sarà l'influenza della variazione dei giri sui filetti esterni ed interni. Verso il mozzo con una piccola  $u_2$  l'influenza sarà trascurabile ossia la portata si manterrà costante, mentre alla periferia l'influenza sarà massima. Ne verrà di conseguenza una deviazione dei filetti nel senso della maggior portata, ossia l'aumento di velocità determinerà nella ruota un andamento centrifugo, che però è da considerarsi non come la causa ma come l'effetto dell'aumento di portata all'esterno.

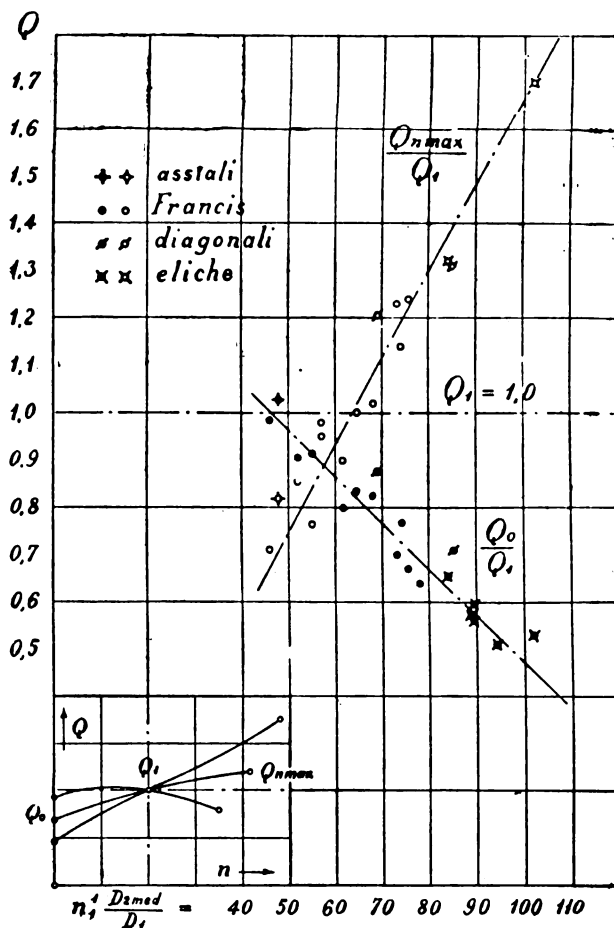


Fig. 52. — Dipendenza del tipo di caratteristica  $Q - n$  dalla velocità periferica allo scarico.

La dipendenza della forma della caratteristica  $Q - n$  dalla velocità periferica di scarico è confermata anche sperimentalmente come risulta dalla fig. 52. In questo diagramma il tipo della linea  $Q - n$  è individuato mediante i due rapporti fra le ordinate dei punti estremi, cioè le portate  $Q_0$  e  $Q_{nmax}$  corrispondenti alla velocità 0 e massima, e la portata  $Q_1$  a velocità normale. I punti segnati in funzione della velocità periferica me-

<sup>(16)</sup> CAMERER, 1914 — THOMANN, 1923 — ESCHER-DURS, 1924.

<sup>(17)</sup> A questo punto lo scrivente deve fare ammenda dell'errore in cui egli pure cadde e che contribuì a diffondere (BÜCHT: Contributo alla teoria delle turbine idrauliche veloci - § 14 e 15 - L'Industria 1920-21). Nel 1914 quando ancora non erano note le turbine a grande interstizio e le eliche lo scrivente dedicatosi al problema delle turbine veloci aveva pensato che uno degli scopi da raggiungere fosse appunto l'aumento

della portata colla velocità. Di qui la scelta del tipo centrifugo che avrebbe dovuto avere anche il vantaggio di una grande sezione di scarico della ruota in modo da evitare la necessità del diffusore. Il sistema aveva però altri gravi inconvenienti fra i quali quello di richiedere un grande sviluppo di pale e di presentare un troppo brusco allargamento delle bocche d'uscita e fu presto abbandonato.

dia d'uscita, ossia della velocità specifica riferita al diametro medio d'uscita  $n_1' \frac{D_{2\text{ med}}}{D_1}$ , corrispondono alle aperture di massimo rendimento per diversi tipi di turbine di cui sono noti più o meno esattamente il profilo della ruota e la caratteristica effettiva  $Q - n$ ; fra questi sono compresi anche tutti quelli riportati dal Prof. Pràsil nella pubblicazione ricordata (<sup>43</sup>), notando che anche quelle dal Pràsil stesso segnalate come eccezioni rientrano in questo diagramma nella normalità.

Si vede senz'altro come i diversi punti appartenenti a tipi e costruzioni molto differenti si dispongano abbastanza regolarmente su due rette che individuano la relazione in funzione della velocità specifica media di scarico. Risulta inoltre come anche le eliche, contraddistinte da una crocetta, si allineino regolarmente colle altre turbine Francis per cui nel funzionamento non esiste fra questi due tipi alcuna differenza caratteristica. Si nota ancora che le due rette individuate si incontrano in corrispondenza circa della velocità specifica  $n_1' \frac{D_{2\text{ med}}}{D_1} = 55$  ossia

della  $u_2 = 0,65 \sqrt{2gH}$ , da cui si deduce che in corrispondenza appunto di questa velocità periferica media d'uscita la linea  $Q - n$  è una curva tangente circa nel punto  $Q_1$  all'orizzontale, ossia è la linea più prossima all'orizzontale stessa corrispondente alla portata costante (<sup>44</sup>).

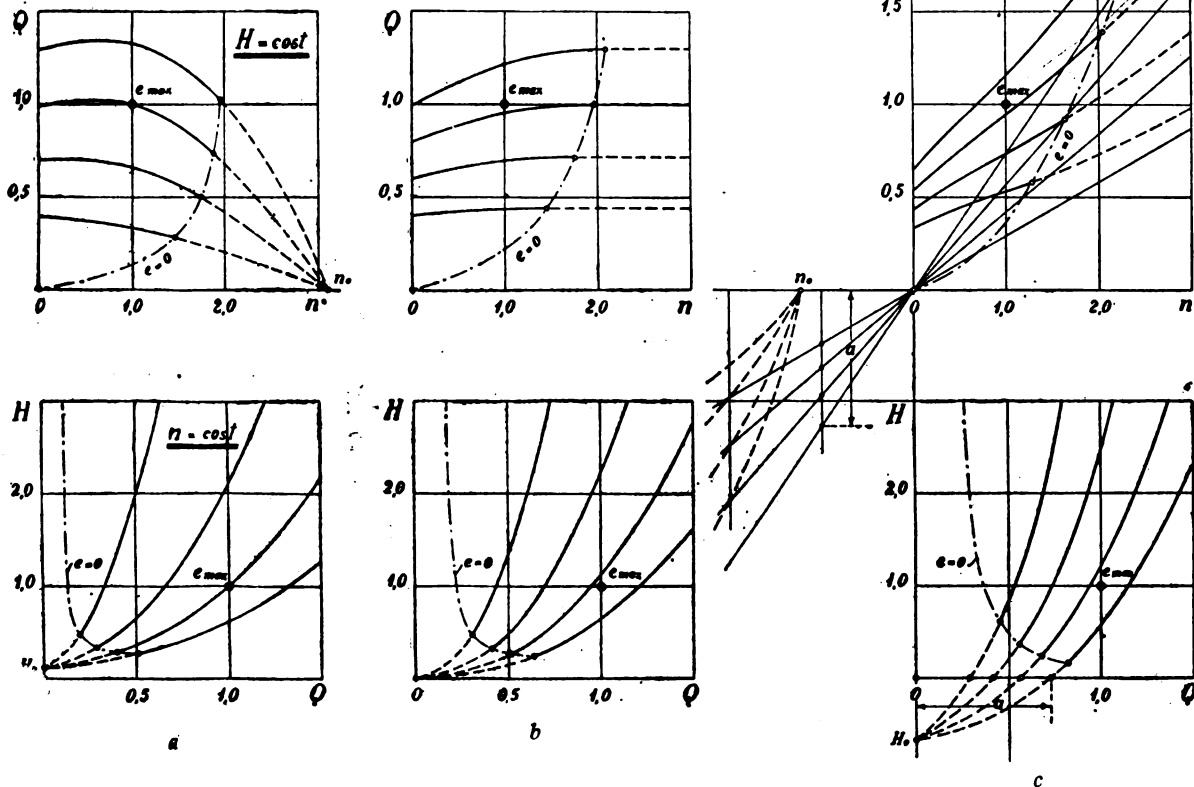


Fig. 53 a-b-c. — Caratteristiche di funzionamento ad  $H = \text{cost}$  ed  $n = \text{cost}$  per diverse aperture di turbina: a) lenta; b) normale; c) veloce.

Le precedenti osservazioni sulle caratteristiche ed apertura costante riferite all'apertura normale di massimo rendimento si possono estendere a qualsiasi altra apertura minore o maggiore notando che a parità di velocità di rotazione, ossia di velocità periferica  $u_2$  supposto il raggio d'uscita costante, le caratteristiche teoriche  $\mathcal{H} - Q$  e per conseguenza anche le effettive

(<sup>43</sup>) Nel diagramma sono pure riportati i punti corrispondenti ad una vecchia turbina assiale del tipo limite Hänel (1881) di cui in seguito alle prove al freno venne appunto rimarcata la particolare forma della curva delle portate in funzione dei giri. Il fatto che contrariamente al solito la portata diminuiva coll'aumentare della velocità venne allora attribuito all'angolo d'entrata  $\beta_1 > 90^\circ$ , e questa indirettamente si può ritenere anche una giusta ragione poichè appunto in queste condizioni si ha nella ruota assiale  $u_2 < \sqrt{g \epsilon H}$  ossia  $n_1' \frac{D_{2\text{ med}}}{D_1} < 55$ . Nel caso citato si aveva precisamente  $n_1' \frac{D_{2\text{ med}}}{D_1} = 48$  ed i punti corrispondenti ai valori  $\frac{Q_0}{Q_1}$  e  $\frac{Q_{n\text{ max}}}{Q_1}$  si trovano bene allineati cogli altri delle turbine moderne.

$H - Q$  riferite alle varie aperture avranno tutte in comune i punti  $\mathcal{H}_0$  ed  $H_0$  rispettivamente, ossia le corrispondenti  $Q - n$  riferite alla caduta costante avranno tutte in comune il punto  $n_0$ .

La fig. 53 rappresenta appunto tre tipi differenti di caratteristiche  $Q - n$  colle corrispondenti  $H - Q$  riferentisi ad una turbina lenta, una normale ed una veloce, notando però che la differenza del tipo è precisamente dovuta alla velocità periferica di scarico, che indirettamente è legata alla velocità caratteristica  $n_1$ . Si vede come ad una  $H_0$  positiva corrisponde una  $n_0$  pure positiva, ad  $H_0 = 0$  corrisponde una  $n_0 = \infty$  ed infine ad  $H_0 < 0$  una  $n_0$  negativa verso cui convergono i rami negativi delle caratteristiche  $Q - n$  tangenti all'infinito alla direzione individuata dai segmenti  $a$ .

Praticamente però le curve  $H - Q$  determinate dalle esperienze sono limitate al punto  $Q_{\text{min}}$  corrispondente ad  $\epsilon = 0$  per cui il prolungamento fino all'asse delle ordinate deve essere fatto idealmente. Malgrado l'incertezza di questo tracciato è tuttavia spesso evidente, specialmente nelle turbine veloci, la

tendenza di queste curve di incrociarsi prima di raggiungere l'asse delle ordinate. Meglio ancora si vede che le caratteristiche teoriche  $\mathcal{H} - Q$  tracciate in base ai rendimenti sperimentali non possono incontrarsi sull'asse delle ordinate ma s'incrociano prima, ossia il segmento  $\frac{u_2^2}{g}$  da esse determinato sull'asse stesso va diminuendo col crescere dell'apertura (fig. 54). Questa apparente irregolarità conferma appunto la dipendenza delle caratteristiche dalle velocità periferiche  $u_2$ . Infatti è noto e si è dimostrato (<sup>44</sup>) come nelle ruote a pale fisse con scarico esteso radialmente i diversi filetti nel funzionamento a portata variabile si spostino per effetto delle diverse velocità periferiche all'uscita e cioè tendano a portarsi verso l'esterno col diminuire della portata, come appunto risulta dalle caratteristiche a diverse aperture. Se fosse quindi possibile tracciare con sufficiente esattezza le linee  $\mathcal{H} - Q$ , da queste si ricaverebbero senz'altro le velocità periferiche  $u_2$  ossia i diametri medi di scarico per le diverse aperture.

(<sup>44</sup>) Vedi § 17.



Il diagramma della fig. 54 si riferisce ad una turbina veloce e contiene le caratteristiche  $H - Q$  sperimentali per diverse aperture, le corrispondenti curve dei rendimenti idraulici  $\varepsilon$  che si possono ritenere molto prossimi a quelli effettivi e trovati sperimentalmente, e le caratteristiche teoriche  $\mathcal{H} - Q$  dedotte dalle curve precedenti essendo  $\mathcal{H} = \varepsilon \cdot H$ . I rendimenti

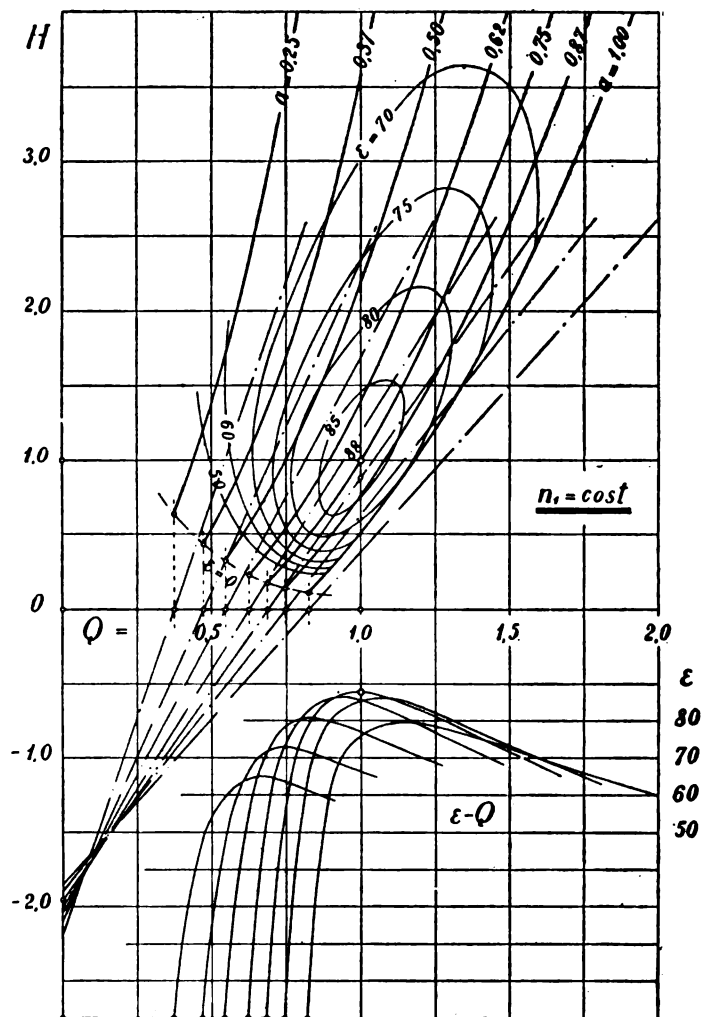


Fig. 54. — Diagramma di funzionamento a giri costanti di una turbina ad elica — (Costr. Mecc. Riva - Milano).

sono inoltre stati riportati sulle curve  $H - Q$  mediante linee di livello ottenendo così un diagramma generale  $\varepsilon - H - Q$  riferito alla velocità  $n_1 = \text{cost}$ , analogo a quello  $\varepsilon - Q - n$  già visto (fig. 47) riferito alla caduta  $H_1 = \text{cost}$ , che può essere utile in pratica considerando il funzionamento a caduta variabile<sup>(50)</sup>.

#### 24. - Curve dei momenti e delle potenze.

Abbiamo accennato come le esperienze sulle turbine si eseguiscano ad apertura costante e giri variabili misurando oltre alla portata il momento sviluppato sull'albero alle diverse velocità. Questi dati sono sufficienti per calcolare il rendimento effettivo  $\varepsilon$  e si possono riportare in diagrammi sotto forma di curve dopo averli ridotti ad una caduta costante che può essere 1 m. Secondo il tipo della turbina la curva delle portate  $Q - n$  può essere variamente inclinata ed estesa (fig. 50-b) ed a questa si informa tutto il funzionamento della turbina.

Consideriamo ancora il caso particolare già accennato in cui la portata si mantiene costante col variare dei giri, supposta la caduta costante. Riferendoci all'equazione dei momenti di Eulero (7):

$$M = \frac{Q \gamma}{g} (c_{u1} r_1 - c_{u2} r_2)$$

e ponendo  $c_{u2} = u_2 - w_{u2}$  (fig. 51), in cui

$$u_2 = \omega \cdot r_2 = \frac{\pi n}{30} \cdot r_2,$$

<sup>(50)</sup> Questi cenni sulle curve caratteristiche delle turbine a velocità costante sono tratti da uno studio parallelo sulle turbine idrauliche e sulle turbo-pompe dello scrivente, di prossima pubblicazione.

si ha:

$$M = \frac{Q \gamma}{g} \left( c_{u1} r_1 + w_{u2} r_2 - \frac{\pi n}{30} r_2^2 \right).$$

Poiché la portata è costante e sono fissi gli angoli  $\alpha_1$  e  $\beta_2$ , saranno pure costanti le velocità  $c_{u1}$  e  $w_{u2}$  per cui, supposti i raggi  $r_1$  e  $r_2$  invariati e riunendo le costanti, l'equazione dei momenti si può mettere sotto la forma:

$$M = a - b \cdot n$$

in funzione dei giri, rappresentando così una retta inclinata che interseca i due assi positivi delle ascisse e delle ordinate (figura 55).

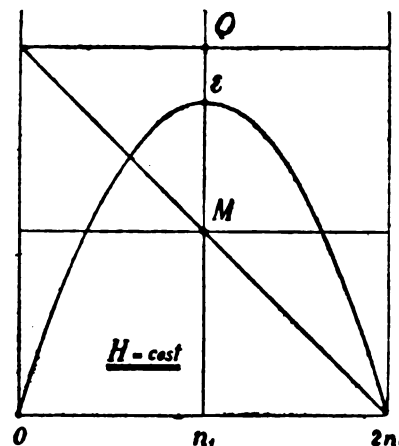


Fig. 55. — Funzionamento ideale della turbina a caduta e portata costanti.

Dall'equazione dei momenti si ricava quella delle potenze  $L = M \cdot \omega = a_1 n - b_1 n^2$  colle nuove costanti  $a_1 = \frac{\pi}{30} a$  e  $b_1 = \frac{\pi}{30} b$ , che rappresenta una parabola ad asse verticale passante per l'origine degli assi ed avente in comune colla linea dei momenti il punto d'intersezione coll'asse delle ascisse. Essendo  $H$  e  $Q$  costanti anche il rendimento  $\varepsilon = \frac{L}{Q \gamma \cdot H}$  sarà rappresentato dalla stessa curva in altra scala, da cui si deduce che la velocità di fuga corrispondente a  $M = \varepsilon = 0$  è doppia di quella normale di massimo rendimento, fatta astrazione dalle perdite meccaniche, come pure che il momento massimo per  $n = 0$  è doppio del momento normale.

Se però la portata non è costante, alla variazione della caratteristica teorica  $\mathcal{H} - Q$  da cui dipende corrisponde una variazione della linea dei momenti  $M - n$ . Infatti la linea dei momenti è una linea teorica individuata dall'equazione di Eulero e dipende dal tipo di turbina. Riferita alla portata costante ed in funzione dei giri diventa una retta, come s'è visto, indipendentemente dalla caduta e questa particolarità può essere utilizzata per lo studio teorico della turbina come fece il Prof. Pràsil nel suo classico studio<sup>(51)</sup>.

Nella fig. 56-a sono riportate le tre solite linee  $Q - n$  ad apertura costante per tipi diversi di turbine e le corrispondenti linee dei momenti  $M - n$  e dei rendimenti effettivi  $\varepsilon - n$  che ne risultano in funzione dei giri e riferite alla caduta costante. Si nota che le linee dei momenti, che sarebbero rette per portata costante, si deformano in corrispondenza della variazione della portata cioè si abbassano e si incurvano nello stesso senso delle portate stesse. Si deduce che le turbine veloci in corrispondenza alla minor portata hanno anche un minor momento all'avviamento, che è però sempre superiore al normale e non può dar luogo ad instabilità nel funzionamento della turbina. In conseguenza anche le curve paraboliche dei rendimenti si deformano in ampiezza.

Lo stesso diagramma contiene anche le curve delle potenze  $N - n$  che hanno pure forma parabolica. E' notevole il fatto che il loro vertice è spostato rispetto a quello delle curve dei rendimenti in relazione alla variazione dei momenti e delle por-

<sup>(51)</sup> PRASIL: Vergleichende Untersuchungen an Reaktions - Niederdruckturbinen - Schweiz. Bauztg., 1905. — Egli presuppone che sia costante anche il raggio  $r_2$  d'uscita e quest'ipotesi si dimostrò esatta nelle turbine lente dal medesimo sperimentate, mentre si deve ammettere uno spostamento dei filetti nelle turbine veloci allargate non solo a velocità costante ed apertura variabile ma anche ad apertura costante e giri variabili.

tate, cioè la potenza delle turbine veloci aumenta per una velocità superiore alla normale <sup>(52)</sup>. Nella fig. 56-b sono messe a confronto le corrispondenti caratteristiche in funzione dei giri riferite alla portata costante. Per trovare nell'un diagramma i corrispondenti punti dell'altro serve la legge di proporzionalità; chiamando  $Q_H$ ,  $M_H$  ed  $n_H$  le portate, i momenti e le velocità riferiti alla caduta costante  $H_1 = 1$  ed  $H_Q$ ,  $M_Q$  ed  $n_Q$  le cadute, i momenti e le velocità riferiti alla portata costante  $Q_1 = 1$ , si ha:

$$\frac{Q_1}{Q_H} = \frac{n_Q}{n_H} = \sqrt{\frac{H_Q}{H_1}} \quad \text{ossia} \quad H_Q = \frac{1}{Q_H^2} \quad n_Q = \frac{n_H}{Q_H}$$

$$\text{e} \quad \frac{M_Q}{M_H} = \frac{H_Q}{H_1} \quad \text{da cui} \quad M_Q = M_H \cdot H_Q.$$

Risulta che ad una variazione della portata riferita alla caduta costante corrisponde una variazione inversa della caduta riferita alla portata costante. I momenti invece variano in proporzione della caduta e riferiti alla portata costante si dispongono su linee rette inclinate, da cui si conclude che anche le

la velocità normale di massimo rendimento e con 10 la portata massima corrispondente a detta velocità. Per l'uso pratico si dovrà in ciascuno attribuire alle basi 1 e 10 i corrispondenti valori  $n_1$  e  $Q_1$ .

I dati di partenza sono quelli sperimentali cioè le curve delle portate e dei rendimenti ad apertura costante e velocità variabile, notando però che mentre in pratica le aperture da sperimentare sono scelte liberamente coll'unico criterio di ottenere punti abbastanza numerosi da individuare senza incertezze le curve dei rendimenti  $e - Q$ , nel caso presente a scopo di confronto venne messa in evidenza l'apertura corrispondente al punto di massimo rendimento, apertura che si considera come normale. Le altre parziali vennero quindi scelte in modo da corrispondere ad intervalli di portata uguali a quello compreso fra la portata di massimo rendimento e la massima, sempre alla velocità normale  $n = 1$ .

Le curve dei rendimenti  $e - n$  ad apertura costante hanno tutte una analoga forma parabolica di ampiezza crescente col grado di apertura e di altezza variabile con un massimo corri-

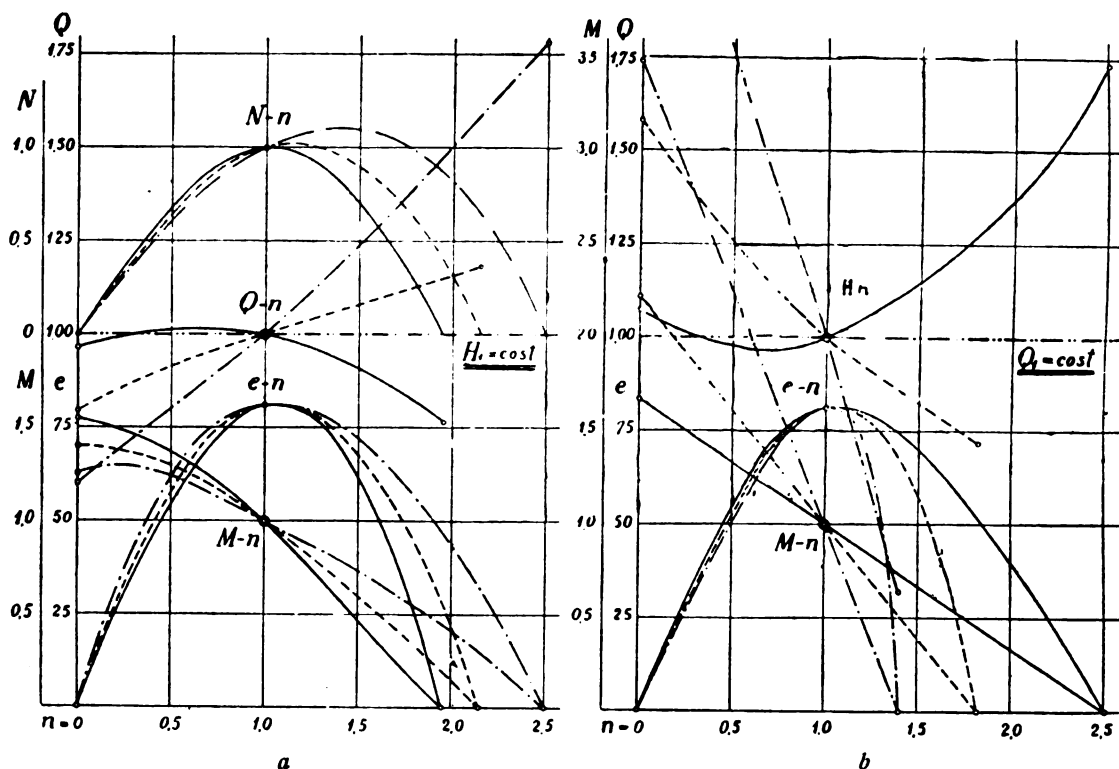


Fig. 56 a-b. — Diagramma dei momenti a totale apertura :

a)  $H_1 = \text{cost.}$

b)  $Q_1 = \text{cost.}$

corrispondenti linee  $M - n$  riferite alla caduta costante sono individuate da due punti qualsiasi, per es. dal momento massimo a turbina ferma e dalla velocità di fuga per  $M = 0$ , e si possono costruire per punti in base alle caratteristiche  $Q - n$  supposte note. Indirettamente risultano quindi individuate anche le curve dei rendimenti  $e - n$ , facendo astrazione dalle irregolarità che talvolta si riscontrano in pratica dovute a fenomeni secondari e che questa costruzione può servire a mettere in rilievo.

## 25. - Diagrammi generali di funzionamento delle turbine.

Chiarita la dipendenza delle curve di funzionamento della turbina dalla velocità periferica d'uscita  $u_2$  perciò, a parità di altre condizioni, dall'a velocità specifica  $n_1$  quindi dalla  $n_s$ , e dimostrata la perfetta affinità tra le Francis e le eliche vediamo come si comporta nell'insieme il rendimento che specialmente interessa in pratica.

Le figure 45, 46 e 47 rappresentano i diagrammi generali  $e - Q - n$  di tre turbine le cui curve di rendimento in funzione della portata sono fra quelle considerate nella fig. 57 e precisamente la 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> corrispondenti rispettivamente alle  $n_s = 200, 350$  e  $500$ . Per rendere più facile il confronto i tre diagrammi sono ridotti tutti alla stessa base indicando con 1

<sup>(52)</sup> Tutte le curve riportate nella fig. 56 si riferiscono alla completa apertura della turbina, per cui la velocità normale 1,0 è alquanto inferiore a quella di massimo rendimento per detta apertura.

spondente all'apertura normale. In corrispondenza della diversa ampiezza delle parabole il vertice si sposta per cui si verifica in generale il fatto che il rendimento massimo a piccola apertura corrisponde a velocità minore. Le curve delle portate  $Q - n$  per le diverse aperture hanno andamento vario ma posseggono in comune la tendenza di convergere (fig. 53) verso un punto sull'asse delle velocità a destra od a sinistra, all'infinito quando sono parallele, ossia la portata può diminuire o crescere colla velocità e tanto più sentitamente quanto maggiore è l'apertura.

Poichè ad ogni curva  $Q - n$  della portata corrisponde una curva di rendimento  $e - n$  è facile, valendosi dell'insieme delle curve delle portate come di una trama, individuare su questo diagramma i punti di ugual rendimento da collegare con linee di livello. Si può così segnare anche la linea di livello  $e = 0$  corrispondente alla velocità di fuga, che insieme alla curva della portata massima (massima apertura) racchiude il campo di funzionamento della turbina. Le linee di livello hanno forma ellittica e vanno sviluppandosi intorno al punto di rendimento massimo che rappresenta il culmine della superficie di rendimento degradante tutt'intorno nel senso della portata e della velocità.

Volendo ora renderci conto del funzionamento della turbina a velocità costante basta tagliare la superficie di rendimento individuata dalle linee di livello mediante piani verticali in corrispondenza delle velocità considerate per ottenere le linee di rendimento in funzione della portata  $e - Q$ . In corrispondenza della velocità normale  $n = 1$  si avrà la curva di massimo rendimento fondamentale che caratterizza la turbina. Sono inol-

tre segnate le curve corrispondenti rispettivamente alle velocità  $n = 0,8, 0,9, 1,1$  e  $1,2$  che capita più sovente di considerare in pratica.

Il funzionamento delle turbine è così individuato in tutte le sue possibilità, supposta la caduta costante, ed i tre diagrammi analoghi riferentesi a turbine con caratteristiche diverse mettono in evidenza l'influenza della caratteristica  $n_s$  sul funzionamento stesso. Osserviamo infatti che all'aumento della portata colla velocità nelle turbine veloci corrisponde una maggior ampiezza delle curve paraboliche di rendimento in modo che mentre nella turbina normale ( $n_s = 200$ ) la velocità di fuga è minore del doppio della velocità normale, e può scendere nelle turbine lente a  $1,7 \div 1,8$ , nelle turbine veloci ( $n_s = 500$ ) la velocità di fuga raggiunge anche il valore 2,5. Teoricamente a portata costante questa curva dovrebbe essere una parabola simmetrica con velocità di fuga doppia della normale e la variazione dell'ampiezza si deve attribuire appunto alla variazione della portata.

L'inclinazione stessa delle curve delle portate e l'estensione dei rendimenti lungo di esse fanno sì che le ellissi di equal rendimento vadano sempre più inclinandosi rispetto la verticale coll'aumentare della  $n_s$ , come appare evidente dai tre diagrammi messi a confronto. Nel diagramma della turbina più lenta le ellissi si mantengono in massima col loro asse maggiore verticale nella direzione della portata, vale a dire la velocità di massimo rendimento è anche la migliore per quasi tutte le altre aperture. Infatti vediamo che le curve dei rendimenti  $e - Q$  in funzione della portata per velocità maggiore o minore della normale stanno tutte al disotto della curva normale, ad eccezione di un trascurabile miglioramento per portata molto ridotta con velocità inferiore alla normale; un aumento di velocità dà luogo in ogni caso ad una perdita di rendimento.

Invece quando le ellissi sono inclinate le curve  $e - Q$  che si ottengono presentano a parità di variazione della velocità una minor diminuzione del rendimento massimo, però questo massimo si sposta in modo molto sensibile insieme alla curva stessa in relazione all'aumento della portata colla velocità tendendo verso l'estremità della curva stessa coll'aumentare della velocità. Rispetto alla curva normale si ha quindi un miglioramento di rendimento a totale apertura ed a velocità superiore alla normale, ed un più sensibile miglioramento a parziale diminuendo la velocità. In ogni modo è evidente il più ampio campo di utilizzazione della turbina veloce nel senso della velocità, precisamente nelle condizioni che si verificano in pratica negli impianti a bassa caduta, tenuto conto che una diminuzione di caduta a velocità costante equivale ad un aumento di velocità a caduta costante.

L'inclinazione delle ellissi di equal rendimento esercita la sua massima influenza sulle curve dei rendimenti  $e - Q$  a velocità costante. Dagli esempi considerati appare evidente come le curve  $e - Q$  risultino tanto più ampie quanto più le ellissi si mantengono col loro asse maggiore nella direzione dell'asse delle portate, ossia che dette curve vanno diminuendo di ampiezza coll'aumentare della  $n_s$ . Per contrapposto però risulta che quanto più le ellissi sono inclinate, ossia quanto più la turbina è veloce, tanto più alto si mantiene il rendimento massimo entro certi limiti di variazione della velocità, salvo però lo spostamento rispetto all'apertura. Si nota pure la tendenza generale di migliorare il rendimento col diminuire della velocità per portate parziali, e viceversa, e che la deformazione o lo spostamento di questa curva per effetto della variazione di velocità è tanto più sensibile quanto meno ampia è la curva stessa ossia quanto maggiore è la caratteristica  $n_s$  della turbina. Per cui si conclude che dalla forma stessa della curva  $e - Q$  a velocità normale è caratterizzato il funzionamento della turbina in generale.

Tanto più aveva importanza detta curva qualche tempo addietro colle turbine lente la cui curva  $e - Q$  poco risentiva delle variazioni di velocità, ed in ogni caso quando era preso in considerazione il solo funzionamento a caduta ed a velocità costanti. Nella fig. 57-a sono riunite le dette tre curve  $e - Q$  normali insieme ad alcune altre rappresentanti varie  $n_s$  da un minimo di 125 ad un massimo di 900, mostranti tutte nel loro complesso una certa affinità come se si trattasse di una graduale deformazione di una stessa curva per effetto della variazione della  $n_s$ .

Nelle turbine ad elica più veloci la curvatura si accentua e la linea cade rapidamente per le portate parziali. In questo caso specialmente si dimostra il grande vantaggio della regolazione delle pale della ruota e la curva della turbina Kaplan, che pure è la più veloce, sta sopra tutte le altre. Questo si spiega pensando che ad ogni posizione delle pale della ruota corrispon-

derebbe una curva  $e - Q$  ad uncino spostata e la curva risultante dalla regolazione contemporanea del distributore e della ruota non è altro che la involupante di tutte queste curve (figura 58).

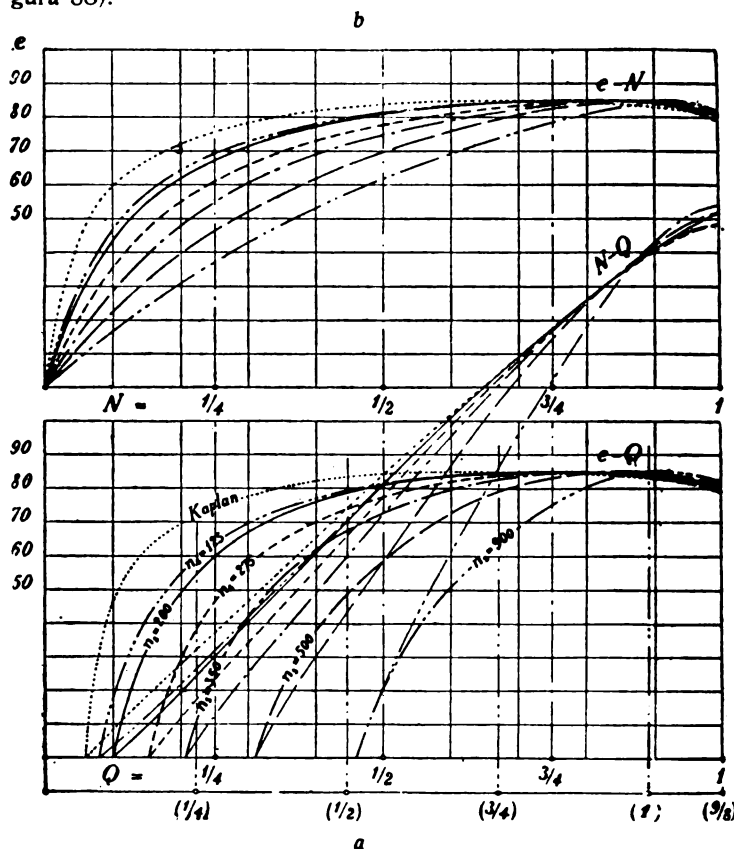


Fig. 57 a-b. — Curve di rendimento in funzione della portata a) e della potenza b).

Non è molto si riteneva che anche il rendimento massimo di una turbina dovesse diminuire coll'aumentare della  $n_s$ , che sembrava non potesse perciò convenientemente superare il 350. Si ebbe invece la sorpresa di vedere aumentare con la  $n_s$  anche il rendimento massimo, che raggiunse l'88 ÷ 90 %, però il difetto del rendimento parziale è rimasto colle ruote a pale fisse. Nella fig. 57 a scopo di confronto le curve di rendimento appartenenti a turbine di tipi differenti sono ridotte tutte allo stesso rendimento massimo 0,85, valore praticamente raggiungibile da qualsiasi tipo razionalmente costruito. Le esperienze dimostrano che si possono raggiungere rendimenti elevatissimi con qualsiasi  $n_s$  e le piccole differenze che si notano tanto per lo stesso tipo di fabbricazioni diverse come per tipi differenti si possono attribuire alla più o meno grande perfezione costruttiva, facendo astrazione dall'influenza dei diversi sistemi di misura. Ragione per cui, generalizzando, le considerazioni che svolgiamo si pos-

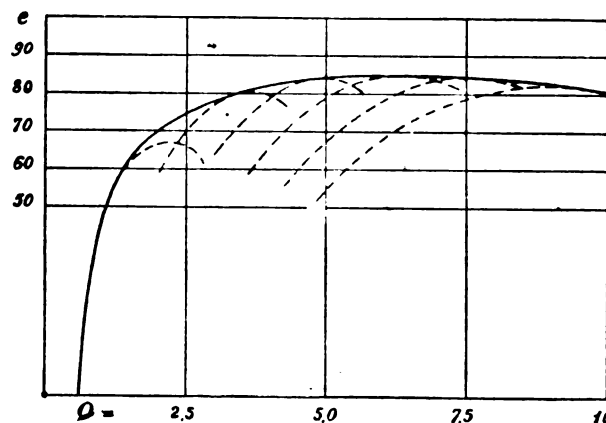


Fig. 58. — Curva di rendimento della ruota Kaplan a pale registrabili.

sono riferire sempre allo stesso rendimento massimo di 0,85 normalmente raggiungibile, trascurando i maggiori rendimenti ottenuti in condizioni eccezionalmente favorevoli.

La curva più ampia della fig. 57, esclusa la Kaplan, si riferisce a turbine lente con  $n_s = 100 \div 150$  ed è perciò da considerarsi come eccezionale. La successiva ancora ottima appar-

tiene ad una  $n_s = 200$  circa e questo tipo di turbina, che per molti anni ebbe una grande diffusione quando non ancora aveva acquistato la preponderanza il problema dell'economia dell'impianto, sarebbe il più consigliabile quando si richiede un buon rendimento parziale; infatti a metà portata il rendimento raggiunge ancora il 0,81 e possiamo considerare questa curva come tipica della turbina parzializzabile.

## CAP. VII.

## SERIE DI TURBINE.

## 26. - Elementi che individuano una serie.

Abbiamo già dimostrato iniziando questo studio come industrialmente non convenga calcolare le turbine caso per caso salvo in condizioni specialissime, e come sia piuttosto opportuno stabilire una serie di tipi corrispondenti ad una successione di caratteristiche  $n_s$  individuanti altrettante serie di ruote i cui diametri siano abbastanza vicini da adattarsi in buone condizioni di rendimento a qualsiasi caso possa presentarsi di  $Q_1$  ed  $n_1$  (<sup>53</sup>) compreso nel campo coperto dalle serie predisposte.

le  $n_1$  e le  $Q_1$ . Ambedue vanno crescendo colla  $n_s$  per cui le linee che le rappresentano sono inclinate nello stesso senso.

L'una e l'altra sono sufficienti per determinare il diametro  $D_1$  della turbina per ogni dato caso di  $Q_1$  ed  $n_1$  essendo

$$D_1 = \sqrt{\frac{Q_1}{Q_1^1}} = \frac{n_1}{n_1^1}.$$

Dalla  $n_1$  si ricava direttamente la corrispondente velocità periferica all'entrata, che riferita alla velocità teorica  $\sqrt{2gH}$  si esprime:

$$\frac{u_1}{\sqrt{2gH}} = \frac{\pi D_1 n}{60 \sqrt{2gH}} = \frac{\pi n_1^1}{60 \sqrt{2g}} = 0,0118 n_1^1.$$

Gli altri elementi che servono ad individuare la turbina nelle sue linee principali sono l'altezza del distributore  $B_0$  e l'apertura  $a_0$  delle pale del medesimo, oltre al diametro  $D_3$  dello scarico all'imbocco del diffusore (<sup>54</sup>). Queste tre dimensioni sono in relazione alla portata  $Q_1$  e dipendono dalle corrispondenti velocità meridiana  $c_{m0}$  ed assoluta  $c_0$  attraverso il distributore e dalla

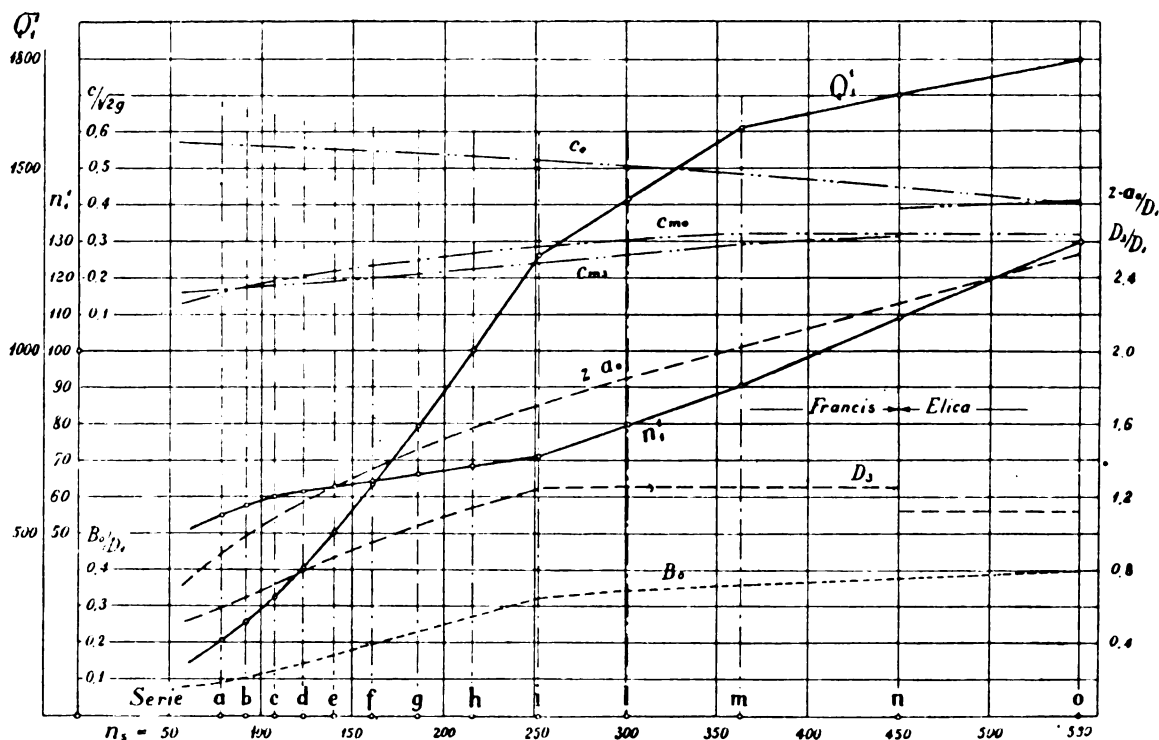


Fig. 59. — Diagramma base di una serie di turbine.

Si è pure visto come esista anche un criterio per la scelta della  $n_1$  e della  $Q_1$  più convenienti per una determinata caratteristica  $n_s$  espresso da formule (<sup>54</sup>), per cui al costruttore riesce relativamente facile, appoggiandosi anche ai risultati di proprie esperienze e tenendo conto di altre considerazioni pratiche, stabilire una serie di tipi con una certa continuità. La rappresentazione grafica dei vari elementi in funzione della  $n_s$  facilita il problema, servendo in special modo per verificare questa continuità e per completare la serie per interpolazione quando ne siano dati alcuni elementi. Essa è inoltre molto utile per il confronto di serie studiate con criteri differenti.

Il diagramma della fig. 59 rappresenta una serie studiata dallo scrivente già da qualche anno e che qui è presentata come semplice esempio. Assumendo le  $n_s$  come ascisse sono tracciate le curve degli elementi principali della serie ed in primo luogo

velocità meridiana  $c_{m3}$  allo scarico essendo:

$$\frac{c_{m0}}{\sqrt{2gH}} = \frac{Q_1 \sqrt{H}}{\pi D_1 B_0 \sqrt{2gH}} = \frac{Q_1^1 D_1}{\pi B_0 \sqrt{2g}} = \frac{Q_1^1 D_1}{13,9 B_0} = \frac{Q_1^1}{13,9} \frac{D_1}{B_0} \quad (14)$$

$$\frac{c_0}{\sqrt{2gH}} = \frac{Q_1 \sqrt{H}}{z_0 a_0 B_0 \sqrt{2gH}} = \frac{Q_1^1 D_1^3}{z_0 a_0 B_0 \sqrt{2g}} = \frac{Q_1^1}{4,43} \frac{D_1^3}{B_0 z_0 a_0} \quad (15)$$

$$\frac{c_{m3}}{\sqrt{2gH}} = \frac{4 Q_1 \sqrt{H}}{\pi D_3^2 \sqrt{2gH}} = \frac{4 Q_1^1 D_1^3}{\pi \sqrt{2g} D_3^2} = \frac{Q_1^1 D_1^3}{3,48 D_3^2} = \frac{Q_1^1}{3,48} \left( \frac{D_1}{D_3} \right)^2 \quad (16)$$

(<sup>53</sup>) I dati che servono di base al calcolo di una turbina sono la caduta normale  $H$  in m, che supponiamo costante, la portata d'acqua massima  $Q$  che la turbina deve assorbire in l. al sec, la velocità normale di funzionamento  $n$  in giri al minuto. Per semplicità ed uniformità di calcolo i dati di portata e di velocità possono essere riferiti alla caduta di 1 m e poichè, come risulta anche dall'equazione fondamentale, la caduta  $H$  è proporzionale al quadrato della velocità, possiamo senz'altro prendere per dati di calcolo  $Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$  ed  $n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$ .

(<sup>54</sup>) Vedi § 49.

(<sup>55</sup>) Per quanto riguarda i dettagli costruttivi delle turbine, come pure per la disposizione d'impianto di turbine semplici o combinate, ci riferiamo alle note importanti opere:

BELLUZZO: *Il calcolo e la installazione delle moderne turbine idrauliche* - 2<sup>a</sup> ed. - Milano, 1922.

LO PRESTI: *Le turbine idrauliche* - Milano, 1922.



Il diagramma potrà quindi essere completato colle curve delle velocità:

$$\frac{c_{m2}}{\sqrt{2gH}}, \frac{c_0}{\sqrt{2gH}} \text{ e } \frac{c_{m1}}{\sqrt{2gH}}$$

e con quelle dei corrispondenti valori:

$$\frac{B_0}{D_1}, \frac{z_0 \cdot a_0}{D_1} \text{ e } \frac{D_3}{D_1}$$

Le velocità  $c_{m2}$  e  $c_{m1}$  sono teoricamente libere e sono tracciate perciò come conseguenza dei valori pratici assegnati ai rapporti corrispondenti  $\frac{B_0}{D_1}$  e  $\frac{D_3}{D_1}$ . La velocità  $c_0$  risulta invece indirettamente dal calcolo, perciò da questa si ricaverà come conseguenza la curva dei valori  $\frac{z_0 \cdot a_0}{D_1}$ .

Il Prof. Camerer nel 1914 <sup>(58)</sup> non propone una vera serie ma espone dati sperimentali di diverse ruote di prova di vario tipo, cioè con pale lunghe a cucchiaino e pale corte. L'accorciamento della pala è però ottenuto dall'interno e la possibilità o la convenienza di un grande interstizio tra ruota e distributore non è ancora affermata, mentre resta la convinzione che non sia lecito oltrepassare la  $n_s = 350$  raggiunta a stento con mediocre rendimento. Le linee  $Q_1$  e  $n_1$  corrispondenti ai due tipi e riportate nel nostro diagramma rappresentano due tendenze e si avvicinano le une alle serie del Baashuus, le altre alla serie della Hütte.

E' notevole la tendenza di queste serie più antiche di mantenersi per quanto possibile con una bassa velocità specifica  $n_1 = 50 \div 60$  fino intorno alla caratteristica  $n_s = 200$  dopo la quale l'aumento della  $n_1$  è più accentuato. Questa tendenza deriva dalle turbine lente con piccola portata  $Q_1$ , che furono anche le prime in ordine cronologico, per le quali la  $n_1 = 55$  rappresentava la condizione di miglior rendimento. In queste tur-

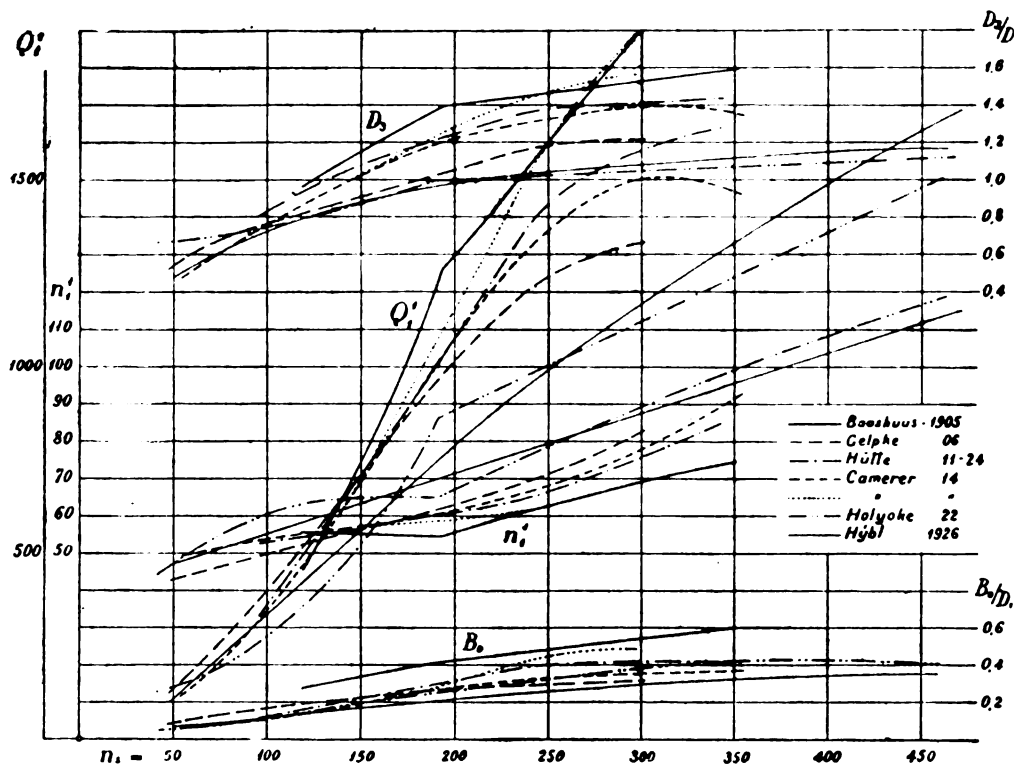


Fig. 60. — Evoluzione delle serie di turbine nell'ultimo ventennio.

## 27. - Serie anticate e sviluppo della turbina Francis.

Diagrammi del genere sopra accennato in funzione della caratteristica  $n_s$  o tabelle equivalenti ne furono proposti parecchi ed è interessante il loro confronto che serve a dimostrare l'evoluzione della turbina Francis in questi ultimi tempi. Nella fig. 60 sono messe a confronto le linee delle  $Q_1$  e delle  $n_1$  in funzione della  $n_s$  secondo diversi Autori, oltre ai valori assegnati ai rapporti  $\frac{B_0}{D_1}$  e  $\frac{D_3}{D_1}$ .

La più antica risale al 1905 ed è quella del Baashuus <sup>(56)</sup>. Essa appartiene all'epoca delle ruote fortemente allargate allo scarico con grandi pale a cucchiaino e si distingue dalle altre per il basso valore delle  $n_1$  ed il corrispondente grande valore delle  $Q_1$  che per  $n_s = 350$  arriva a 2255 l ed a cui corrisponde una eccezionale altezza del distributore  $B_0 = 0,6 D_1$ .

Viene in seguito per ordine di tempo la serie proposta dal Gelpke <sup>(57)</sup> che per quanto di poco più recente è informata a concetti moderni, poichè presenta marcata la tendenza di ridurre lo sviluppo delle pale aumentando la  $n_1$  e riducendo in conseguenza la  $Q_1$  quindi anche i valori  $\frac{B_0}{D_1}$  e  $\frac{D_3}{D_1}$ .

Nel Manuale della Hütte, ediz. 1911, e mantenuta ancora nell'ultima edizione 1924, si trova un'altra serie che può considerarsi come intermedia fra le precedenti e nella quale la  $n_1$  non si distacca dal 60 che per  $n_s > 200$ .

bine il dato di calcolo fondamentale è il diametro d'ingresso  $D_1$  che è fissato in modo di avere un angolo d'entrata nella ruota  $\beta_1 = 90^\circ$ , cioè una velocità d'ingresso  $w_1$  minima e quindi una condizione di massimo rendimento che corrisponde appunto ad  $n_1 = 55$ . Infatti l'equazione fondamentale per  $c_{u1} = u_1$  e  $c_{u2} = 0$  si riduce a  $g \cdot \epsilon H = u_1^2$  dalla quale si deduce:

$$u_1 = \sqrt{g \cdot \epsilon H} = \frac{\pi}{60} n_1 \sqrt{H}$$

ossia per  $\epsilon = 0,85$

$$n_1 = \frac{60}{\pi} \sqrt{g \cdot \epsilon} = 55.$$

Nel successivo sviluppo della turbina Francis e col continuo aumento della portata  $Q_1$  la velocità  $n_1$  fu mantenuta dapprima per quanto possibile ferma intorno al detto valore. Poichè la velocità assoluta di scarico  $c_2$ , ossia la  $c_{m2}$  per  $\alpha_2 = 90^\circ$ , era considerata come perdita ne veniva di conseguenza che la sezione di scarico, ossia il diametro  $D_2$ , andasse aumentando per mantenere la  $c_{m2}$  in determinati limiti. Ponendo per esempio  $c_{m2} = 0,20 \sqrt{2gH}$ , corrispondente ad una perdita  $\frac{c_{m2}^2}{2g} = 0,04 H$ , e trascurando lo spessore delle pale e l'ingombro del mozzo, si avrebbe:

$$c_{m2} = \frac{4Q}{\pi D_2^2} = 1,27 \frac{Q}{D_2^2} = 1,27 \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 Q_1 \sqrt{H} = 0,20 \sqrt{2gH}$$

<sup>(56)</sup> BAASHUUS: Klassifikation von Turbinen — Z. V. d. I., 1905, pag. 92.

<sup>(57)</sup> GELPKE: Turbinen und Turbinenanlagen - Ed. Springer, 1906.

<sup>(58)</sup> CAMERER: Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen - Ed. Engelmann, 1914 - 2ª ediz. 1924.

da cui:

$$\frac{D_2}{D_1} = \sqrt{\frac{1,27 Q_1^1 \sqrt{H}}{0,20 \sqrt{2 g H}}} = \sqrt{\frac{Q_1^1}{0,7}};$$

si avrebbe quindi come caso particolare  $D_2 = D_1$  per  $Q_1^1 = 0,700$ . Si passò in questo modo gradatamente dalla ruota Francis centripeta con  $D_2 < D_1$  alla Francis allargata con  $D_2 > D_1$  giungendo fino ad una  $Q_1^1 = 1400$  circa, ossia ad una

$$n_s = 55 \sqrt{10 \cdot 1,4} = 205$$

nelle tipiche ruote a cucchiaio di origine americana (fig. 2) <sup>(59)</sup>.

Però continuando su questa via fu presto riscontrato che un eccessivo aumento del rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$  diventava dannoso specialmente per il rendimento a portata parziale e di qui la tendenza di esagerare l'ampiezza dei cucchiai sporgenti in basso in modo di ingrandire la sezione di scarico senza aumentare eccessivamente il diametro  $D_2$  (fig. 61).

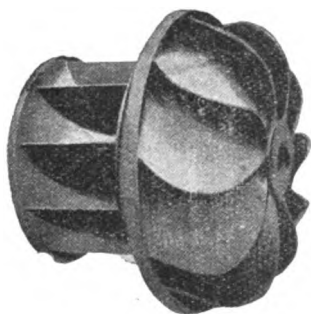


Fig. 61. — Ruota fortemente allargata tipo Camerer.

Più tardi si pensò di aumentare la velocità specifica  $n_1^1$  ossia il diametro  $D_1$  in modo di potere a parità di giri e di rapporto  $\frac{D_2}{D_1}$ , ossia colla stessa perdita di scarico, smaltire una maggiore portata. L'aumento della  $n_1^1$  permise d'altro lato di abolire i grandi cucchiai di scarico di difficile costruzione, poichè il maggior diametro disponibile  $D_2$  a parità di portata permetteva di ottenere la sezione di scarico sufficiente anche con pale meno sviluppate. Però anche un eccessivo aumento della velocità periferica d'ingresso esteso su tutta la ruota cilindrica divenne preoccupante e si cominciò a tagliare il profilo della pala all'ingresso sempre più inclinato man mano che si verificava che l'aumentato interstizio tra ruota e distributore non danneggiava il rendimento <sup>(60)</sup>. Si presentava così la possibilità di restringere sempre più le pale riducendo le perdite per attrito, della quale si approfittò per aumentare la velocità periferica massima ossia la  $n_1^1$  a valori intorno al 100, corrispondente a

<sup>(59)</sup> La Ditta Alessandro Calzoni di Bologna ebbe il merito di importare in Italia verso l'anno 1890 il tipo americano *Hercule* che fra i diversi allora conosciuti era il migliore, dando il colpo di grazia alle vecchie Jonval e segnando una nuova direzione nello sviluppo delle turbine.

<sup>(60)</sup> La fig. 62 rappresenta appunto due ruote calcolate per gli stessi

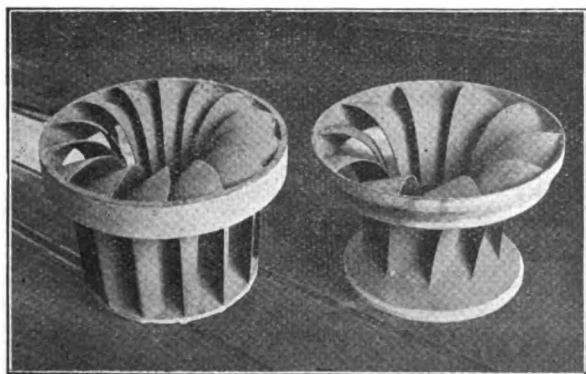


Fig. 62. — Ruote per lo stesso distributore con piccolo e grande interstizio.

dati ed applicabili allo stesso distributore, funzionanti l'una con piccolo, l'altra con grande interstizio. Le prime ruote coniche con distributore cilindrico furono svedesi (Jacobson - 1908).

$u_1 = 1,20 \sqrt{2 g H}$ , qualche tempo prima ritenuti assurdi; cresceva di pari passo il diametro  $D_2$  di scarico ossia la portata ammissibile. Tuttavia anche la  $c_{m0}$  abbandonando i suoi antichi limiti era andata sempre più aumentando, imponendo al diffusore un sempre più importante contributo al rendimento della turbina.

La rivelazione si ebbe con la ruota tipo *Dubs* (1914) la quale è caratterizzata dalla pala a forma di falce (fig. 41) ridottissima nel senso del percorso dell'acqua, in modo che la ruota si potrebbe considerare come formata non da una serie di canali ma da una serie di bocche di scarico; infatti il profilo d'ingresso segue parallelamente il profilo di scarico che per sè non ha nulla di eccezionale <sup>(61)</sup>.

La proprietà più interessante della ruota Dubs, con una  $n_s$  relativamente modesta per quanto insolita al suo tempo in corrispondenza della velocità di massimo rendimento ( $n_1^1 = 97,5$ ,  $Q_1^1 = 1460$ ,  $n_s = 372$ ), era però quella di poter funzionare con buon rendimento anche con velocità assai superiore alla normale e, aumentando contemporaneamente anche la portata  $Q_1^1$ , di poter raggiungere la  $n_s = 500$  fino allora ritenuta impossibile <sup>(62)</sup>. Questa elasticità molto utile specialmente negli impianti a caduta variabile si è mantenuta nelle turbine veloci che vennero in seguito, dovuta semplicemente all'aumento della velocità periferica di scarico  $u_2$  come abbiamo dimostrato <sup>(63)</sup>.

Nel periodo di evoluzione che ne seguì, interrotto dalla guerra mondiale, era difficile pensare ad un programma di serie e non possiamo che citare un diagramma del 1922 che si riferisce alle turbine americane che diedero i migliori risultati alla stazione sperimentale di *Holyoke* <sup>(64)</sup> e che si spinge solo fino alla  $n = 450$  (fig. 63). E' manifesta la tendenza degli americani di aumentare la  $n_1^1$ , ossia il diametro della ruota la quale riesce così meno svasata e meglio raccordata col tubo aspirante. E' pure notevole il piccolo valore della velocità  $c_{m0}$ , che corrisponde ad una relativamente grande altezza  $B_0$  del distributore.

Recentissima per quanto di limitato interesse è una tabella di serie del Prof. Hybl <sup>(65)</sup> che si estende dalla  $n_s = 50$  alla  $n_s = 600$  e dalla quale ricaviamo i valori di  $n_1^1$  pure riportati nel diagramma della fig. 60, che poco differiscono dai corrispondenti nella serie americana e di questi presentano una maggior regolarità.

## 28. - Serie moderne e passaggio dalla Francis all'elica.

Le curve della serie americana sono riportate in un altro diagramma (fig. 64) nel quale sono raccolti i dati di  $Q_1^1$  ed  $n_1^1$  delle turbine veloci più importanti e recenti, quasi tutte di costruzione europea, comparse nella letteratura a nostra conoscenza; sono comprese anche le turbine ad elica, le quali si distinguono per una più grande  $n_1^1$  <sup>(66)</sup>.

Il campo delle ruote ad elica comincia colla  $n_s = 450$  ed i punti segnati nell'ampio tratto che si estende fino alla  $n_s = 900$  individuano una zona abbastanza regolare per quanto riferentesi a tipi disparati. Per verificare la concordanza della teoria colle applicazioni pratiche nello stesso diagramma sono riportate alcune curve di  $n_1^1$  in funzione della  $n_s$  secondo l'equazione

$$n_1^1 = x \cdot n_s^{2/3}$$

per diversi valori del coefficiente  $x$  tra 1,8 e 2,2. Entro questi limiti che corrispondono circa alle ipotesi fatte applicando le formule di Moody e di Ahlfors <sup>(67)</sup> sono compresi tutti i punti riportati. Si nota inoltre che la curva  $n_1^1$  della serie americana coincide nel secondo tratto colla curva di equazione  $n_1^1 = 2,0 n_s^{2/3}$  corrispondente a diverse eliche, ma sta alquanto

<sup>(61)</sup> Il grande interstizio che ne risultava tra ruota e distributore dovette però per un certo tempo sembrare sospetto allo stesso inventore poichè questi pensò anche di premunirsi con un brevetto riguardante un distributore con pale mobili profilate e prolungate fino alla ruota.

<sup>(62)</sup> Schweiz. Bauztg., dicembre 1915, pag. 287.

<sup>(63)</sup> Vedi § 22.

<sup>(64)</sup> PANTELL: Amerikanische Francis-turbinen — Die Wasserkraft, febbraio 1922.

<sup>(65)</sup> HYBL: Die Bestimmung der Hauptabmessungen der Francis-turbinen — Z. V. d. I., 1926, pag. 879.

<sup>(66)</sup> La soppressione della corona esterna nella turbina ad elica presenta il doppio vantaggio di eliminare l'attrito della parete esterna rotante nell'acqua ambiente con una grande velocità periferica e di ridurre di molto quello corrispondente alla parete interna, sostituita da una parete fissa percorsa dall'acqua colla velocità assoluta assai minore della velocità relativa. D'altra parte l'elica causa l'ingombro del mozzo presenta sempre una minor sezione di scarico della Francis di pari diametro  $D_1$ , per cui essa richiede a parità di  $n_s$  e di  $c_{m0}$  una maggior  $n_1^1$ , ammissibile appunto ad eguali condizioni di rendimento data l'assenza della corona esterna.

<sup>(67)</sup> Vedi § 19.

al disopra alla maggior parte delle Francis qui riportate. Siccome però anche questa curva si riferisce a turbine Francis risulta appunto la tendenza americana di tener alto il valore della  $n_1'$ .

Anche nelle turbine ad elica con la  $n_s$  aumenta pure la  $Q_1'$  quindi la velocità di scarico  $c_{m1}$ , supposto fisso il rapporto

con una corrispondente altezza

$$\frac{c_{m1}^2}{2g} = (0,61 \div 0,50)^2 H = (0,37 \div 0,25) H.$$

Questa rappresenta l'energia cinetica all'ingresso del dif-

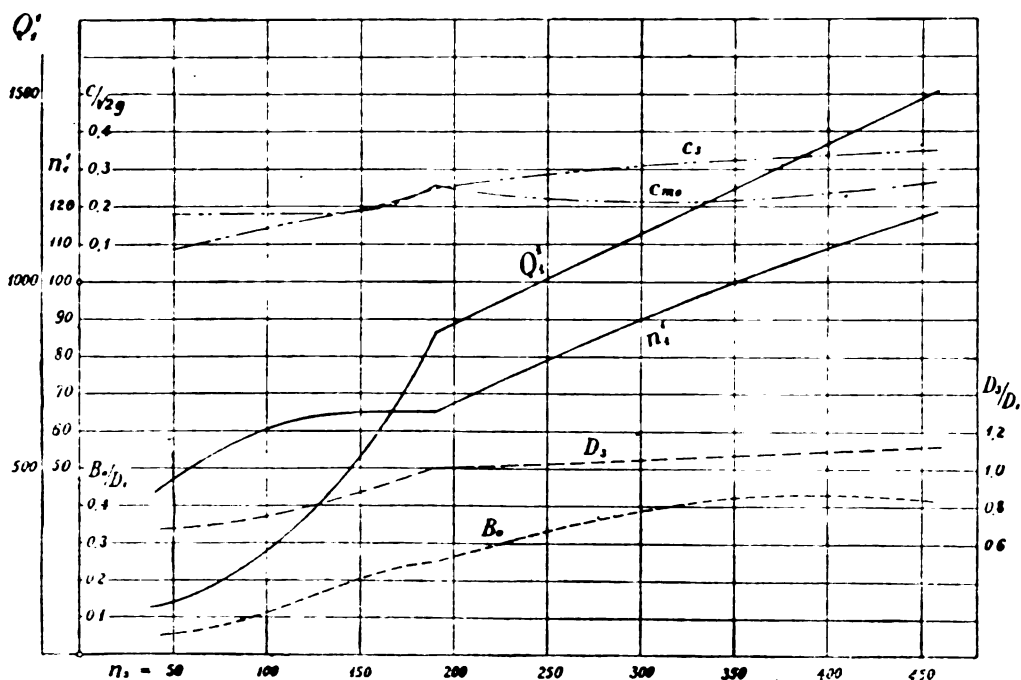


Fig. 63. — Diagramma di ruote americane.

$D_1$  che possiamo ritenere in media 1,05. Si ha infatti dalla (16):

$$\frac{c_{m1}}{\sqrt{2gH}} = \frac{Q_1'}{3,48} \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 = \frac{Q_1'}{3,48} \left( \frac{1}{1,05} \right)^2 = \frac{Q_1'}{3,83}$$

fusore, ma se ci riferiamo all'uscita della ruota tenendo conto dell'ingombro del mozzo col coefficiente  $m = 0,88$ , corrispondente ad un diametro  $0,35 D_1$ , e dello spessore delle pale col coefficiente  $p = 0,95$ , abbiamo  $c_{m2} = \frac{c_{m1}}{0,88 \cdot 0,95} = 1,20 c_{m1}$

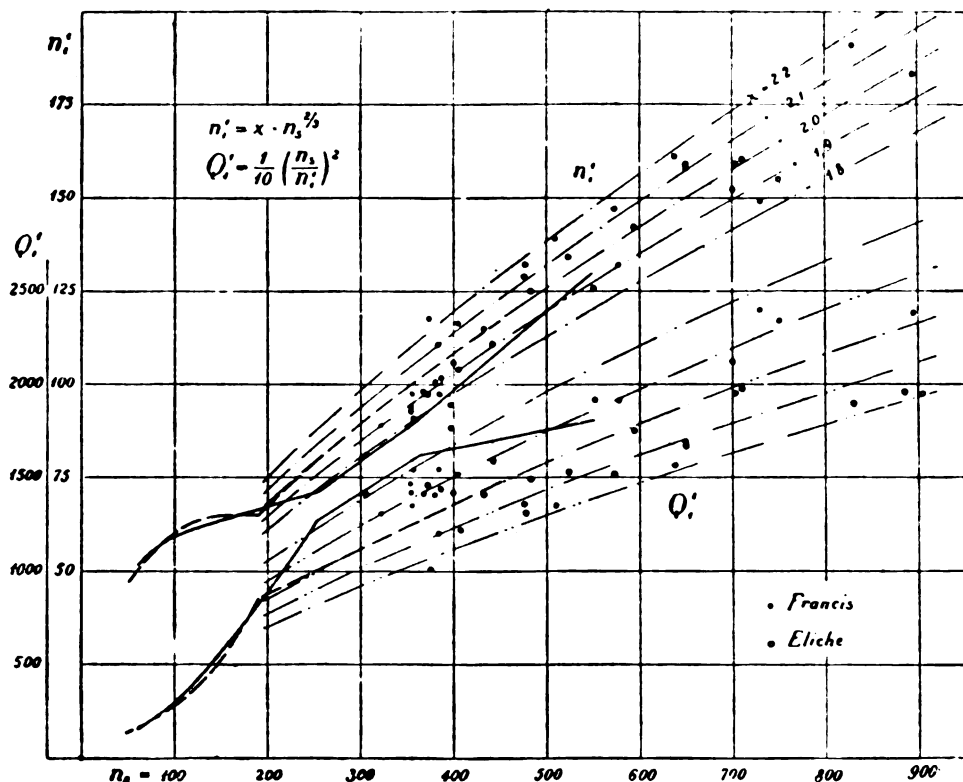


Fig. 64. — Velocità e portate specifiche adottate in pratica per le turbine veloci.

ed essendo

$$10 \cdot Q_1' = \left( \frac{n_s}{n_1'} \right)^2 :$$

$$\frac{c_{m1}}{\sqrt{2gH}} = \frac{1}{38,3} \left( \frac{n_s}{n_1'} \right)^2 = \frac{1}{38,3} \left( \frac{n_s}{(2,0 \div 2,2) n_s^{1/2}} \right)^2 = \frac{n_s^{1/2}}{153 \div 185}$$

ossia per  $n_s = 900$ :

$$c_{m2} = (0,61 \div 0,50) \sqrt{2gH}$$

per cui l'energia cinetica all'uscita della ruota risulta:

$$\frac{c_{m2}^2}{2g} = 1,44 \cdot \frac{c_{m1}^2}{2g} = (0,53 \div 0,36) H.$$

La grandezza di questo valore dimostra quale importanza abbia in queste turbine il diffusore ed indirettamente quale limitazione ne risulti per l'altezza di aspirazione.

Il tipo di ruota ad elica, che permise di raggiungere i più

alti valori della velocità caratteristica  $n_s$  e pareva a questi unicamente riservata, dimostrò di essere applicabile con vantaggio anche alle  $n_s$  minori ed ora è sceso sotto alla  $n_s = 500$  a contendere il campo alle Francis non solo nella disposizione ad asse verticale, che permette un migliore diffusore, ma anche in quella ad asse orizzontale semplice o doppia che meglio si presta per piccole e medie potenze. Il passaggio da un tipo all'altro è rilevato nel diagramma (fig. 64) dalla discontinuità delle zone delle  $n_1$  e delle  $Q_1$  corrispondenti. Le linee  $n_1$  e  $Q_1$  della serie americana si potrebbero considerare come linee limiti poichè separano longitudinalmente la zona delle Francis da quella delle eliche, ossia per una data caratteristica  $n_s$  la  $n_1 = 2,0 n_s^{2/3}$  rappresenta la massima velocità specifica usata praticamente per le Francis e la minima per le eliche.

(Continua).

## ISOLATORI PASSANTI PER ALTISIME TENSIONI

G. SILVA



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### 1. - Premesse.

Le questioni elettrostatiche stanno assumendo di giorno in giorno una importanza sempre crescente. Ciò è dovuto all'aumento rapidissimo delle tensioni di esercizio e alle conseguenti difficoltà di isolamento delle linee, degli apparecchi, degli organi tutti facenti parte di un sistema di trasmissione. Assistiamo ad un fiorire di studi relativi alla elettrostatica teorica ed alle questioni pratiche direttamente collegate: gli isolanti e il loro comportamento nel campo elettrico. Studi questi tanto più notevoli in quanto per molti e molti anni l'attività degli ingegneri è stata assorbita interamente da problemi elettrodinamici, che soli sembravano suscettibili di applicazione immediata. Da ciò lo scarso posto che l'Elettrostatica ha trovato nelle scuole, nei testi e quindi nella formazione scientifica degli ingegneri.

Fino a che le tensioni di esercizio si sono mantenute entro limiti ristretti, l'isolamento non presentò serie difficoltà: anzi esso era molte volte già largamente assicurato in base all'esame non elettrico, ma puramente meccanico dei pezzi isolanti.

Le cose evidentemente cambiarono col passare alle tensioni molto elevate. L'importanza dell'isolamento, avuto riguardo alla continuità del servizio, crebbe rapidamente, e così pure crebbe la spesa ad esso inerente. Il problema si pose dunque nei suoi termini pratici: assicurare il servizio con un dato margine di sicurezza e con un minimo di spesa. Tramontò necessariamente l'era del dimensionamento « a sentimento » degli isolanti per lasciare il passo ad un sistema razionale e scientifico.

Come conseguenza immediata di tutto ciò, l'Elettrostatica doveva necessariamente acquistare una importanza sempre maggiore, ed i cultori di questa parte dell'Elettrotecnica dovevano farsi sempre più numerosi.

Uno dei quesiti più particolarmente importanti, per la tecnica moderna delle alte tensioni, è sicuramente quello dei passanti. Diremo di più: la realizzazione di trasporti a tensioni sempre più elevate sembra trovare il suo limite pratico nella realizzazione industriale dei passanti. Sono note anche le preoccupazioni che questi accessori, di così insignificante apparenza, suscitano in chi esercisce linee ad alta tensione.

Ci è parso dunque di far cosa utile raccogliendo i vari elementi in base ai quali si possono proporzionare i passanti e giudicare le loro qualità. Per la parte descrittiva dobbiamo alla cortesia delle Case costruttrici i dati tecnici e le fotografie: di ciò presentiamo alle Case stesse i più sentiti ringraziamenti.

### PARTE PRIMA

#### IL CAMPO ELETTROSTATICO DI UN PASSANTE

### 2. - Generalità.

Sia  $A$  (fig. 1) il coperchio di un apparecchio o la parete di un edificio, al potenziale di terra  $O$ ;  $B$  un conduttore attraversante  $A$ , al potenziale di linea  $E$ . L'insieme della fig. 1

costituisce il più semplice passante quando si immagini interposto fra  $A$  e  $B$  un dielettrico, per es. l'aria. Ancora oggi sono di questo tipo, oltremodo economico, molti attraversamenti di muri.

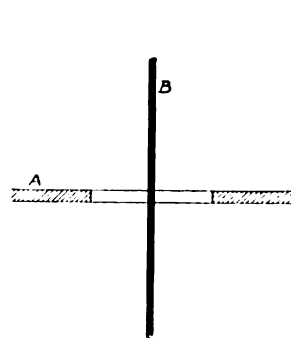


Fig. 1.

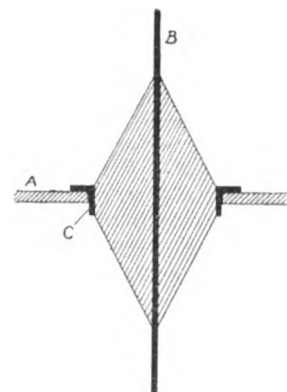


Fig. 2.

In pratica però riserviamo la denominazione « passante » a quell'insieme in cui il dielettrico interposto tra  $A$  e  $B$  assicura anche la connessione rigida (atta cioè a sopportare sforzi meccanici) di  $B$  rispetto ad  $A$  (fig. 2). Ciò presuppone dunque che una parte almeno dell'isolante sia solida (porcellana, carta, ecc.).

Gli elementi essenziali per lo studio del passante sono evidentemente i seguenti:

— intensità normale della corrente che percorre il conduttore  $B$ ,

— tensione normale di  $B$  rispetto ad  $A$ .

Potremo allora scindere questo studio in due parti:

a) *Problema elettrodinamico*: proporzionare il conduttore  $B$  all'intensità della corrente. La soluzione ne è immediata. Per l'altissima tensione necessità puramente meccaniche impongono conduttori centrali di sezione tale da rendere superflua ogni altra considerazione al riguardo.

b) *Problema elettrostatico*: il conduttore  $B$  deve essere isolato da  $A$ , cioè dalla flangia o collare  $C$ . Con ciò intendiamo dire che il dielettrico interposto fra  $B$  e  $C$  deve essere tale da rendere possibile:

la *fulminazione* del passante (perforazione radiale dell'isolante tra il conduttore e la flangia),

o l'*arco esterno*, longitudinale, tra l'estremità del passante e la flangia,

solo quando tra  $B$  e  $C$  venga applicata una tensione sufficientemente elevata rispetto a quella normale di esercizio.

In quanto segue ci occuperemo unicamente di questi due aspetti del problema elettrostatico.

### 3. - Campo elettrostatico.

In linea teorica possiamo senz'altro ridurre il passante alla forma schematica della fig. 3. Un conduttore cilindrico  $B$

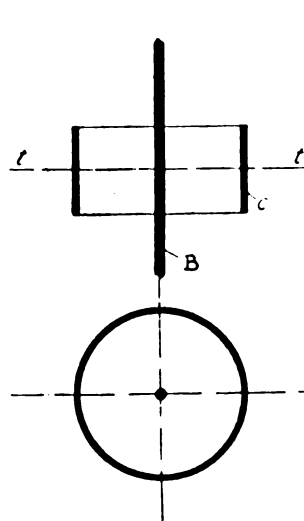


Fig. 3.

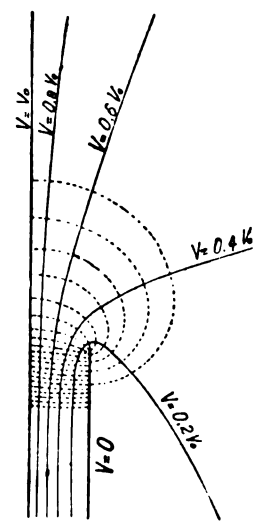


Fig. 4.

di lunghezza infinita, e un collare cilindrico (flangia)  $C$ , concentrico al precedente e di lunghezza infinita.



Supposta la flangia  $C$  al potenziale  $O$  e il conduttore  $B$  al potenziale  $E$ , si tratta di determinare la forza agente in ogni punto del campo, o, ciò che fa lo stesso, la distribuzione del potenziale in tutto il campo. Analiticamente ciò equivale a dire:

« Trovare una funzione  $V = f(x, y, z)$  finita e continua, ad un solo valore per ogni punto del campo, che soddisfi all'equazione di Laplace

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

e che assuma il valore  $O$  sul cilindro finito  $C$  e il valore  $E$  sul cilindro indefinito  $B$ . Supposta nota tale funzione dando a  $V$  valori arbitrari se ne dedurrebbero le corrispondenti superfici equipotenziali del sistema e quindi le linee di forza. La derivata  $\frac{dV}{dn}$  rispetto ad una direzione arbitraria  $n$ , darebbe poi in ogni punto del campo il valore della forza agente (gradiente del potenziale) nella direzione  $n$ .

Sfortunatamente non conosciamo ancora tale funzione  $V$  per il caso particolare che ci interessa. Non possiamo dunque basare il nostro studio su di un esatto tracciato della distribuzione. Dobbiamo di necessità ricorrere a dei rigieghi.

Possiamo tracciare a sentimento le linee di forza e quelle equipotenziali ad esse normali (fig. 4), e valerci di mezzi sperimentali di indagine per controllare, in alcuni punti, l'andamento di tali linee. Ma per quanto si siano ideati mezzi ingegnosi per tracciare con approssimazioni successive le linee equipotenziali (1), il metodo rimane di dubbia efficacia. Il laboratorio poi non può darci degli elementi sicuri: i sistemi escogitati comportano l'impiego di un « sonda » da introdurre nel campo; ma con ciò si altera il campo stesso proprio nel punto in cui si deve eseguire la misura. Altri sistemi possono condurre a ricavare lo spettro delle linee di forza con buona approssimazione (2); però è difficile risalire da questo spettro al tracciato *quotato* delle linee equipotenziali.

Ci conviene quindi, in mancanza della reale distribuzione, di scindere il problema, appoggiando le nostre argomentazioni su due tracciati da tempo conosciuti, ciascuno dei quali potrà darci, in determinate zone del campo, preziosi elementi di calcolo.

#### 4. - Distribuzione radiale della tensione.

Consideriamo i punti del piano  $tt$  della fig. 3, piano normale all'asse del conduttore ed equidistante dai bordi del collare  $C$ . Se questo collare non è troppo corto rispetto al suo diametro, la distribuzione sul piano  $tt$  coinciderà praticamente con quella che si avrebbe se il campo fosse cilindrico, cioè retto da armature  $C$  e  $B$  cilindriche, concentriche ed entrambe indefinite. Ciò val quanto dire che riteniamo trascurabile, sul piano  $tt$ , l'azione dei bordi del collare  $C$ .

La pratica ha sanzionato questa notevole semplificazione nello studio radiale del passante. L'errore che si commette non è certo molto sensibile: occorre anche pensare che l'assoluto rigore sarebbe fuor di luogo in calcoli ove intervengono vari coefficienti non molto esattamente determinabili e eminentemente incostanti, quali, per es., le rigidità dielettriche degli isolanti impiegati.

Ammesso ciò possiamo senz'altro applicare allo studio della distribuzione radiale le note formule del campo cilindrico. In particolare la forza elettrica (gradiente del potenziale) è allora nota in ogni punto.

a) Due conduttori cilindrici coassiali, indefiniti, separati da un dielettrico unico di potere induttore specifico eguale all'unità.

Siano  $r$  e  $R$  (fig. 5) i raggi delle armature del condensatore cilindrico. Per ragioni di simmetria tutte le superfici equipotenziali

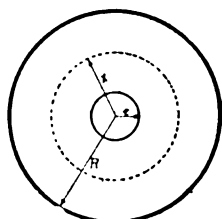


Fig. 5.

saranno pure cilindriche e coassiali colle armature. Su ciascuna di esse il gradiente  $g$  sarà costante. Le superfici equipotenziali sono anche equipotenziali.

Consideriamo la superficie equipotenziale di raggio  $x$ . L'equaz. di continuità del flusso elettrostatico, riferita all'unità di lunghezza assiale del conduttore, diviene:

$$2\pi r g_r = 2\pi x g_x \\ r g_r = x g_x = A \text{ (costante).}$$

La curva  $g_x$ ,  $x$ , è quindi una iperbole equilatera. Essendo

$$g_x = -\frac{dV}{dx} = A \frac{1}{x}$$

ne risulta

$$V_x = -A \lg x + B.$$

Le condizioni limiti  $V_r = E$ ,  $V_R = 0$  ci permettono di determinare le costanti  $A$  e  $B$ :

$$A = \frac{E}{\lg \frac{R}{r}}, \quad B = A \lg R$$

Otteniamo quindi, a meno del segno,

$$V_x = \frac{E}{\lg \frac{R}{r}} \lg \frac{R}{x}$$

$$g_x = \frac{E}{x \lg \frac{R}{r}},$$

ove  $E$  è la tensione totale applicata fra le armature.

L'intensità del campo è massima sul cilindro interno di raggio  $r$  ed ha per valore

$$g_r = \frac{E}{r \lg \frac{R}{r}},$$

è minima invece sull'armatura esterna di raggio  $R$ :

$$g_R = \frac{R}{R \lg \frac{R}{r}}.$$

La tensione applicata  $E$  massima, per un dato ingombro  $R$  ed una data sollecitazione massima  $g_r$ , si ottiene scrivendo:

$$E = g_r (r \lg R - r \lg r) \\ \frac{dE}{dr} = g_r (\lg \frac{R}{r} - 1) \\ \lg \frac{R}{r} - 1 = 0.$$

La tensione  $E$  sarà dunque massima per un dato  $g_r$ , oppure il gradiente  $g_r$  sarà minimo per una data  $E$ , se

$$R/r = e = 2,718.$$

In tal caso

$$g_r = E/r.$$

La fig. 6 dà le tensioni tollerabili  $E$  in funzione di  $r$ , supposto  $R = 6$  cm. e  $g_r = 30$  kV/cm., e il gradiente massimo  $g_r$  in funzione

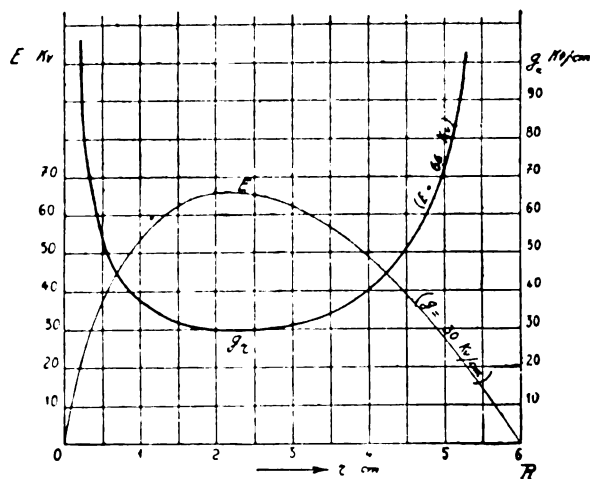


Fig. 6.

di  $r$ , supposto  $R = 6$  cm. e  $E = 66$  kV. Il massimo di  $E$  nel primo caso, il minimo di  $g_r$  nel secondo, hanno luogo per  $r = R/e = 2,2$  cm.

La fig. 7 rappresenta invece la distribuzione della tensione  $V_x$  e il valore del gradiente  $g_x$  in ogni punto del campo, per  $R = 6$  cm.,  $r = 0,5$  cm.,  $E = 100$  kV. Le linee punteggiate rappresentano quali sarebbero le tensioni ed il gradiente se il campo fosse uniforme. Appare senz'altro evidente l'enorme differenza che esiste fra un campo cilindrico e quello piano (uniforme).

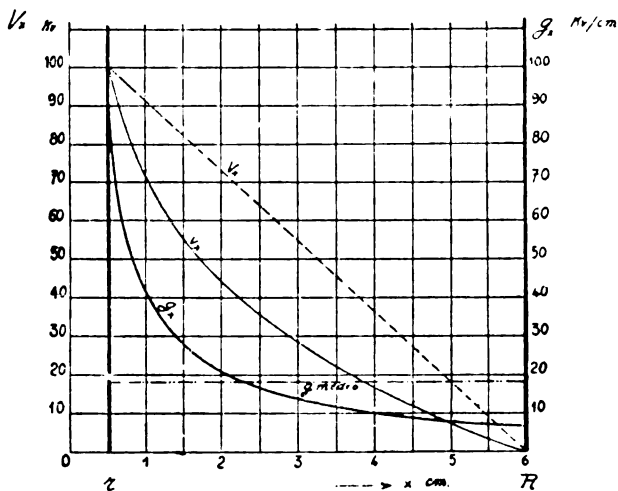


Fig. 7.

Se  $Q$  è la carica per unità di lunghezza potremo scrivere

$$2 \pi r g r = 4 \pi Q$$

cioè

$$Q = C E = \frac{r g r}{2}.$$

La capacità  $C$  per unità di lunghezza risulta allora determinata:

$$C = \frac{1}{2 \lg R/r} \text{ (unità assolute),}$$

$$C = \frac{1}{2 \lg R/r} \frac{1}{9} 10^{-11} \text{ (farad).}$$

b) Due conduttori cilindrici concentrici indefiniti separati dall'aria.

Se i due cilindri conduttori del parag. precedente sono separati da un isolante inonizzabile, il rapporto  $R/r$  che assicura per un dato gradiente la massima tensione non è più eguale a 2,72. In particolare per l'aria l'effetto corona si manifesta sul conduttore interno quando il gradiente massimo diviene:

$$g_r = 21 \left( 1 + \frac{0,301}{V/r} \right) \text{ kV eff/cm.}$$

(Vedi (3), (4)).

Ne segue:

$$E = 21 \left( 1 + \frac{0,301}{V/r} \right) r \lg \frac{R}{r} \text{ kV eff.}$$

Per un dato ingombro  $R$  il massimo di  $E$  ha luogo per  $R/r = 3$ . La fig. 8 riproduce le variazioni di  $E$  in funzione di  $r$ . Se  $R/r > 3$  l'effetto corona precede l'arco e  $E$  è la tensione di apparizione di questo effetto corona; se  $R/r < 3$ ,  $E$  è la tensione d'arco.

Nel primo caso ad un leggero aumento della tensione al disopra del suo valore critico (tensione di apparizione del fenomeno corona) consegue una ionizzazione dell'aria sulla periferia del conduttore interno. Il risultato è quello di un aumento apparente del raggio di quest'ultimo. La tensione tollerabile cresce ed il fenomeno è stabile. Gli effluvi tendono a riportare la sollecitazione dell'aria ad un valore da questa sopportabile. La tensione d'arco sarà dunque più elevata di quella critica.

Nel secondo caso non appena sorpassata la tensione critica il fenomeno corona provoca un aumento apparente del conduttore interno, e, per conseguenza, una diminuzione della tensione sopportabile, cioè un nuovo peggioramento della sollecitazione. Il fenomeno è instabile. La tensione critica è anche la tensione d'arco.

c) Due conduttori cilindrici concentrici indefiniti separati da un dielettrico unico di potere induttore specifico  $k$ .

La distribuzione del potenziale e quindi il gradiente in ogni punto del campo restano gli stessi. La carica  $Q$  e quindi la capacità  $C$  risultano però  $k$ -volte più grandi:

$$C = \frac{k}{2 \lg R/r} \frac{1}{9} 10^{-11} \text{ farad}$$

(per unità di lunghezza).

d) Due conduttori cilindrici, concentrici, indefiniti, separati da più strati concentrici di dielettrici differenti.

Siano  $r_0$  e  $r_n$  i raggi dei conduttori cilindrici separati da  $n$  strati dielettrici concentrici compresi tra i raggi  $r_0$  e  $r_1$ ,  $r_1$  e  $r_2$ ,  $r_2$  e  $r_3$ , ...,  $r_{n-1}$  e  $r_n$ , e di potere induttore specifico rispettivo  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$ , ...,  $k_n$ . Le superfici di separazione dei vari strati saranno equipotenziali. Esse possono dunque immaginarsi conduttrici (metallizzate) senza alterare il sistema. Abbiamo allora  $n$  condensatori cilindrici in serie. In ciascuno di essi il gradiente sarà funzione della tensione applicata  $V_p$  e dei raggi  $r_{p-1}$  e  $r_p$  delle sue armature, secondo le formule precedenti. Occorre determinare  $V_p$  cioè la tensione assorbita da ciascun condensatore elementare, in funzione della tensione totale applicata  $E$ .

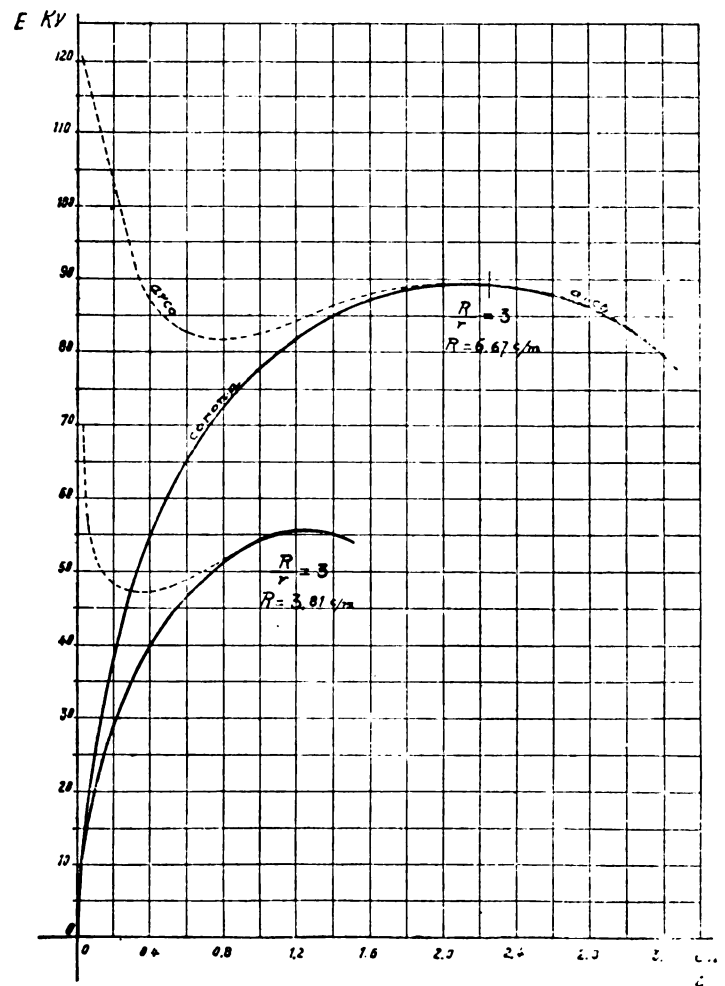


Fig. 8.

La carica essendo costante per tutti i condensatori dovrà aversi:

$$c_1 v_1 = c_2 v_2 = c_3 v_3 = \dots = c_p v_p = \dots = c_n v_n = C E$$

ove  $c_p$  è la capacità del  $p^{\text{mo}}$  condensatore elementare,  $C$  quella totale del sistema. Inoltre

$$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{c_i},$$

quindi

$$v_p = E \frac{C}{c_p} = E \frac{1}{c_p \sum_{i=1}^n \frac{1}{c_i}}.$$

Il gradiente massimo nello strato  $p^{\text{mo}}$  sarà allora

$$g_p = \frac{v_p}{r_{p-1} \lg \frac{r_p}{r_{p-1}}} = \frac{E}{k_p r_{p-1} \sum_{i=1}^n \frac{1}{k_i} \lg \frac{r_i}{r_{i-1}}}$$

cioè

$$g_p = \frac{E}{r_{p-1} k_p \left( \frac{1}{k_1} \lg \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{k_2} \lg \frac{r_2}{r_1} + \dots + \frac{1}{k_n} \lg \frac{r_n}{r_{n-1}} \right)}$$

Aumentando progressivamente la tensione  $E$  applicata fra la prima e l'ultima armatura, il gradiente crescerà proporzionalmente in ciascun punto. La fulminazione del sistema avrà inizio nello strato in cui il gradiente  $g_p$  raggiunge per primo il valore della rigidità  $g_p$  del dielettrico che lo costituisce. Affinchè tutti gli strati godano del

medesimo coefficiente di sicurezza occorre che  $\delta_p/g_p$  sia costante per tutti i vari dielettrici impiegati.

Notiamo che

$$r_{p-1} g_p k_p = \text{costante.}$$

Ne segue che il massimo coefficiente di sicurezza del sistema si avrà quando:

$$r_{p-1} \delta_p k_p = \text{costante.}$$

Gli strati isolanti debbono essere disposti tanto più prossimi all'armatura centrale quanto più il prodotto  $\delta_p k_p$  è grande.

Esempi.

Esaminiamo l'insieme rappresentato dalla fig. 9: uno strato di aria ed uno di carta bakelizzata. Applicando le formule precedenti a questo caso particolare si trova immediatamente che il gradiente nell'aria ( $k = 1$ ) è 8 volte quello della bakelite ( $k = 4$ ). Supposto

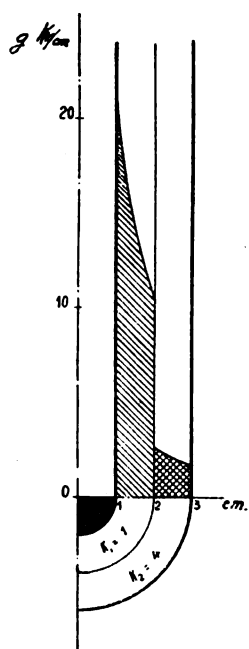


Fig. 9.

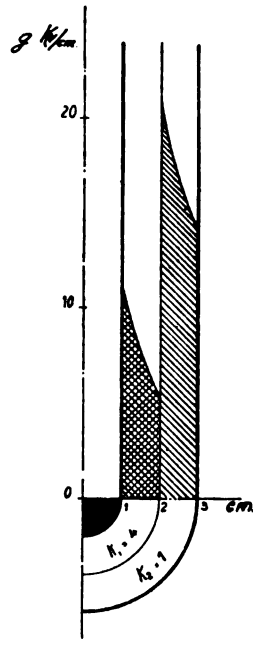


Fig. 10.

di voler evitare ogni effluvio, cioè di non sorpassare nell'aria il gradiente 21 kV/cm, occorrerebbe applicare una tensione totale inferiore a 16,8 kV. Per tale valore della tensione applicata E lo strato d'aria assorbe l'83 % (cioè 14,6 kV.) e la bakelite il 13 % (cioè 2,2 kV.). Lo strato di carta bakelizzata è praticamente inutilizzato.

Invertiamo ora la posizione rispettiva dei due dielettrici (fig. 10). Il gradiente massimo nell'aria è ora doppio di quello della bakelite. L'insieme può sopportare, prima di giungere alla ionizzazione dell'aria, 24,4 kV. con un guadagno del 45 % sulla disposizione della fig. 9. La bakelite assorbe ora il 30 % della tensione totale applicata e l'aria il 70 %.

Questi esempi dimostrano chiaramente quali vantaggi si possano ritrarre da un'giudiziosa disposizione dei vari dielettrici di cui si dispone.

Per concludere notiamo che il passaggio da un dielettrico ad un altro provoca una discontinuità nella curva del gradiente. Occorre sapere approfittare convenientemente di questa particolarità scegliendo quella disposizione che conduce alla più alta tensione distruttiva dell'insieme.

## 5. - Distribuzione longitudinale della tensione.

In mancanza del tracciato esatto di questa distribuzione ci riferiremo al « campo iperbolico », chiamando così quel campo in cui le superfici equipotenziali costituiscono una famiglia di iperboli ad una falda, omofocali. Le linee di forza giacciono allora su ellissoidi di rivoluzione, omofocali, aventi gli stessi fuochi dei predetti iperboli.

La fig. 11 riproduce questa interessante distribuzione. Tralasciamo volutamente l'intera trattazione matematica che, ove interessasse, potrà trovarsi nelle memorie (5) e (6). A ciò siamo condotti dal fatto che ci limiteremo a dedurre dalla distribuzione iperbolica, solo degli *elementi qualitativi* per l'esame dell'isolamento superficiale del passante.

La fig. 11 rappresenta dunque il campo elettrostatico per un passante alquanto particolare. Il conduttore B è infatti ridotto al suo asse geometrico, il collare C è ridotto ad un piano normale al conduttore, munito di un foro circolare il cui centro è sull'asse del conduttore B. Al conduttore centrale infinitamente sottile (ridotto all'asse di simmetria del sistema), pos-

siamo poi sostituire uno qualunque degli iperboli equipotenziali. Nella fig. 11 si è infatti scelto come conduttore l'iperboloide il cui raggio di gola è 1/10 di quello del foro (collare).

Questo sistema di elettrodi è assai lontano da quello di un passante pratico (fig. 3) se si considera il campo radiale. Esso invece può prestarsi ad utile esame per quel che riguarda la sollecitazione longitudinale del passante, almeno fino a che si considerino zone non troppo prossime al collare C.

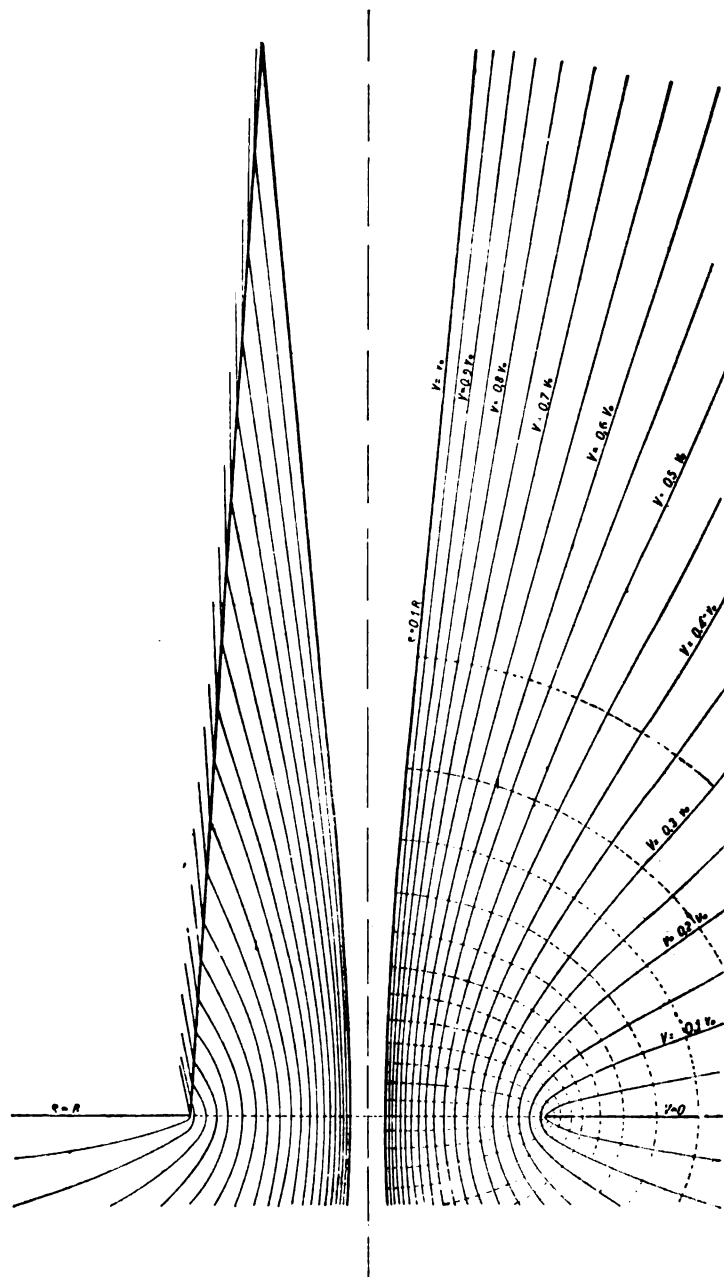


Fig. 11. — Passante a distribuzione iperbolica.

La fig. 11 ci suggerisce intanto una osservazione preliminare. Supponiamo di limitare l'isolante ad un profilo rettilineo. L'andamento delle linee equipotenziali mostra quale effetto favorevole per la sollecitazione longitudinale debba avere l'aumento del diametro del passante. Per quanto ciò possa apparir strano, notiamo pure che un effetto molto meno sensibile è invece da attendersi coll'aumento della lunghezza.

6. - La ripartizione della tensione lungo la superficie esterna di un passante è stata oggetto di studi accurati, (1)

Le figg. 12, 13 rappresentano schematicamente un passante ed un isolatore portante. Possiamo immaginare di ricoprire la superficie esterna con tanti anelli sottilissimi, di dimensione assiale infinitesima, e perfettamente isolati fra loro. Ciascuno di tali anelli avrà una capacità C rispetto a quello immediatamente vicino, una capacità k rispetto ad un elettrodo, e una capacità c rispetto all'altro elettrodo. Lo schema è dunque quello della fig. 14, ed è suscettibile di un esame analitico. A seconda dei valori relativi di c e k si possono avere diversissime distribuzioni (fig. 15).

In particolare se le capacità c sono trascurabili rispetto

alle capacità  $C$  e  $c$ , la distribuzione segue la curva  $c$ . Se invece le capacità  $c$  sono trascurabili, la distribuzione corrisponde alla curva  $k$ . Se  $c = k$  si ha la curva simmetrica  $ck$ .

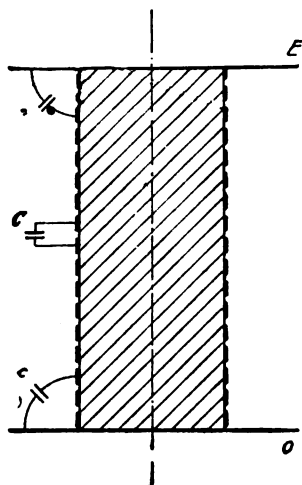
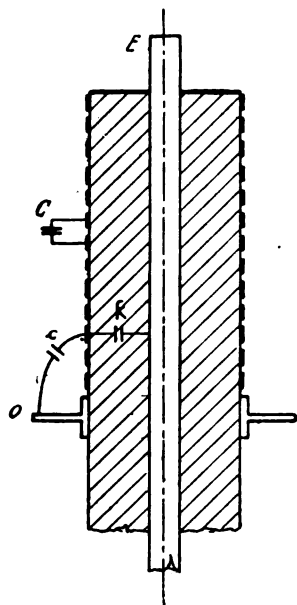


Fig. 12. — Capacità elementari di un passante. Fig. 13. — Capacità elementari di un portante.

Per un isolatore portante (fig. 13) si ha evidentemente  $k = c$ . Dunque la ripartizione sarà della forma  $ck$  (fig. 15).

Per un isolatore passante (fig. 12)  $k$  è sicuramente maggiore di  $c$  (minore distanze medie e maggiore potere induttore specifico del dielettrico interposto). La distribuzione sarà dunque della forma  $(c)k$  e si allontanerà tanto più dalla forma ideale (retta  $G$ ) quanto più  $k$  sarà grande per rapporto a  $c$ .

Con ciò risulta messa in evidenza la grande importanza del diametro sulla ripartizione esterna. Infatti aumentando il diametro,  $k$  diminuisce e la distribuzione migliora, perchè diminuisce il gradiente massimo (al collare). Tale gradiente è espresso dalla tangente in  $O$  alle varie curve della fig. 15. Ad un diametro più grande corrisponde dunque una tensione più elevata di apparizione degli effluvi e quindi d'arco.

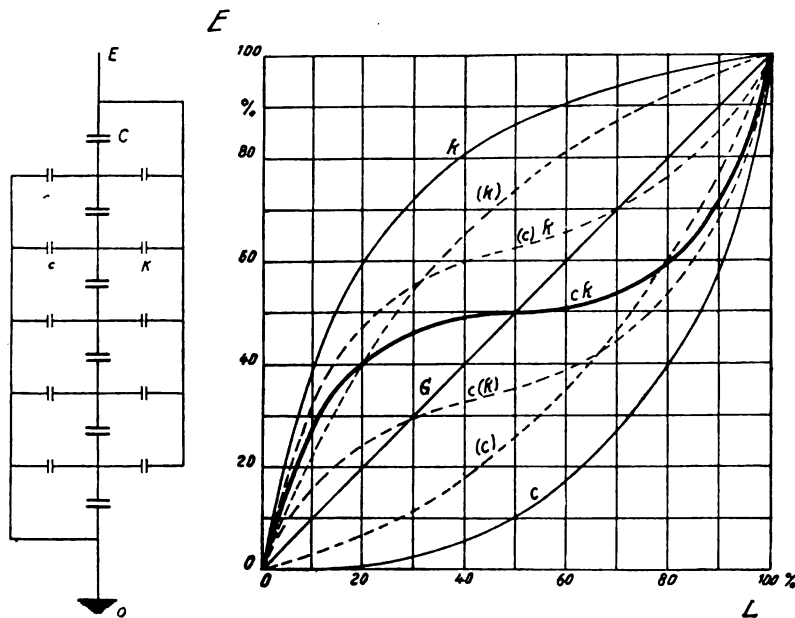


Fig. 14.

Fig. 15. — Ripartizione della tensione per isolatori portanti e passanti.

La lunghezza non ha alcuna influenza sulla tensione di apparizione degli effluvi al collare.

Da quanto abbiamo detto risulta anche chiara la grande importanza che hanno, per l'isolamento dei passanti, i dielettrici a basso potere induttore specifico.

Le capacità  $C$  e  $c$  (dielettrico aria) sono per loro natura indipendenti dalla nostra volontà. Il costruttore non può agire che su  $k$ . E' dal valore di  $k$  soltanto che dipende allora il gradiente massimo e quindi la tensione di apparizione degli effluvi.

Ne segue che tale tensione deve potersi esprimere per mezzo del solo parametro  $k$  (capacità dell'unità di superficie del passante rispetto al conduttore). Dobbiamo al Toepler (7) l'importante formula seguente:

$$E = \frac{1,355}{k^{0,44}} 10^{-4} \text{ kV} \quad (k \text{ in Farad/cm}^2)$$

che ci dà la tensione  $E$  di apparizione delle scintille scivolanti (Gleitbüscel). La formula è molto esatta per  $k > 0,25 \times 10^{-12}$  Farad/cm<sup>2</sup>.

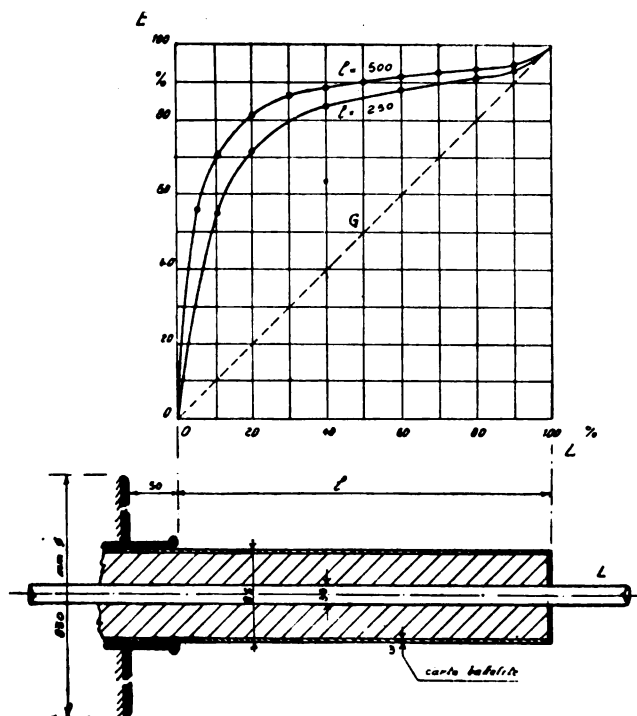


Fig. 16. — Ripartizione longitudinale della tensione per diverse lunghezze.

7. - Le determinazioni sperimentali della distribuzione confermano pienamente quanto abbiamo osservato nei due paragrafi precedenti.

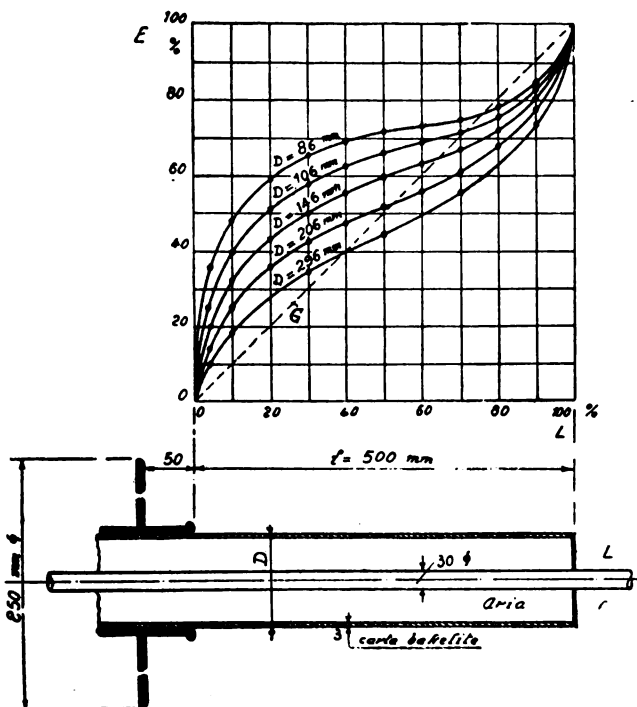


Fig. 17. — Ripartizione longitudinale della tensione per diversi diametri.

Lo Schwaiger (1) ha studiato sistematicamente l'influenza dei vari elementi del passante sulla ripartizione longitudinale. La figura 16 riproduce la ripartizione della tensione lungo la superficie esterna di un passante in carta bakelizzata, in funzione della lunghezza  $L$ . Anche raddoppiando  $L$  non si



raggiunge un miglioramento sensibile della sollecitazione al collare.

La fig. 17 rappresenta invece la ripartizione della tensione in funzione del diametro esterno  $D$ . Il gradiente al collare diminuisce notevolmente coll'aumentare di  $D$ . Nello stesso tempo cresce però il gradiente all'estremità del passante: ma esistono mezzi assai semplici (cappe paraeffluvi) per ridurre entro limiti accettabili la sollecitazione all'estremità del passante (vedi § 8 c.).

Possiamo dunque ritenere che il mezzo più efficace per ridurre il gradiente superficiale nel punto in cui esso è massimo (collare) è quello di *aumentare il diametro del passante*. Disgraziatamente ciò implica un aumento di peso, di prezzo e di ingombro.

8. - Consideriamo ora l'effetto della rifrazione delle superfici equipotenziali e delle linee di forza. Se  $AB$  (fig. 18) è

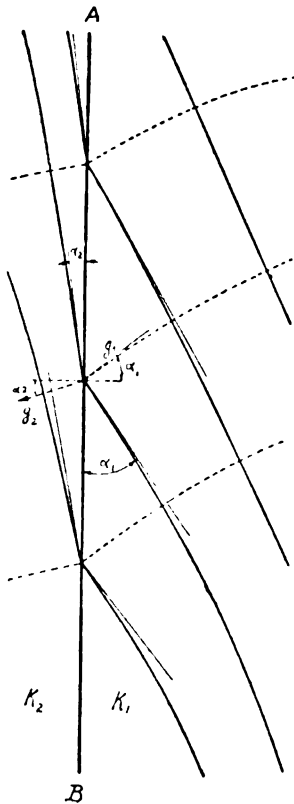


Fig. 18. — Rifrazione delle linee di forza e delle linee equipotenziali.

un elemento della superficie di separazione tra i due mezzi di potere induttore specifico  $k_1$  e  $k_2$ , la condizione di continuità del flusso di induzione si scrive

$$k_1 \frac{dV}{dn_1} = -k_2 \frac{dV}{dn_2}.$$

D'altra parte se lungo la superficie  $AB$  non vi è spostamento di masse elettriche, deve essere

$$\frac{dV}{dn_1} \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{dV}{dn_2} \operatorname{tg} \alpha_2,$$

quindi

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha_2} = \frac{k_1}{k_2}.$$

In base a questa relazione è stato tracciato, sulla fig. 11 (a sinistra) l'effetto della rifrazione delle superfici equipotenziali, supposto  $k_1 = 4$  e  $k_2 = 1$  (aria), per un dato profilo (rettilineo) del passante. E' evidente che per tentativi si può scegliere tale profilo in modo da realizzare una ripartizione accettabile. Il punto critico giace però in corrispondenza del collare: sarà la tensione di apparizione degli effluvi in questo punto che limiterà in definitiva la tensione di impiego del passante.

Notiamo ancora che, data la disposizione delle linee equipotenziali nell'aria, (fig. 11) l'isolamento longitudinale è assicurato dalla somma delle distanze comprese tra le superfici equipotenziali consecutive, e non dalla intera lunghezza del passante. In altre parole la *lunghezza effettiva di isolamento*

*nell'aria è molto minore di quella apparente*. Ecco perchè un passante è già ottimo quando dà l'arco esterno per una sollecitazione superficiale media di solo  $4 \div 5$  kV/cm. Il costruttore deve quindi sforzarsi di aumentare la lunghezza effettiva di isolamento *riducendo l'inclinazione delle linee equipotenziali*. Ciò è possibile in vari modi:

a) *Scelta conveniente degli isolanti*. Se  $k_1$  fosse eguale a  $k_2$  non si avrebbe alcuna deviazione ( $\alpha_1 = \alpha_2$ ). La deviazione sarà dunque tanto meno sensibile quanto più  $k_2$  sarà prossimo al potere induttore specifico dell'aria ( $k_1 = 1$ ). Ritroviamo quindi per altra via che, agli effetti della sollecitazione longitudinale, occorre dare la preferenza ai dielettrici a *basso potere induttore specifico*.

b) *Scelta del profilo*. L'angolo di rifrazione è funzione dell'angolo di incidenza. Ripetendo la costruzione della fig. 11 (a sinistra) si può far vedere che dei tre profili  $a, b, c$ , della

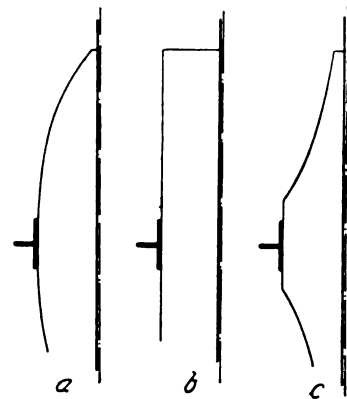


Fig. 19. — Profili diversi per passanti.

fig. 19, quello  $c$  realizza la massima lunghezza effettiva di isolamento. Con ciò restano senz'altro giustificati i passanti tipo Gino Campos (fig. 20) e B.B.C. (fig. 21).

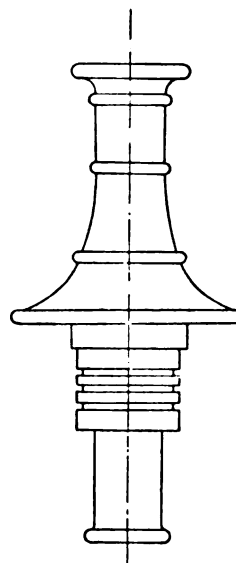


Fig. 20.  
Passante Gino Campos.

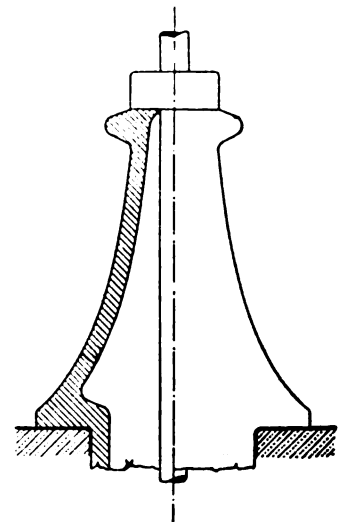


Fig. 21.  
Passante B. B. C.

c) *Impiego di calotte paraeffluvi*. Se disponiamo alla estremità del passante una conveniente calotta a forme arrotondate, la conseguente deformazione delle linee equipotenziali non potrà essere che favorevole. La fig. 22 (1) rappresenta la ripartizione lungo un passante munito di calotta. La linea punteggiata indica quale sarebbe la distribuzione senza la calotta. L'effetto di quest'ultima è dunque evidente, ed è ovvio che esso è massimo verso l'estremità del passante. Il gradiente al collare non è invece praticamente influenzato.

## APPENDICE ALLA PARTE PRIMA

### Alcune considerazioni sulla formazione degli effluvi.

Abbiamo parlato (§ 6) di tensione di apparizione degli effluvi. E' noto che quando la tensione supera un dato valore



critico ed il gradiente nell'aria supera un certo valore massimo tollerabile, si manifesta un curioso fenomeno, che chiamiamo effluvio e che è caratterizzato da una speciale luminescenza. Aumentando a poco a poco la tensione, gli effluvi crescono in

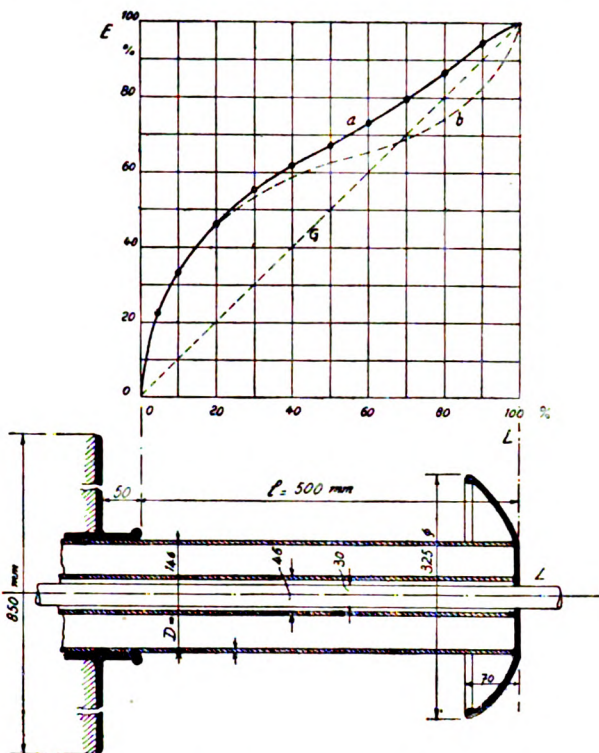


Fig. 22. — Ripartizione longitudinale della tensione per un passante munito di para-effluvi.

estensione, il colore diviene più vivo, il rumore più sensibile (scintille scivolanti - scintille crepitanti) finché ha luogo l'arco. Vediamo in quali condizioni questi effluvi si manifestano.

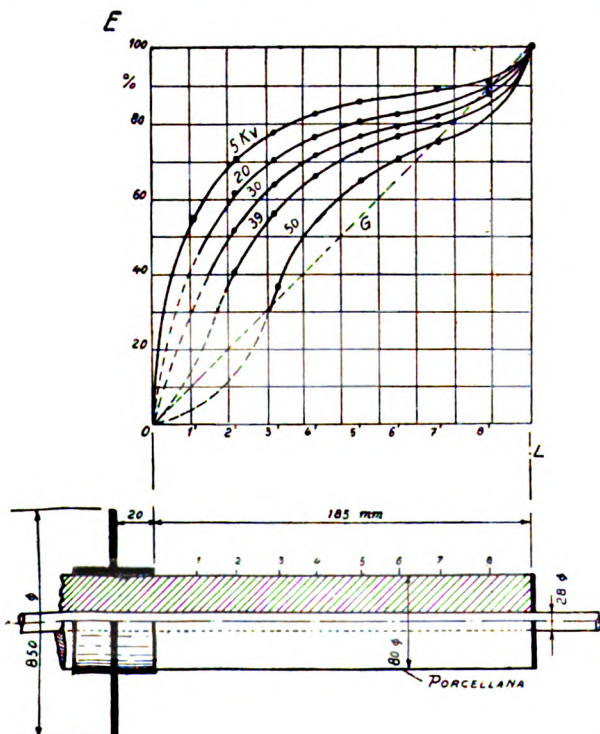


Fig. 23. — Influenza degli effluvi sulla ripartizione della tensione.

Immaginiamo di oltrepassare di poco la tensione critica. Nascono degli effluvi che ionizzano l'aria attorno alle armature, rendendola conduttrice. Le armature risulteranno elettricamente deformate, alterate per così dire nelle loro dimensioni. Come conseguenza di tutto ciò la distribuzione primitiva risulterà cambiata. Due casi possono prodursi:

a) La nuova distribuzione conduce a sollecitazioni maggiori della precedente. Il fenomeno è instabile. L'arco ha luogo

all'apparizione dei primissimi effluvi. La tensione critica è quella d'arco.

b) La nuova distribuzione è migliore della precedente. Il fenomeno è stabile. La tensione critica è quella di apparizione degli effluvi. Ciò ha luogo per es. per i fili di linea (corona), per gli isolatori portanti e passanti, le catene di sospensione, ecc. Per quanto la cosa possa apparire paradossale (dato che gli effluvi diminuiscono la lunghezza apparente di isolamento) la distribuzione migliora (tende a divenire uniforme). Allorquando, coll'aumentare della tensione, gli effluvi raggiungono uno sviluppo tale che il gradiente è pressochè uniforme su tutta la lunghezza di isolamento, ed uguale al valor massimo sopportabile dall'aria, ha luogo l'arco.

Gli effluvi ci appaiono dunque come un puro fenomeno di equilibrio. Il dielettrico ionizzabile reagisce (per così dire) contro la sollecitazione troppo forte, nel senso di ridurre questa sollecitazione.

L'influenza favorevole degli effluvi sulla ripartizione è messa in evidenza da determinazioni sperimentali (1). La figura 23 rappresenta la ripartizione per uno stesso passante a tensioni diverse, una inferiore, le altre superiori alla tensione critica. Col progredire degli effluvi la ripartizione si avvicina sempre più a quella ideale, uniforme (retta G).

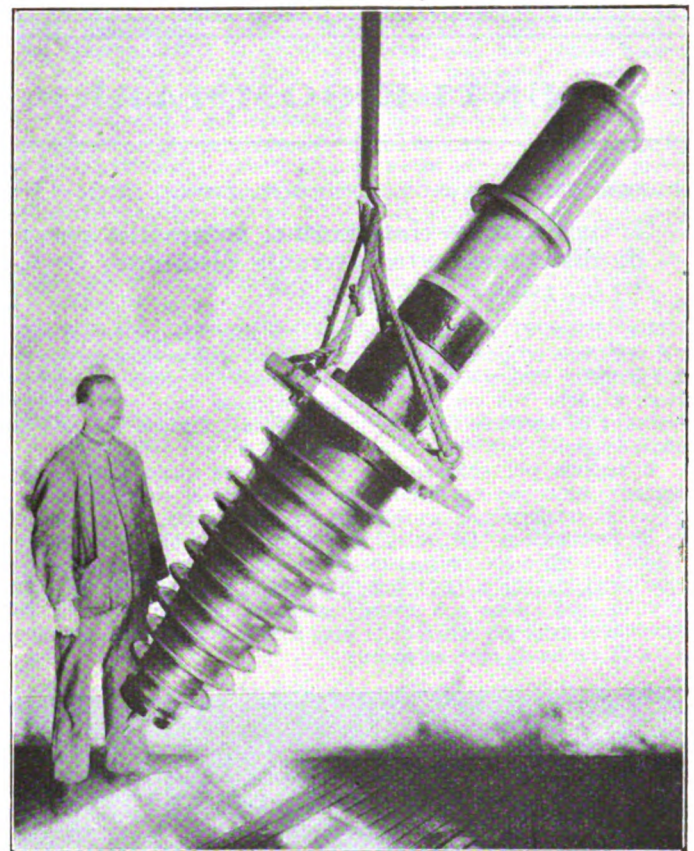


Fig. 24. — Passante ad effluvio (A. E. G.) - Tipo 135 kV.

Il fenomeno è però di carattere assolutamente generale. Valga questo altro esempio: Una catena di isolatori sospesi a cappa ha una ripartizione migliore, alla tensione di servizio, della corrispondente catena di isolatori Hewlett. Ciò è dovuto alle capacità proprie nettamente diverse. Però non appena nascono gli effluvi la distribuzione tende a divenire uniforme, e, in definitiva, l'arco ha luogo pressochè alla stessa tensione per le due catene, pur essendo il loro comportamento tanto differente alla tensione di esercizio.

Constatato il fenomeno appare logico approfittarne. Dobbiamo al Cràmer (A.E.G.) la pratica realizzazione del *passante ad effluvio*, in cui cioè si provocano ad arte gli effluvi per influenzare favorevolmente la distribuzione. Ciò è ottenuto per mezzo di anelli metallici a bordo vivo disposti convenientemente (fig. 24 e 24 bis).

Un passante che alla tensione di prova presenti degli effluvi al collare o alla calotta, non è dunque peggiore, a priori, di un altro che non dia luogo agli stessi effluvi. Notiamo però che gli effluvi sono particolarmente nocivi ad una buona conservazione degli isolanti. La loro azione è assai sensibile col tempo e risiede in un fenomeno fisico (elevazione della temperatura), e in un fenomeno chimico molto più importante (produzione di



( $O_2$  e quindi alterazione per ossidazione dei materiali). Neanche la porcellana sembra insensibile alla lenta azione disgregatrice degli effluvi.

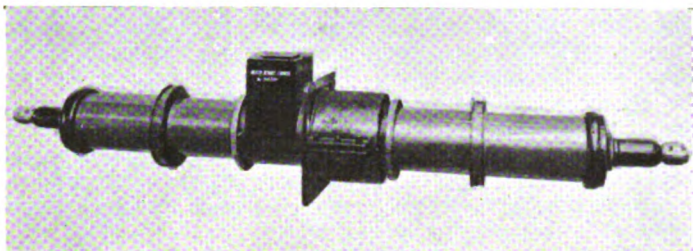


Fig. 24bis. — Passante A.E. G. ad effluvi tipo 100 kV per montaggio orizzontale.

E' certo che essi sono *assolutamente da evitarsi per gli isolanti a base di carta*, e quindi per i passanti detti « a condensatore » (in carta bakelizzata). Occorre dunque che questi passanti abbiano una ripartizione longitudinale praticamente uniforme. In tal caso la tensione critica è quella d'arco: *non si manifestano effluvi.* (Continua).

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

G. G. GRISSNIGER — **Interruttori automatici per reti di distribuzione a corrente alternata.** (J. A. I. E. E., gennaio 1927, pag. 46).

Nei sistemi di distribuzione a corrente alternata con feeder radiali, se si manifesta un guasto su un feeder tutta l'area da esso servita resta fuori servizio; inoltre il rendimento complessivo di simili impianti è inferiore a quello con corrente continua in causa delle perdite nei trasformatori di distribuzione e nei regolatori a induzione nei periodi di carichi leggeri.

Il sistema più soddisfacente è quello nel quale ogni feeder è connesso, attraverso un interruttore automatico di sovraccarico, a un gruppo di trasformatori abbassatori in una cabina da cui parte la rete di distribuzione. Le reti servite da diverse cabine sono connesse fra loro; in tal modo un guasto ad un feeder non mette necessariamente fuori servizio tutta la zona dipendente e la potenza dei trasformatori di ogni cabina può essere mantenuta inferiore a quella corrispondente al massimo carico della zona servita approfittando del diverso fattore di carico di zone adiacenti.

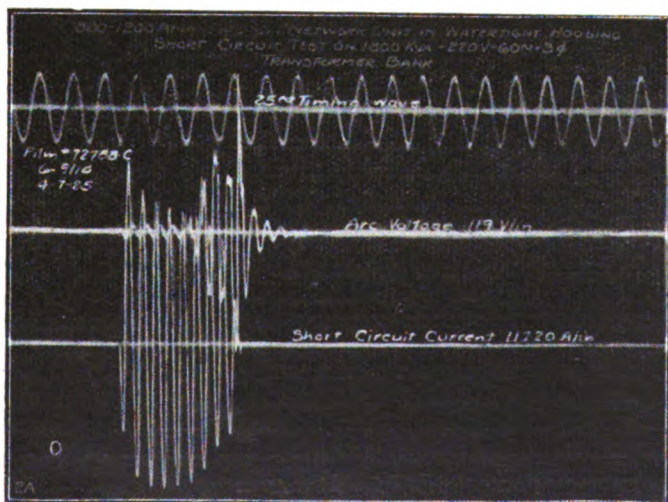


Fig. 1. — Oscillogramma dell'apertura di un gruppo automatico da 800/1200 A. in conseguenza di un corto circuito.

L'apparecchio era del tipo in cassa a tenuta.

La prova fu eseguita con un trasformatore trifase da 1800 kVA, 220 V. 60 periodi; tensione massima registrata: 268 V; corrente massima 30.300 A.

E' evidente che si deve provvedere a un sistema automatico che distacchi ogni trasformatore o ogni feeder, guasto, dalla rete di distribuzione (anche qualora esso sia automaticamente distaccato dalla centrale generatrice) altrimenti potrebbero verificarsi dei ritorni di corrente dalla rete. A tale scopo fu studiato un gruppo relais-interruttore che passa sotto il nome di « automatic network unit ».

Il primo requisito indispensabile di un tale gruppo è che esso interrompa il circuito automaticamente per ogni guasto sui feeder primari. Guasti nella rete di distribuzione sono generalmente tollerati: si sopporta cioè il sovraccarico derivante dal corto circuito finché esso si elimina spontaneamente per fusione o bruciatura. L'esperienza di esercizio ha dimostrato che ciò è possibile purché i cavi non abbiano capacità eccessiva, e vi sia una disponibilità di energia sufficiente per mantenere la tensione.

Inoltre il gruppo deve richiudersi automaticamente quando si siano ristabilite le condizioni normali di tensione nel feeder, anche se in quel momento la rete di distribuzione sia fuori tensione.

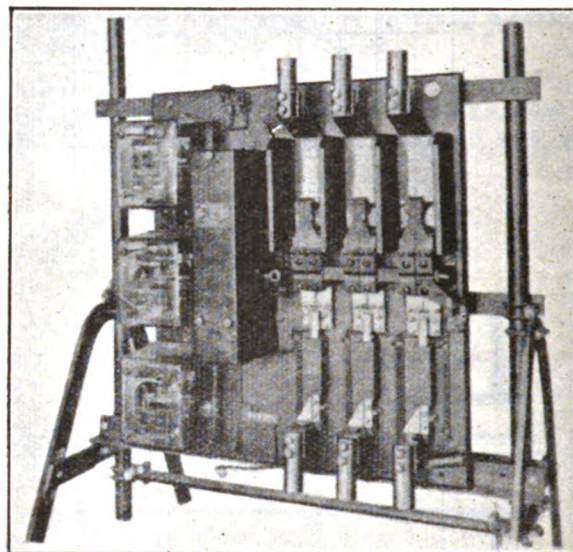


Fig. 2. — Gruppo automatico trifase (500 A., 250 V., 60 periodi) per circuito a 4 fili, per montaggio all'esterno.

La maggior parte degli impianti così serviti sono trifasi a quattro fili a 115/199 V o a 120/203 V, a 60 periodi; vi sono però anche degli impianti bifasi a quattro fili, ecc.

L'A. riferisce specialmente le particolarità costruttive dei gruppi automatici per tali servizi, costruiti dalla Westinghouse.

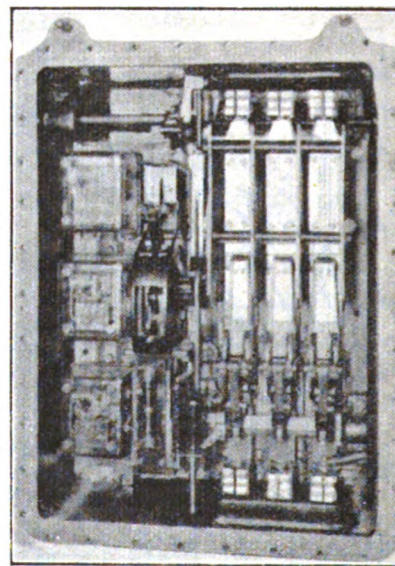


Fig. 3. — Gruppo automatico trifase per circuito a 4 fili (1200 A, 250 V., 6) periodi) in cassa a tenuta.

Ogni gruppo per impianto trifase consiste in un interruttore a elettrodi di carbone azionato da un meccanismo comandato da tre relais monofasi a induzione. Venne scelto il tipo di interruttore a poli di carbone specialmente per ragioni di economia e di spazio rispetto ai tipi in olio.

I gruppi vengono costruiti per essere montati all'aperto, oppure in cassette a tenuta d'acqua per installazioni sotterranee; ve ne sono per correnti da 250 A a 1200 A, per tensioni fino a 250 V. Sono costruiti in modo molto compatto, cosicché anche quelli per 1200 A possono essere introdotti nei condotti dei cavi attraverso i passi d'uomo di meno di 90 cm di diametro.

I tipi a tenuta, ermeticamente chiusi, sono in cassa di ghisa col coperchio in alluminio per facilitare le manovre. I cavi rivestiti di piombo penetrano nella cassa attraverso manicotti di bronzo, che hanno il vantaggio di ridurre il flusso magnetico e le correnti parassite nelle immediate vicinanze del cavo evitando i conseguenti riscaldamento.

Il gruppo può essere comandato dall'esterno della cassa mediante



volantino che può prendere tre posizioni: nella posizione di «aperto» l'interruttore è aperto e il relais escluso, onde è evitata la richiusura automatica; si può così procedere con sicurezza alle operazioni di riparazione, ecc. Nella posizione di «neutro» l'apparecchio è nelle condizioni di normale funzionamento; in quella di «chiuso» l'interruttore è chiuso e bloccato in modo che non possa aprirsi.

I tre relais di ogni gruppo sono collegati in modo che basta che uno solo di essi sia in posizione di apertura perchè si apra l'interruttore, mentre la chiusura di esso avviene soltanto se tutti e tre i relais sono nella posizione corrispondente: per questo occorre che la tensione al trasformatore sia almeno di mezzo volt superiore a quella della rete e non più di 10° sfasata da essa.

Se però la rete è fuori tensione, i relais vengono chiusi da apposite molle ciò che rende possibile mettere in servizio la rete dando corrente, dalla centrale, al feeder corrispondente.

I relais si aprono per ritorno di corrente. Aprendo perciò l'interruttore di un feeder in centrale, si può provocare il distacco del feeder anche dalla rete, in conseguenza del ritorno di corrente che si verifica per la corrente di magnetizzazione dei trasformatori di distribuzione. Si può quindi, dalla centrale, inserire o disinserire a volontà ogni feeder.

Le bobine di corrente dei relais ricevono corrente per mezzo di speciali shunt (in serie colla linea) aventi una armatura costituita da un fascio di lamierini di ferro. La percentuale della corrente che le bobine ricevono, diminuisce rapidamente coll'aumentare della corrente di linea stessa, in causa della saturazione del ferro che viene raggiunta per valori relativamente bassi della corrente.

In serie con ogni polo dell'interruttore sono montati dei fusibili come ultima protezione in caso di mancata apertura.

Le perdite di energia nell'intero gruppo automatico sono relativamente piccole.

R. S. N.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**J. F. FAIRMAN e R. C. RIFENBURG — Recenti progressi nella distribuzione di energia della Brooklyn Edison Company.** (Journal A. I. E. E., Vol. XLVI, N. 1, pag. 38, gennaio 1927).

Le recenti trasformazioni nel sistema di distribuzione della Brooklyn Edison Co., dirette a sviluppare una rete di distribuzione a bassa tensione e a corrente alternata, possono così essere riassunte:

1) L'energia viene trasmessa a 27.000 V, 60 periodi, anziché a 6600 e 13.200 V, soluzione imposta dalla necessità di limitare l'ingombro in vicinanza della nuova stazione generatrice della Hudson Avenue e da altre considerazioni di indole economica.

2) La prima trasformazione di energia viene fatta a 2400/4150 volt trifasi, anziché a 2400 bifasi. Con ciò si è aumentata del 50 % la potenza smaltibile con i feeders esistenti e contemporaneamente si sono ridotte del 25 % le perdite. Inoltre si sono potute apportare notevoli semplificazioni nell'apparecchiatura delle sottostazioni, così da consentire una maggiore potenza installata del 50 %; e ciò con l'aggiunta di una frazione solamente dell'apparecchiatura corrispondente a questa potenza.

3) La preesistente distribuzione a corrente continua non dà ora più alcuna preoccupazione perchè non è sovraccaricata, essendosi passata una parte notevole del carico sulla nuova distribuzione in corrente alternata.

Si è preferito rinunciare al sistema di distribuzione a corrente continua, perchè l'estenderlo sarebbe stato costosissimo. Si prevedeva che la corrente alternata avrebbe forse dato maggior numero di interruzioni di breve durata; si riteneva tuttavia che il servizio sarebbe diventato soddisfacente, se si fosse avuta cura di ogni particolare nell'impianto e che anzi, adottando una rete chiusa, le cose avrebbero finito coll'andar meglio che con la corrente continua.

Come conseguenza del nuovo sistema di distribuzione si è avuto un miglioramento del rendimento dal 78 al 82 %, valore che aumenterà ancora, quando tutta l'energia sarà distribuita a corrente alternata. Inoltre, poichè le nuove richieste di energia saranno soddisfatte con il sistema a rete chiusa, che in seguito sostituirà completamente quello radiale e quello a corrente continua, il rapporto fra i kWh venduti e quelli prodotti aumenterà ancora sensibilmente.

Questo sistema di distribuzione, lungamente studiato negli ultimi anni, comporterà, per ogni strada, tre cavi di 253,6 mm<sup>2</sup> e un conduttore nudo di rame di 126,8 mm<sup>2</sup> di sezione, collocati sotto uno dei marciapiedi. In caso di nuove costruzioni nelle zone di maggior consumo, i cavi potranno essere raddoppiati e collocati sotto entrambi i lati delle strade; il neutro avrà allora 177,3 mm<sup>2</sup> di sezione.

Prove, riportate nell'appendice dell'articolo, hanno dimostrato che, con le dimensioni di cavi e trasformatori adottati e per tensioni di 120 V da terra, un corto circuito si interrompe da sé, dopo aver prodotta una limitata distruzione del cavo.

Poichè i 120 V sono oggi la tensione standard della società per gli impianti d'illuminazione, i motori dovranno funzionare a 208 V, cosa che non apporta alcun inconveniente. Infatti:

1) Le Case garantiscono il buon funzionamento dei motori anche per una variazione del 10 per cento della tensione.

2) Il sistema a rete chiusa permette di mantenere pressochè costante la tensione in arrivo.

3) I motori funzionano normalmente a basso carico, perciò in migliori condizioni se a bassa tensione.

4) Con il sistema a rete non sono più necessarie le limitazioni di uso imposte agli utenti. In appendice gli AA. riportano infatti alcune prove, che dimostrano che sia un motore trifase di 36,8 kW, sia un carico su di una fase di 10 kVA a 120 V possono essere direttamente collegati alla linea, senza produrre fluttuazioni di tensione tali da disturbare il servizio luce.

I trasformatori per l'alimentazione della rete sono di 500 kVA, le perdite a pieno carico non devono superare i 5 kW, il che corrisponde alla massima quantità di calore che i locali possono smaltire a una temperatura di 40°.

Ai due lati dei trasformatori sono due recipienti entro i quali sono fatti i collegamenti fra cavi e trasformatori. Dal lato ad alta tensione il recipiente è pieno di olio e contiene un commutatore di corto circuito e di messa a terra; ad ogni morsetto del trasformatore si allacciano due conduttori, così dalla cassa escono o due cavi tripolari o sei unipolari, in tal modo si eliminano i giunti sui cavi ad alta tensione. Nel recipiente a bassa tensione è anche contenuto l'interruttore automatico. A valle di questo è collocata una valvola.

Il trasformatore può essere asportato attraverso la volta del locale.

I cavi ad alta tensione saranno tripolari o monopolari. In entrambi i casi l'unica prova ad alta tensione sarà quella fra conduttore e terra, per il che non sarà necessario disconnettere il cavo dal trasformatore, che ha il primario a triangolo ed opportunamente isolato. Ciascun giunto del cavo ha una conveniente riserva di dilatazione e giunto e riserva sono pieni d'olio. Gli esperimenti fatti dimostrano che solo così si eliminano i guasti dovuti ai vuoti che possono formarsi dopo effettuata l'installazione.

Nel sistema radiale la distribuzione primaria non poteva essere fatta a più di 2400 V da terra, perchè era necessario lavorare sui cavi sotto tensione; nel sistema a rete chiusa l'esclusione dal circuito di un cavo primario e del trasformatore non interrompe il servizio, si è potuto perciò adottare la tensione di 27.000 V, che è quella delle sbarre della centrale generatrice, cosa molto conveniente dal punto di vista economico. Non vi saranno sui feeders regolatori di tensione, le oscillazioni massime saranno del 3 % in più o in meno e, in caso di esclusione dal servizio di un cavo, si potrà ancora ottenere 110/192 volt. Questi valori sono calcolati a pieno carico in corrispondenza dei picchi annuali; quindi normalmente le cose andranno molto meglio.

La continuità del servizio è ottimamente assicurata; l'utente non avrà a temere che i guasti sulla rete secondaria, guasti che non rappresentano attualmente con il sistema radiale che il 7 per cento delle interruzioni; la cifra risulterà ulteriormente ridotta con il sistema a rete chiusa.

Questo sistema sarà sperimentato su una prima zona entro l'estate 1927. L'energia sarà portata da tre feeders e i trasformatori saranno di-

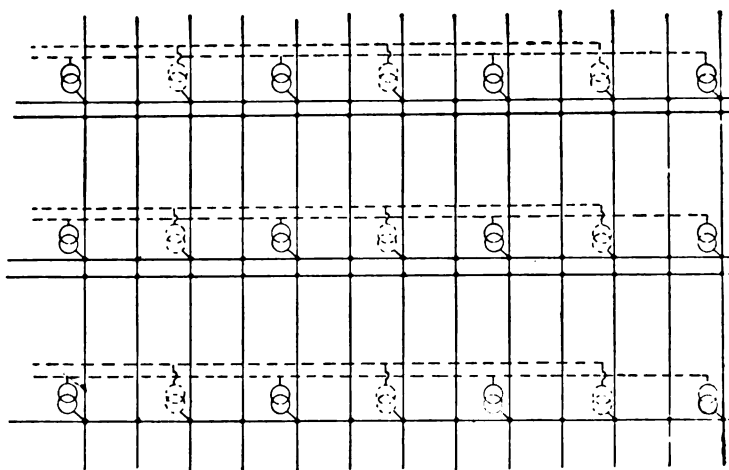


Fig. 1.

sposti come in fig. 1. Se cresceranno le richieste di energia saranno aggiunti altri tre feeders e interposti altri trasformatori. Se si avrà un ulteriore aumento di carico, risulteranno installati quattro feeders per ogni strada e i trasformatori collegati successivamente a differenti alimentatori.

In seguito, quando il sistema sarà stato esteso a tutta la città, ogni gruppo di feeders servirà tre zone con differenti caratteristiche di carico. I cavi potranno portare 15.000 kVA e ad ognuno di essi saranno attaccati 40 trasformatori, ad impianto ultimato.

L'introduzione del sistema verrà fatta rapidamente, approfittando delle nuove richieste di energia e delle sistemazioni stradali che si presenteranno. Quando nel 1935 il sistema sarà stato esteso a tutta la città, il capitale investito risulterà il 10 per cento meno, che se si fosse mantenuto il sistema radiale con le sottostazioni, e le spese di manutenzione e le perdite saranno ridotte al 33 per cento circa.

M. Co.



## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### La commemorazione di A. Volta al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

Nel pomeriggio del 23 corrente, ha avuto luogo al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere a Milano una solenne adunanza dedicata alla commemorazione di Volta e alla inaugurazione delle sale delle raccolte voltiane.

Dopo che il Prof. Perzolari, Presidente, ebbe riassunto l'opera da lunghi anni svolta dall'Istituto Lombardo per la raccolta e l'ordinamento delle memorie e dei manoscritti del Grande, parlò il Prof. Somigliana mettendo in luce le caratteristiche peculiari del genio di Volta che accoppiava alla acutezza della intuizione, l'abilità grandissima dello sperimentatore.

Parlò poi il Prof. Grassi rivendicando al Volta la priorità della scoperta di diverse leggi della fisica relative allo stato di gas e di vapore e specialmente di quelle che vanno sotto il nome di leggi di Dalton e Gay Lussac, che i fisici italiani devono rivendicare al nome di Volta per averle Egli enunciate e documentate quasi sei anni prima.

Il Prof. Luigi Volta pronipote dell'illustre scienziato, ricordò in modo particolare il contributo da esso portato agli studi della elettricità atmosferica e di alcuni importanti fenomeni meteorologici. Il Prof. Murani riassunse poi brillantemente la storia della lunga discussione sulla teoria della pila rilevando come le vedute del Volta a tale proposito siano tuttora riconosciute come fondamentali.

Vennero poi inaugurate le sale, organizzate per iniziativa del Prof. Grassi, dove sono raccolti e ordinati gli autografi preziosi del Grande, e dove si è messa insieme una biblioteca specializzata di opere riguardanti Volta e l'opera sua.

Il nostro Presidente generale, che era stato ufficialmente invitato ad intervenire alla cerimonia, impossibilitato, all'ultimo momento, ad assistervi, inviò il seguente telegramma:

*Presidente Istituto Lombardo — Milano,*

*Dolente non poter personalmente intervenire celebrazione solenne. invio calda unanime adesione soci tutti Associazione Elettrotecnica Italiana che salutano Alessandro Volta pioniere precursore maestro.*

VALLAURI.

Alla adunanza, in rappresentanza dell'A. E. I. presenziavano l'Ing. Guido Semenza e il nostro Segretario generale, Ing. Giuseppe Comboni.

\* \*

#### APPLICAZIONI VARIE.

*La televisione secondo il procedimento di Edouard Belin (Génie Civil, 18 dicembre 1926).* — E. Belin, inventore del « Teletestografo » in uso presso l'Amministrazione francese delle Poste e Telegrafi per la trasmissione di scritture e di fotografie, già aveva trovato, circa tre anni fa, una parziale soluzione del problema della televisione, cioè della « trasmissione a distanza di una immagine animata ».

Ricordiamo il procedimento già usato dal Belin per la trasmissione delle fotografie: mediante un microfono influenzato dalle variazioni di spessore della gelatina al bicromato d'una prova fotografica, egli trasforma le variazioni di opacità dei punti della immagine in correnti di intensità diversa, che arrivate alla stazione ricevente fanno oscillare un galvanometro a specchio. Il raggio di una sorgente luminosa puntiforme, riflesso da questo specchio, impressiona i vari punti di una lastra fotografica proporzionalmente alla fotografia originale, colla quale la prima si muove in sincronismo.

Nella televisione, l'organo sensibile non è più un microfono, ma una cellula fotoelettrica, sensibilissima alle variazioni di intensità luminosa. L'immagine reale della figura da trasmettere, che si suppone sia una semplice circonferenza luminosa, è percorsa dal raggio luminoso con rapidità sufficiente a dar l'impressione di continuità all'occhio. Questi raggi, influenzando il catodo della cellula fotoelettrica danno origine a correnti di intensità variabili, le quali nella stazione ricevente sono trasformate in raggi luminosi pure di intensità variabile, i quali per mezzo di dispositivi in sincronismo con quelli del posto emittente, riproducono su di uno schermo le stesse variazioni di luce che si hanno nell'immagine. Sola condizione è che la velocità di rotazione del sistema sia tale, che tutta l'immagine sia percorsa dal raggio in non più di 1/10 di secondo, durata di persistenza dell'impressione sulla retina. Per una immagine di 18×24 mm, dimensione corrente nelle film, si dovrebbero trasmettere circa 20.000 immagini elementari, per averne una riproduzione sufficientemente nitida del complesso di punti di opacità diversa nei quali è suddivisa, punti assimilati a quadratini di non più di 1/5 di mm di lato.

Nel dispositivo più recentemente sperimentato dal Belin, lo spostamento del raggio luminoso sull'immagine è ottenuto, alla stazione emittente, mediante un sistema di due specchi oscillanti uno di una data direzione e in ragione di 500 oscillazioni complete al secondo, l'altro in direzione normale alla prima e in ragione di 10 oscillazioni al secondo, tracciando così sulla figura in 1/10 di secondo una sinusoide che scompone l'immagine in 10 strisce sensibilmente rettilinee. Attraversata l'immagine, il raggio va ad influenzare il catodo della cellula fotoelettrica, modulando una corrente che, amplificata convenientemente coi mezzi in uso nella T.S.F., è diretta verso la stazione rice-

vente. Qui per tradurre queste correnti in emissioni luminose da proiettarsi sullo schermo, e in sincronismo con quelle della stazione emittente, viene impiegato un oscillografo catodico, che è l'organo unico della ricezione. In questo oscillografo la corrente modulata, proveniente dalla stazione emittente, produce, come nei tubi per raggi X, fra l'anodo e il catodo, posti in un tubo a vuoto molto spinto, un fascio di raggi catodici, d'intensità egualmente variabile. Questo fascio produce su di uno schermo fluorescente un punto più o meno luminoso che spostandosi in sincronismo col raggio luminoso della stazione emittente riproduce l'immagine originale.

Il tubo che porta il fascio catodico è fissato alla parte superiore di uno dei due dischi, che costituiscono rispettivamente la placca e la griglia. Sotto il disco inferiore sta il filamento riscaldato da un accumulatore. La corrente in arrivo viene condotta sia alla griglia, sia al filamento. La placca è mantenuta a 1500 V. Il fascio catodico è comandato da due bobine attraversate rispettivamente dalla corrente del microfono e dell'alternatore, che azionano meccanicamente i due specchi della stazione emittente. Sotto l'influenza di questi campi il raggio catodico deviato come il raggio luminoso della stazione emittente, riproduce sullo schermo tutti i punti dell'immagine; e ciò in meno di 1/10 di secondo, di modo che l'immagine appare continua. Le prove fatte hanno dimostrato che malgrado la breve durata dell'apparizione delle immagini, dovuta a questa grande velocità, le immagini sono ancora percettibili.

Le esperienze fatte negli stabilimenti Belin segnano dunque un notevole progresso nella televisione, per quanto un giudizio più completo sarebbe possibile solo a patto di conoscere con maggiori dettagli e minori incertezze (di quanto non risulti dai cenni descrittivi qui riportati) i procedimenti usati. Se non è interamente risolto il problema si è realizzata però la « telecinematografia ». Fino ad ora, a quanto si sa, le esperienze di televisione si sono limitate alla proiezione del contorno della silhouette di un oggetto; pare che per operare direttamente su di una figura umana si dovrebbe far uso di illuminazioni assai forti.

E. G.

#### IMPIANTI.

*Sviluppo degli impianti elettrici in Danimarca.* — Secondo le ultime statistiche, le centrali di produzione dell'energia elettrica sono in numero di 479, di cui 71 di proprietà comunale. La potenza totale delle centrali è di circa 205.000 Kilowatt: la produzione nel 1925-1926 si stima abbia raggiunto i 350 milioni di kilowattora.

La più gran parte delle centrali di qualche importanza sono termoelettriche. Delle 126 centrali principali, 15 producono corrente alternata esclusivamente, 30 producono insieme corrente alternata e corrente continua, ed 81 esclusivamente corrente continua.

La frequenza della corrente alternata è dovunque 50, e la tensione di distribuzione 220 e 380 volt.

La tensione della corrente continua è prevalentemente 220 volt: la distribuzione è in parte a due fili e in parte a tre fili da 2×220 volt a 2×110 volt.

Le condutture di distribuzione hanno in totale una lunghezza di circa 29.000 km, di cui 7.000 km a corrente continua e 22.000 km a corrente alternata: di queste, 7.700 km sono ad alta tensione da 2000 fino a 50.000 volt.

Nella costruzione delle reti negli ultimi anni si è tenuto particolarmente presente la possibilità dell'allacciamento delle reti tra loro, e questi collegamenti già in parecchi impianti sono stati eseguiti.

Ora l'Ing. S. A. Faber ha studiato un piano organico di linee a 50.000 volt per tutto il territorio della nazione, con l'indicazione dei posti di trasformazione, piano che dovrebbe essere tenuto presente dalle centrali elettriche nella estensione dei loro impianti. Inoltre, ha proposto la costituzione di uno speciale organismo economico il quale dovrebbe curare la distribuzione dell'energia elettrica agli utenti in tutta la nazione.

A. M.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

*I raddrizzatori di corrente a vapori di mercurio* vengono applicati per tensioni e potenze sempre maggiori. La Brown Boveri, a quanto viene riferito nella Revue B. B. C. del febbraio 1927, ha recentemente eseguito esperienze con raddrizzatori con tensione di 8000 V sul lato corrente continua. Le esperienze hanno dato esito soddisfacente. Il massimo valore della corrente erogata dai raddrizzatori costruiti fino ad ora arriva a 2000 A. Un raddrizzatore da 1250 kW sul lato corrente continua, funzionava alla recente Esposizione di Basilea; ad esso era connesso un interruttore extra-rapido; vennero eseguiti in via sperimentale dei netti corti circuiti che provocarono l'apertura dell'interruttore in un cinquantesimo di secondo, senza danneggiare il raddrizzatore.

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

*L'impiego del diagramma circolare nel calcolo delle reti di trasmissione* è sviluppato e reso più agevole in uno studio pubblicato nel Journal Am. Inst. Elec. Eng. del dicembre 1926, pag. 1238. I metodi precedentemente proposti sono elaborati in un metodo unico che permette di rappresentare con relativa facilità tutte le funzioni relative al problema studiato. L'applicazione del metodo è facilitata da alcune tabelle nelle quali sono raccolte le espressioni matematiche dei luoghi geometrici che occorre tracciare, in funzione delle caratteristiche delle linee. I diagrammi si prestano a numerose verifiche e controprove cosicchè si può ritenere praticamente impossibile che un qualsiasi errore passi inavvertito.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE SARDA

#### Assemblea generale dei Soci - 6-8 maggio 1927.

Presiede il Cav. Ing. Silvio Silva. — Segretario l'Ing. Gaetano Lixi Delogu.

La seduta, alla quale intervengono i Consiglieri Ingg. Vecelli e Brotzu, il Cassiere Ing. Lombardini e numerosi soci, è aperta alle ore 20,15.

Il Segretario giustifica il ritardo col quale si è convocata la riunione ed accenna al primo punto all'ordine del giorno, cioè all'approvazione del Regolamento interno della Sezione; questo regolamento è stato compilato dagli Ingg. Simonetti, Pavesi e Lombardini, all'uopo delegati.

Dopo alcune osservazioni e chiarimenti il Presidente pone ai voti il Regolamento che viene approvato all'unanimità.

Il Segretario comunica che il numero dei soci ammonta ad 88 di cui 82 individuali e 6 collettivi, con l'aumento di 25 soci dal gennaio 1926.

Fa presente la necessità, per una più prospera vita della Sezione, che soprattutto il numero dei soci collettivi si accresca, con la adesione delle numerose Società Minerarie.

A tale riguardo il Presidente fa vive premure all'Ing. Vecelli, affinché voglia mettere a profitto della Sezione la sua alta influenza nel campo minerario.

Il bilancio consuntivo 1926 e preventivo 1927, di cui al punto terzo dell'ordine del giorno, vengono esposti dal Cassiere, Ing. Lombardini, come più oltre riportati, e vengono approvati all'unanimità.

Il Presidente poi fa rilevare che col trasferimento ad altra sede del socio, Comm. Ing. Corsi, è rimasto vacante un posto di Consigliere.

Su indicazione di vari soci presenti viene proposto al nuovo Consigliere il socio Ing. Enrico Donadio, e tale proposta viene accolta a voti unanimi.

L'Ing. Silva ricorda che, in ossequio alle disposizioni dell'assemblea generale il contributo alla sede è stato portato per l'anno 1927 a L. 60 per i soci individuali ed a L. 170, per i collettivi; per modo che le quote di associazione, per l'anno corrente, devono essere portate rispettivamente a L. 75 e L. 250.

Il Presidente soffermatosi a delineare, nelle sue possibilità e nella sua importanza il compito del socio corrispondente della Sezione, propone di designare a tale ufficio il socio Ing. Brotzu che dichiara di accettare; passa quindi a richiamare l'attenzione degli intervenuti su diverse attività dell'Associazione, dal volume Voltiano, alla prossima riunione annuale, e alle norme emanate dall'A. E. I. A questo riguardo invita i soci ad interessarsi dell'argomento che richiede molteplici revisioni ed aggiunte.

L'Ing. Lixi osserva a tale proposito che nelle norme italiane sussistono delle lacune, che dovrebbero presto essere colmate, riguardo ai trasformatori di misura, ed in genere agli apparecchi di misura.

L'Ing. Silva prospetta la necessità di una maggiore determinazione nell'ordine delle prove degli isolatori.

Stante l'ora tarda la comunicazione dell'Ing. Silva viene rimandata a domenica prossima.

#### BILANCIO 1926.

##### Introiti :

Rimanenza al 31 dicembre 1925 . . . . .	L. 1.250,90
Eccedenza contributi 1925 . . . . .	» 60,—
Quote soci :	
N. 80 a L. 60 . . . . .	» 4.800,—
» 1 » » 75 . . . . .	» 75,—
» 2 » » 50 . . . . .	» 100,—
» 8 » » 200 . . . . .	» 1.600,—
Rimborso spese postali e annuari . . . . .	» 32,—
Interessi attivi 1926 . . . . .	» 95,50
<b>Totale . . . . .</b>	<b>L. 8.013,40</b>

##### Spese :

Versamento alla Sede Centrale per contributi 1926 . . .	L. 4.762,50
e cioè N. 83 individuali a L. 45,—	
» 8 collettivi » » 120,—	
» 3 morosi » » 22,50	
Spese postali e telegrafiche . . . . .	» 237,70
Abbonamento Riviste : Radio-Voltiana e Energia Elettrica .	» 160,—
<b>Da riportare . . . . .</b>	<b>L. 5.160,20</b>

Riporto . . . . .	L. 5.160,20
Spese ufficio, stampati e cancelleria e varie . . . . .	» 658,20
Fitto locali 1° e 2° semestre . . . . .	» 600,—
<b>Totale . . . . .</b>	<b>L. 6.418,40</b>
Rimanenza attiva da portare a conto nuovo . . . . .	L. 1.595,—
(su lib. B. C. I. 4040 R. I.)	

#### BILANCIO PREVENTIVO 1927

##### Introiti :

Rimanenza al 31 dicembre 1926 . . . . .	L. 1.595,—
Quote soci :	
N. 86 individuali a L. 75 . . . . .	» 6.450,—
» 6 collettivi a » 250 . . . . .	» 1.500,—
Rimborso annuari . . . . .	» 60,—
<b>Totale . . . . .</b>	<b>L. 9.605,—</b>

##### Spese :

Da versare alla Sede Centrale per contributi 1927 . . .	L. 6180,—
e cioè : N. 86 individuali a L. 60	
» 6 collettivi a » 170	
Spese postali e telegrafiche . . . . .	» 250,—
Riviste . . . . .	» 250,—
Spese ufficio : stampati e cancelleria . . . . .	» 660,—
Fitto locali . . . . .	» 600,—
<b>Totale . . . . .</b>	<b>L. 7.940,—</b>
Residuo attivo presunto . . . . .	L. 1.665,—

\*

Alla ripresa della seduta, che avviene alle ore 11,15 del giorno 8 nei locali della Società Elettrica Sarda, prende la parola l'Ing. Silva per svolgere l'annunziata comunicazione su « il comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna ».

L'Ing. Silva si rifà ai dati esposti alla Riunione annuale di Milano del 1922, dati che erano basati sui risultati di esercizio delle linee elettriche allora in servizio nell'isola che si limitavano ai brevi tratti Porto Vesme-Monteponi di km 20 e Monteponi-Guspini di km 36, entrambi armati con isolatori sospesi per 70.000 volt, la prima in servizio a 70.000 volt e la seconda a 15.000 volt.

I risultati avuti dal 1915 fino a quell'epoca cogli isolatori sospesi, erano stati disastrosi, tanto che si era iniziata una prova di svariati tipi di isolatori sospesi per poter stabilire il tipo più adatto alle linee della Sardegna.

Nel 1922 si cominciava la costruzione della linea a 70 mila volt che doveva portare l'energia dalla Centrale del Tirso al bacino minerario dell'Iglesiente e a Cagliari, e si adottò per questa linea il tipo di isolatore rigido, sperandosene un comportamento migliore, dato che l'esperienza dei tipi sospesi di cui si era iniziata la prova, era ancora troppo breve. Erano recenti le discussioni sulle diverse qualità di isolatori di vetro e di porcellana e sorse naturalmente l'idea di fare un razionale confronto fra i due tipi di isolatori procedendo ad una prova metodica.

Infatti gli isolatori di vetro e di porcellana vennero distribuiti sulle due terne della stessa palificazione in modo che restassero sottoposti alle medesime sollecitazioni atmosferiche, meccaniche ed elettriche.

Premesso che il comportamento alle prove di collaudo era stato pressapoco identico sia per gli isolatori in vetro che per quelli in porcellana, l'Ing. Silva passa ad illustrare i diagrammi rappresentanti i numeri di isolatori sostituiti nei diversi tronchi della linea dal 1924 al 1926. I dati esposti si possono riassumere come segue :

*Tronco Tirso-Cagliari km 118 — due terne su cavalletto in legno isolatori rigidi — 70.000 V. di esercizio.*

	Installati	Sostituiti nel 1924		Sostituiti nel 1925		Sostituiti nel 1926	
		comples- sivam.	%	comples- sivam.	%	comples- sivam.	%
Isolatori porcellana . . . . .	2.943	89	3.02	136	4.62	86	2.92
Isolatori vetro . . . . .	1.914	104	5.44	171	8.93	138	7.22

*Tronco Guspini-Monteponi km 36 — due terne su tralicci 70.000 V.*

	Installati	Sostituiti nel 1924		Sostituiti nel 1925		Sostituiti nel 1926	
		comples- sivam.	%	comples- sivam.	%	comples- sivam.	%
Isolatori fissi di porcellana . . . . .	666	16	2.4	8	1.2	34	5.11
Isolatori di vetro . . . . .	69	5	7.25	4	5.8	11	15.95
Isolatori a catena di porcellana in servizio dal 1922 . . . . .	624	0	0	2	0.32	10	1.6

Dai dati riportati risulta evidente il comportamento migliore degli isolatori in porcellana rispetto a quelli in vetro, e di quelli a catena rispetto a quelli rigidi.

Questi risultati consigliarono la costruzione di un breve tratto di linea a 70.000 volt Tirso 1° Salto - Tirso 2° Salto, con isolatori sospesi.

In questa linea, in servizio da oltre un anno, nessun isolatore si è dovuto sostituire sinora.

L'Ing. Silva poi fa notare ai presenti anche i diagrammi di zona; dai quali si rilevano delle punte caratteristiche, che, ripetendosi con ugual valore nelle stesse località in anni differenti, individuano delle posizioni « critiche » quali quelle presso Marrubiu, presso Villasor e presso Cagliari.

L'Ing. Silva termina accennando alla sostituzione graduale degli isolatori rigidi con quelli sospesi che egli si propone di effettuare a partire appunto da tali località critiche, per modo che abbia a risultare ancora più chiaramente il comportamento degli isolatori a catena di fronte a quelli rigidi nelle eccezionali condizioni delle linee nell'isola.

Al termine della interessante esposizione l'Ing. Silva viene vivamente applaudito dall'uditorio.

La comunicazione dà luogo a diverse osservazioni e richieste di chiarimenti da parte degli intervenuti. L'Ing. Dolcetta è del parere che considerazioni definitive non possano trarsi a favore dei nuovi tipi di

isolatori sospesi adottati, se non dopo che sia trascorso un tempo sufficiente a portare anche questi a quello stato di invecchiamento, in conseguenza del quale già nel 1922 l'Ing. Silva aveva preferito il tipo rigido a quello a sospensione. Osserva inoltre che la linea con isolatori sospesi, di cui ha fatto cenno l'Ing. Silva, trovasi fuori del percorso del maestrale che è il vento secco più terribile per le incrostazioni saline. E' per questi motivi che anch'egli attende risultati più chiari dalla sostituzione degli isolatori sospesi nelle zone critiche della linea Tirso-Cagliari e specialmente nella zona di Villasor, intermedia al percorso del maestrale. Dopo una replica dell'Ing. Silva, ed alcune osservazioni degli Ingg. Castaldi, Brotzu e Lixi, l'Ing. Silva accenna al sistema che si è dovuto adottare per combattere le incrostazioni saline che da noi, come in altre regioni ed in particolare nel Marocco, in Cirenaica e in America, lungo le rive del lago Salato, costituiscono la maggiore difficoltà del servizio; difficoltà sormontabile soltanto con una metodica ed accurata lavatura degli isolatori.

\* \*

#### SEZIONE DI MILANO

A seguito di quanto già pubblicato nel n. 17, comunichiamo qui i bilanci presentati nell'Assemblea del 3 Giugno u. s.

#### Rendiconto dell'anno sociale 1926

ENTRATA		Consuntivo 1926	Preventivo 1926
1. Contributi:			
N. 779 Soci individuali residenti a L. 80	L. 62320,—		
» 431 » » non » » 75	» 36075,—		
» 75 » » all'estero » » 110	» 8250,—		
» 5 » » collettivi (Istituti cultura) » 200	» 1000,—		
» 115 » » (Soc. Industriali) » 300	» 34500,—		
» 3 vitalizi » » » » » 100	» 100,—		
» 1 perpetuo » » » » » 180	» 180,—		
N. 1459 Soci paganti 1926.		142425,—	147030,—
2. Interessi attivi al 31 dicembre 1926		L. 7158,40	4970,—
TOTALE ENTRATE		L. 149583,40	152000,—
USCITA			
a) Ordinarie:			
1. Contributo alla Sede Centrale per:			
N. 1260 Soci individuali a L. 45,—	L. 56700,—		
» 75 » » all'estero » » 90,—	» 6750,—		
» 120 » » collettivi » » 120,—	» 14400,—		
» 74 1/2 » » quote soci ind. morosi » 22,50	» 1665,—		
» 15 1/2 » » all'est. » » 45,—	» 675,—		
» 2 1/2 » » coll. » » 70,—	» 140,—		
N. 1546		80330,—	80940,—
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi		» 15445,—	15000,—
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature		» 5892,15	10000,—
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobilio, ecc.		» 12368,30	1500,—
5. Spese per conferenze, commissioni, ecc.		» 1632,50	21060,—
6. Impreviste e varie		» 554,15	
		35892,10	
b) Straordinarie:			
1. Terzo accanton. per sistemaz. Sede Sociale		L. 10000,—	10000,—
		L. 126222,10	
AVANZO ESERCIZIO 1926		» 23361,30	
Maggio 1927.		Totale L. 149583,40	152000,—

#### Conto preventivo dell'anno sociale 1927

ENTRATA			Preventivo 1927
1. Contributi:			
N. 748 Soci individuali residenti, a L. 100	» 74800,—		
» 500 » » non residenti » 90	» 45000,—		
» 75 » » all'estero » 125	» 9375,—		
» 5 » » collettivi (Istituti cultura) » 200	» 1000,—		
» 110 » » (Soc. Ind.) » 350	» 38500,—		
» 10 » » vitalizi » 40	» 400,—		
» 2 » » perpetuo » 180	» 360,—		
N. 1500 Soci paganti 1927		174435,—	
2. Interessi attivi al 31 dicembre 1927		L. 5565,—	
TOTALE ENTRATE		L. 180900,—	
USCITA			
a) Ordinarie:			
1. Contributi alla Sede Centrale per:			
N. 1298 Soci individuali a L. 60	L. 77880,—		
» 75 » » all'estero » 105	» 7875,—		
» 115 » » collettivi » 170	» 19550,—		
N. 1488		105305,—	
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi		» 20000,—	
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature		» 10000,—	
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobilio, ecc.		» 20000,—	
5. Spese per conferenze, commissioni, ecc.		» 14695,—	
6. Impreviste a pareggio			64695,—
b) Straordinarie:			
1. Quarto accanton. per sistemaz. Sede Sociale		L. 10000,—	
TOTALE		L. 180000,—	

#### Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1926

ATTIVO: Contanti in Cassa		L. 596,13	
Conto Corrente Banca		» 139338,10	
Consolidato 5% (nom. L. 12.800) al costo		» 11400,—	
Contributi 1926 incassati nel 1927		» 5630,—	156964,23
Crediti vari		» 1343,—	
Anticipi Bilancio 1927		» 3722,40	5065,40
PER MEMORIA:			
Biblioteca: Importo al costo (oltre ai libri ricevuti in dono):			
Costo al 31 dicembre 1925		L. 37108,10	
Acquisti del 1926		» 5892,15	
		L. 43000,25	
Mobili: Valore al 31 dicembre 1926		» 1000,—	
		L. 44000,25	L. 162029,63

PASSIVO: Accantonamento « Manuali di cultura elettrotecnica »		L. 5000,—	
Accantonam. per sistemazione Sede sociale		» 30000,—	
Conti a pagare		» 15568,50	
Contributi 1927 - esatti nel 1926		» 14474,—	65042,50
Patrimonio al 31 dicembre 1926:			
Importo al 31 dicembre 1925		L. 72643,33	
Più: sopravvenienze attive		» 149,—	
		L. 74133,33	
Meno: sopravvenienze passive		» 507,50	
		73625,83	
AVANZO ESERCIZIO 1926		L. 23361,30	96987,13
		L. 162029,63	L. 162029,63

I Revisori

Ing. G. B. BÒZZOLO - Ing. Prof. A. QUADRIO - Ing. C. SOLARI

p. Il Segretario

M. LUSTIG

Il Presidente

L. EMANUELI

Il Cassiere

G. GORLA

\* \*

#### Personalia

L'Ing. Mario De Falco, Direttore della Società dei Tramways di Lima, ha assunto anche l'insegnamento di « Misure Elettriche » in quella Scuola di Ingegneria.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RSTITUISCONO

### Il successo tecnico della Riunione di Como.

Dal punto di vista tecnico il successo della XXXII Riunione annuale dell'A. E. I. — che si terrà in Como nella prima decade di ottobre — appare fin d'ora pienamente assicurato. Delle numerose relazioni e comunicazioni annunciate, — e delle quali ripubblichiamo più avanti l'elenco aggiornato — già una diecina sono state passate alla tipografia e forniranno materia dei prossimi numeri del giornale. Poichè di altre è imminente l'arrivo, possiamo sperare con fondamento di poter pubblicare entro il mese di settembre quasi tutti i lavori che formeranno oggetto di discussione al Congresso, avvicinandoci, come forse non mai per il passato, a quella condizione ideale di cose secondo la quale in ogni Congresso tecnico, tutte le memorie e tutte le relazioni dovrebbero esser portate con notevole anticipo a conoscenza degli intervenuti. Da tanti anni andiamo battendo insistentemente su questo chiodo, che la nostra soddisfazione per il risultato raggiunto potrà facilmente essere compresa. Della necessità, più che opportunità, di una pubblicazione preventiva delle memorie, abbiamo avuto una nuova prova — se pure ve ne fosse stato bisogno — seguendo recentemente a Parigi i lavori della Conferenza internazionale delle grandi reti, del cui ottimo successo ci occuperemo ampiamente in un prossimo numero. Sui rapporti che erano stati inviati in precedenza ai delegati si ebbero spesso discussioni interessanti, con esposizioni di dati organici o di critiche serrate, perchè evidentemente pensate e preparate con calma. Invece i rapporti distribuiti in bozza all'ultimo momento, anche se intrinsecamente interessantissimi e degni del più ampio dibattito, passarono quasi sempre inosservati o diedero luogo tutt'al più a piccole osservazioni di dettaglio. Perciò richiamiamo particolarmente l'attenzione dei lettori sulle relazioni destinate a Como che andremo pubblicando: perchè, ovviamente, la pubblicazione preventiva a ben poco servirebbe se i competenti nei vari argomenti non portassero subito sui lavori pubblicati la loro attenzione ed il loro spirito critico, per raccogliere e coordinare le osservazioni da esporre nelle sedute.

\*

Mentre completiamo la relazione dell'Ing. G. SILVA sugli isolatori passanti, della quale ci occupammo nello scorso numero, pubblichiamo oggi una importante comunicazione dei colleghi PESSION e MONTEFINALE sui progressi della Radio Roma, che è, come ognuno sa, il centro radiotelegrafico creato dalla R. Marina nei pressi della Basilica di S. Paolo.

Già altre volte i nostri lettori sono stati informati dell'opera assidua, che i tecnici navali svolgono per mantenere i loro impianti all'altezza dei più recenti sviluppi della radiotelegrafia, specie nel campo delle onde corte. I nuovi risultati raggiunti sono una conferma di tale opera intelligente e produttiva e saranno certo appresi da tutti con interesse e con compiacimento.

### LA REDAZIONE.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. — — —**

### IL CENTRO RADIOTELEGRAFICO DI ROMA (SAN PAOLO)

G. PESSION - G. MONTEFINALE

Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

#### 1. - Premessa.

La stazione radiotelegrafica di San Paolo (figura 1) costituisce <sup>(1)</sup> il primo grande impianto di radiotelegrafia ad onde persistenti (archi Poulsen da 250 kW) costruito in Italia (1917).

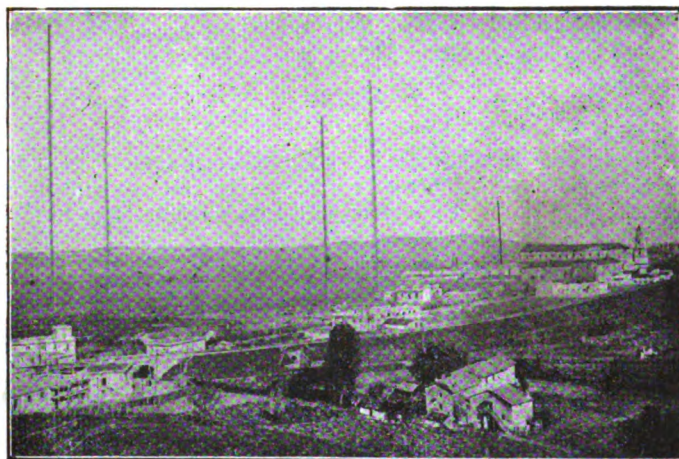


Fig. 1. — Vista della Radio San Paolo.

Il servizio con gli archi Poulsen, che si è svolto sempre in modo del tutto soddisfacente, assunse il suo massimo sviluppo nel 1922, nel quale anno furono trasmesse 2.175.000 parole tassate dirette a stazioni dell'Africa orientale, degli Stati Uniti, Inghilterra, Germania, Svezia e Norvegia, Rumania, Navi e stazioni in Egeo, servizi stampa, etc. (fig. 2).

La riduzione delle parole trasmesse nel corso dell'anno 1923 derivò dai lavori di riattamento agli archi Poulsen e di rifacimento completo delle torri in legno, per cui la stazione di San Paolo rimase inattiva per la durata di sei mesi ed i servizi passarono temporaneamente alla nuova stazione di Coltano <sup>(2)</sup>.

La ricostruzione completa delle torri in legno alte 218 metri, dopo soli sei anni di vita, fu una conseguenza del modo affrettato con cui esse erano state costruite durante la guerra per l'impellente necessità di attivare il collegamento con l'America e colle Colonie; un certo numero di travi costituenti i montanti si deteriorò rapidamente, sia perchè non fu possibile,

<sup>(1)</sup> B. MICCHIARDI - G. PESSION - G. VALLAURI: «La Stazione R. T. di Roma-San Paolo» - *L'Elettrotecnica*, Maggio 1920, vol. VII N. 13-14 e Pubblicazione N. 8 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

<sup>(2)</sup> G. VALLAURI: «Il Centro R. T. di Coltano» - *L'Elettrotecnica*, Gennaio 1924, vol. IX N. 1 e 2 e Pubblicazione N. 28 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.



all'epoca dell'impianto, una rigorosa scelta del legname, sia per talune piccole imperfezioni della lavorazione.

In special modo non era risultata perfetta la squadratura delle testate; i travi non erano stati piallati e l'acqua perciò non scorreva bene su di essi. Si constatò, infatti, che i travi marcirono più facilmente nelle intestature, giacchè, per l'imperfetto combaciamento delle teste, vi si formava uno strato umido permanente.

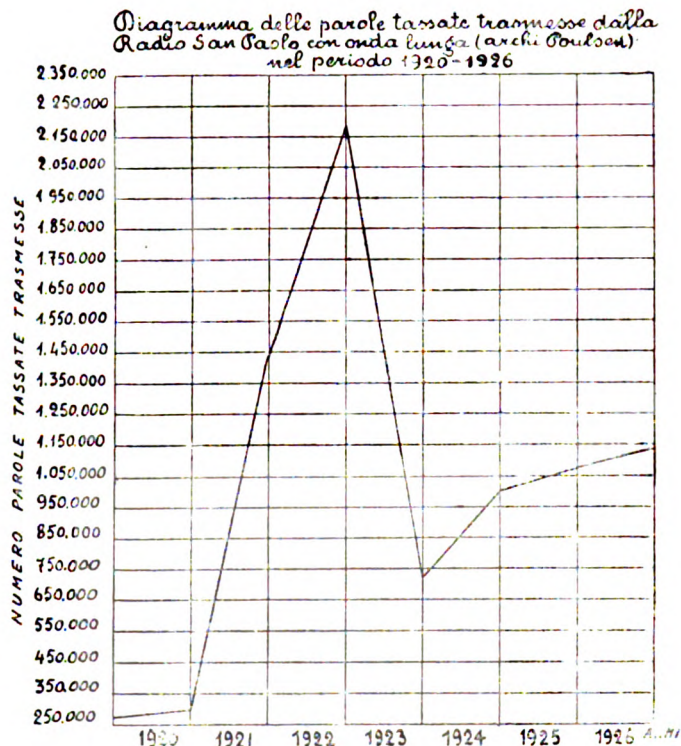


Fig. 2.

Il cambio parziale degli elementi costituenti i montanti non presenta grandi difficoltà e può essere fatto nel modo dimostrato nella fig. 3, consigliato dall'Ing. Elwell. Dato tuttavia il numero notevole di travi da riparare, fu ritenuto preferibile il completo ricambio dei montanti.

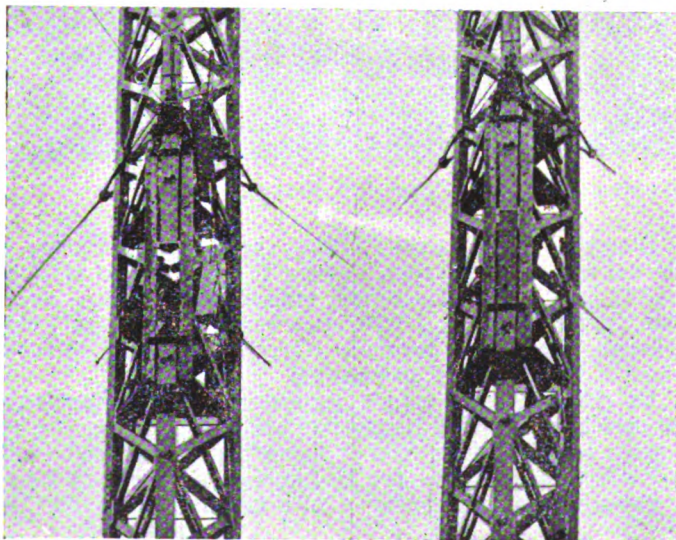


Fig. 3. — Particolari dei piloni della Radio San Paolo. Cambio dei montanti in legno.

La ricostruzione delle tre torri fu quindi fatta impiegando montanti nuovi di legno pitch-pine scelto e bene stagionato, ma furono utilizzate le stesse croci (del traliccio) e gli stessi tiranti, nonché i basamenti in calcestruzzo e gli stralli ed ancoraggi delle vecchie torri; coi travi in buone condizioni ricavati dalla demolizione risultò possibile erigere altre due torri dello stesso tipo, e cioè una alta 124 metri, che fu impiegata come ritenuta della coda di aereo, dando a questa un andamento più razionale, e l'altra di 86 metri per sostegno di aerei ausi-

liari. In complesso il lavoro di rifacimento risultò rapido e poco costoso.

Il vecchio padiglione aereo a reticolato triangolare, composto di maglie quadrate, fu sostituito con altro aereo più leggero, costituito da un ventaglio orizzontale di 16 fili di treccia di bronzo fosforoso da 4 mm di diametro. Fu poi costruito un sistema di terre multiple impiegando filo di rame rigido da 3 mm di tipo telegrafico, secondo lo schema indicato nella fig. 4.

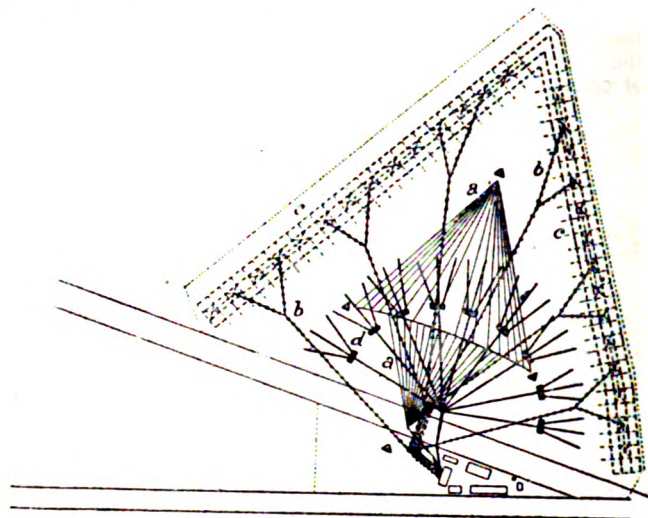


Fig. 4.

Il rendimento della Stazione risultò migliorato, perchè si poté ottenere sull'antenna una corrente di 120 A per l'onda di 10.750 m, alimentando l'arco con la tensione ridotta di 500 V, in luogo di quella di 800 V prima necessaria.

Nonostante una così buona riuscita, la stazione ad arco Poulsen di San Paolo, che sorge sul limitare della città di Roma, risultò troppo molesta per i servizi di radiocomunicazione pubblici e privati, che si erano andati progressivamente sviluppando nell'Urbe ed alla sua periferia negli anni dopo guerra, e ciò in causa del fruscio caratteristico e delle numerose armoniche, a cui dà luogo la trasmissione ad arco.

Mentre ci si apprestava a sistemare a San Paolo un nuovo apparecchio potente a valvola ad onda lunga, già progettato, ed a purificare le armoniche della trasmissione Poulsen con la adozione di apposito circuito intermedio, l'avvento delle onde corte, del quale venne subito (1924) intuita tutta l'importanza, permise di raggiungere, per altra via e con apparecchi assai meno dispendiosi, gli stessi obbiettivi a cui si tendeva coi provvedimenti anzidetti.

Di tali apparecchi fu ampiamente riferito su *L'Elettrotecnica*. <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>.

## 2. - Servizi ad onda corta della Radio San Paolo.

Nel corso dell'anno 1926 erano in funzionamento presso la Radio San Paolo, oltre gli apparecchi trasmettenti ad arco Poulsen da 250 kW (onda 10.750):

a) Un apparecchio trasmettente a valvola di 6 kW, atto ad emettere onda di 66 metri.

b) Un apparecchio trasmettente a valvola da 6 kW, per onda 32 metri.

Con questi apparecchi, che alla prova del servizio si sono dimostrati ottimi e di funzionamento sicuro e perfetto — e che sono tuttora in funzione — si venne gradatamente ad espletare gran parte del traffico, come si rileva ad es. dal prospetto a pagina seguente delle parole complessive trasmesse dalla Radio San Paolo nell'Aprile 1927.

## 3. - Perfezionamenti della stazione ricevente.

Alla stazione ricevente di Monterotondo (fig. 5 e 6) furono apportati notevoli miglioramenti; venne conservata l'apparecchiatura con quadro ricevente esterno per ricevere le

<sup>(3)</sup> G. PESSON - A. PIZZUTI: «Contributo sperimentale alla radio-telegrafia con onde corte» - *L'Elettrotecnica*, Marzo 1925, vol. XII, N. 7 e Pubblicazione N. 32 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina.

<sup>(4)</sup> G. PESSON - G. MONTEFINALE: «Esperienze di radio-telegrafia commerciale ad onde corte» - *L'Elettrotecnica*, 15 Luglio 1926, vol. XIII, N. 20 e Pubblicazione N. 36 dell'Istituto E. e R. T. della Marina.



DESTINAZIONE	Numero delle parole trasmesse	
	Con archi onda 10 7:0	Con onde corte
Navi . . . . .	4 530	—
Estremo Oriente (Pechino) . . .	—	7 477
Afgoi . . . . .	—	32 522
Asmara . . . . .	—	54 365
Rodi . . . . .	11 432	37 923
Bengasi . . . . .	2 590	—
Tripoli . . . . .	1 921	—
Stampe . . . . .	21 013	9 077
Avvisi circolari . . . . .	11 811	—
TOTALE . . . . .	53 297	141 364
Totale generale 194 661		

onde lunghe da 6000 m in poi; fu sistemato un aereo ordinario sorretto da due alberi alti 32 metri per la ricezione su onde medie (dell'ordine di 2000 m) dalle Navi, ed inoltre quattro aerei specialmente adatti per ricezione di onde corte (Beverage) <sup>(5)</sup>.

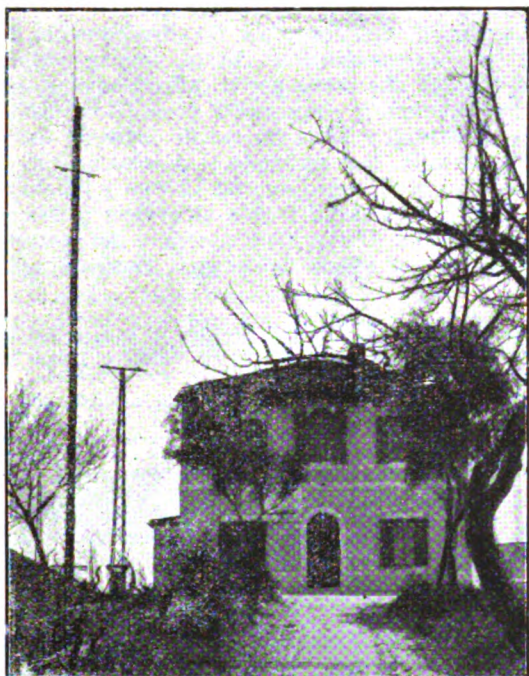


Fig. 5. — Edificio della stazione ricevente di Monterotondo.

Ciò ha permesso di organizzare presso la stazione di Monterotondo servizi di ricezione multipla e cioè:

- Ricezione con onde lunghe mediante aereo esterno a quadro.
- Ricezione con onda media con l'aereo ordinario.
- Ricezione dall'Estremo Oriente (Pechino) con onda 57 metri.
- Ricezione dalla Somalia Italiana (Afgoi) con onde 70 e 38 m.
- Ricezione dalla Colonia Eritrea (Asmara) con onda 60 m.
- Ricezione dal Dodecanneso (Rodi) con onda 73 m.
- Ricezione dalla Cirenaica (Bengasi) con onda 53 m.
- Ricezione dalla Tripolitania (Tripoli) con onda 51 m.

Il servizio a) è di carattere sporadico; il servizio b) è continuativo per tutte le 24 ore e tutti gli altri servizi sono fatti ad orario.

I servizi b) c) d) sono svolti normalmente in modo simultaneo nel periodo che va dalle 16 ore alle 2 ore T.M.G., che è quello di maggior lavoro giornaliero della stazione suddetta.

La ricezione ad onde corte dalle tre stazioni trascontinentali di Pechino, Afgoi, Asmara e dalle stazioni mediterranee di Rodi, Bengasi e Tripoli si compie con la massima regolarità in ogni condizione atmosferica e spesso durante l'imperversare di burrasche elettriche assai vicine. Durante l'intero corso del

1926 e nel primo semestre del 1927 non si è verificato un solo giorno di sospensione del servizio, e ciò contrasta colle ben note difficoltà che caratterizzavano negli anni precedenti la ricezione con onde lunghe.



Fig. 6. — Interno della Stazione ricevente di Monterotondo.

Si riporta, come esempio, un prospetto mensile delle parole ricevute con onda corta dalla stazione di Monterotondo:

*Prospetto del lavoro di ricezione su onde corte, compiuto dalla Stazione di Monterotondo nel mese di aprile 1927.*

Stazioni di provenienza	Numero dei telegrammi ricevuti	Numero delle parole ricevute
Da stazioni di bordo . . . . .	101	2705
» Pechino . . . . .	617	26447
» Afgoi . . . . .	2334	52023
» Asmara . . . . .	2284	55832
» Rodi . . . . .	2405	43882
» Bengasi . . . . .	258	4222
» Tripoli . . . . .	90	3463
TOTALE . . . . .	8089	188574

#### 4. - Aumento della potenza degli apparati ad onde corte.

Un impianto del tipo di quello di San Paolo deve poter trasmettere simultaneamente con diversi corrispondenti, ed

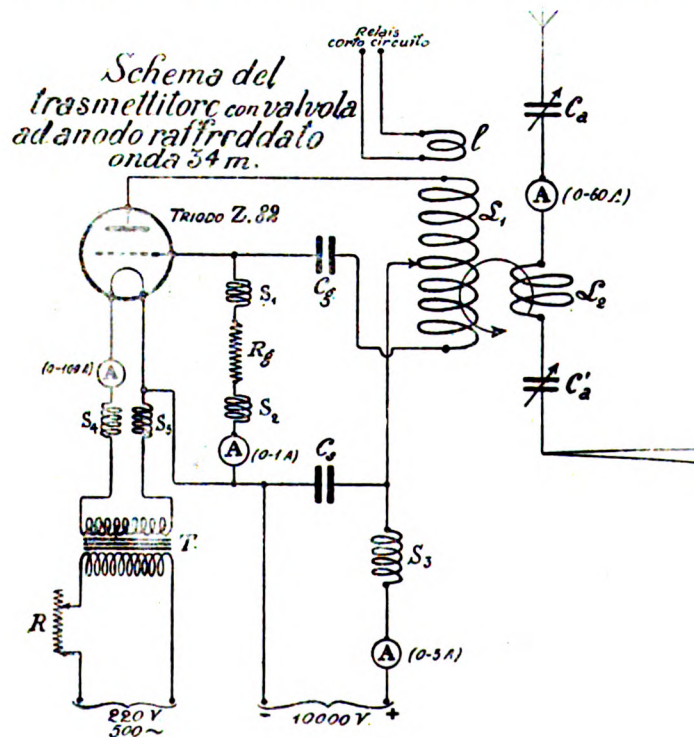


Fig. 7.

anche con Navi in alto mare circolarmente, in qualsiasi ora, od almeno in molte ore del giorno fino alle maggiori distanze possibili. Ora l'esperienza fatta ha dimostrato che l'impianto

<sup>(5)</sup> G. PESSON - G. MONTEFINALE: loc. cit.



ad arco di San Paolo ha una portata non superiore ai 4500 km e che le piccole stazioni (6 kW) ad onda corta permettono bensì comunicazioni a maggiore distanza, ma per un numero troppo esiguo di ore.

Il problema dell'aumento della potenza dei trasmettitori si presentò quindi immediatamente.

Sembrò logico rinunciare ad ogni apparato ad onda lunga di grande potenza e far tesoro degli ottimi risultati già ottenuti impiegando nella stazione stessa apparecchi ad onda corta di potenza relativamente bassa, e cercare perciò la soluzione pratica del problema in un aumento della potenza di trasmissione, usando onde dello stesso ordine di lunghezza.

Venne deciso di sperimentare i nuovi tipi di valvole ad anodo raffreddato, che presentano, su quelle comuni a raffreddamento naturale, il vantaggio di permettere la concentrazione di potenze relativamente grandi su di una sola unità, o su poche unità in parallelo, rendendo così minore nei circuiti oscillanti l'influenza delle capacità interelettrodiche, ciò che ha speciale valore nel caso delle onde corte e cortissime.

La scelta del tipo di triodo da sperimentare è caduta su quello Z.82 da 25 kW costruito dalla Ditta Philips per generazione di onde corte (\*).

### 5. - Circuito generatore per onda 34 metri con triodo raffreddato.

Per la costituzione del nuovo pannello trasmettente con valvola ad anodo raffreddato da 25 kW è stato scelto lo schema di circuito indicato nella figura 7 e fu fissata l'onda di 34 m. L'isolamento delle varie parti costituenti il pannello da 25 kW è stato particolarmente curato, impiegando su larga scala isolatori speciali in vetro Pyrex costruiti sui disegni della R. Marina dalla Società M. I. V. A. di Acqui.

Nella regolazione per l'onda di 34 m fu trovato di molta utilità collocare le due impedenze di arresto  $S_1$  ed  $S_2$  ai due

lati della resistenza di griglia e quelle  $S_4$ ,  $S_5$ , opportunamente proporzionate, nei due gambi del filamento.

La manipolazione è eseguita col metodo di assorbimento (con contro-onda), chiudendo in corto circuito, durante le pause, per mezzo di apposito relais, le due spire della induttanza accoppiata  $I$ . Con tale sistema si viene a produrre a tasto abbassato una lieve variazione della lunghezza d'onda.

La tensione occorrente per l'accensione dei filamenti del triodo ad anodo raffreddato da 25 kW fu provveduta, come per gli altri apparecchi ad onda corta della Radio San Paolo, riducendo opportunamente per mezzo di apposito trasformatore la tensione 220 V, 500 periodi prodotta da un convertitore da 10 kW alimentato con corrente stradale 500 V, 44 periodi. La regolazione del grado di accensione del filamento richiede notevole precisione e può essere fatta sia agendo sull'eccitazione dell'alternatore, sia valendosi di apposita impedenza variabile a nucleo di ferro posta in serie sul circuito primario a 220 V.

La tensione anodica continua di 10.000 V è ottenuta rad-drizzando la corrente alternata monofase a 500 periodi fornita da un alternatore da 75 kVA (fig. 10). La corrente pulsante che deriva dalla rettificazione della corrente a 500 periodi viene livellata con un filtro composto da 3 bobine di impedenza da 3 H ognuna poste in serie e da 2 banchi  $C_1$  e  $C_2$  di condensatori piani aventi ognuno la capacità di 1,3  $\mu F$ .

La circolazione dell'acqua per il raffreddamento dell'anodo esterno è stata particolarmente curata, impiegando una diramazione dell'acqua che serve per il raffreddamento degli archi Poulsen. Per ottenere la conveniente pressione è stato disposto un apposito serbatoio a circa 60 cm di dislivello dal collo inferiore della valvola. Dal serbatoio si diparte un tubo di gomma a serpentino, di diametro interno 12 mm e lunghezza 10 m (fig. 11), che porta l'acqua fredda all'orificio inferiore di entrata del refrigerante. Dall'orificio superiore del medesimo esce l'acqua riscaldata per effetto dell'energia dissipata sull'anodo e

(\*) La conformazione esterna di tale triodo e del relativo recipiente di refrigerazione appaiono chiaramente dalla fig. 8.

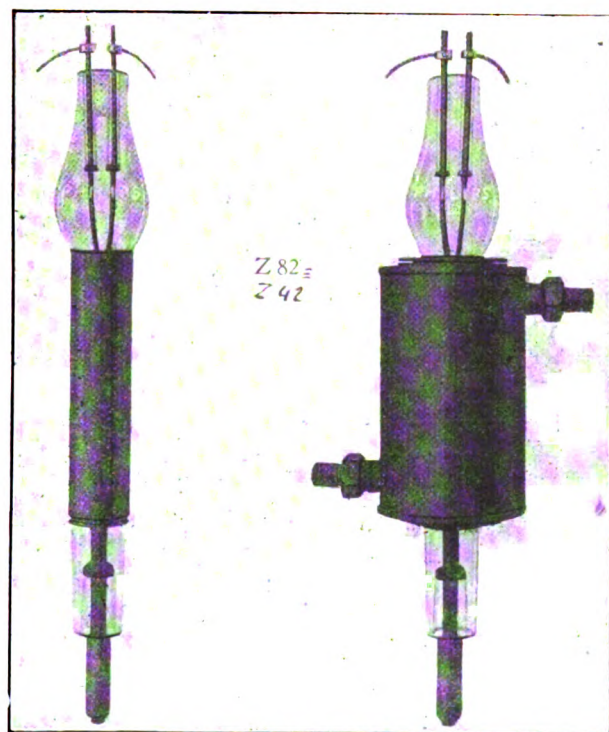


Fig. 8.

I dati principali del suo funzionamento sono i seguenti:

Tensione di accensione dei filamenti	16-17 V
Corrente " " "	17 A
Tensione anodica " " "	circa 12.000 V
Corrente di saturazione " " "	circa 8 A
Potenza di alimentazione " " "	25 kW
Diametro massimo " " "	160 mm
Lunghezza massima " " "	700 mm
Capacità interna anodo-griglia " " "	29 $\mu F$
" " anodo-filamento " " "	11 "
" " griglia-filamento " " "	3 "

Nella fig. 9 sono riportate le caratteristiche anodiche di uno dei

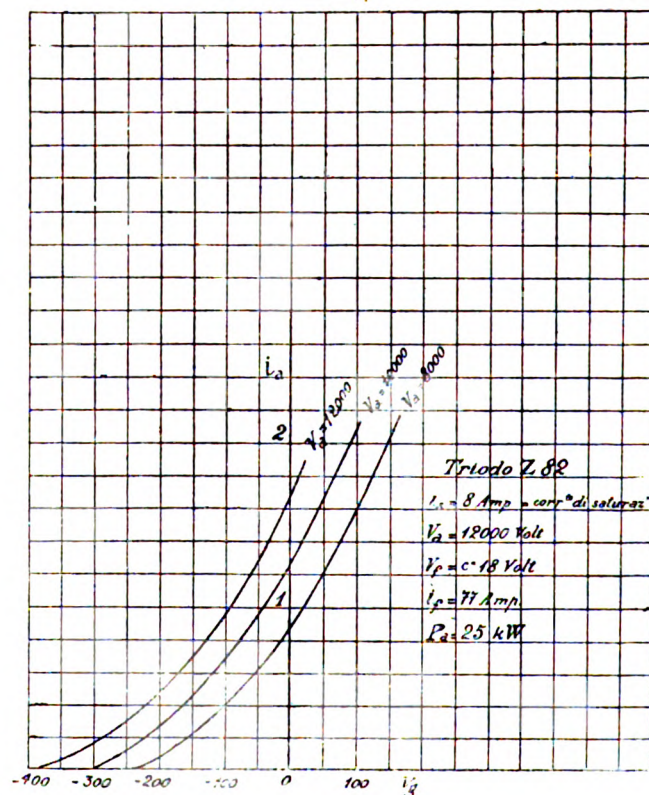


Fig. 9.

I particolari costruttivi del triodo Z. 82 Philips risultano in tutti i loro dettagli dalle apposite pubblicazioni della Ditta. L'anodo è costituito da una guaina cilindrica di ferro al nichel saldata agli estremi, mediante uno speciale processo, ai due prolungamenti in vetro che, insieme all'anodo, costituiscono l'involucro esterno del triodo. Il filamento è costituito da due filamenti di tungsteno da 8/10 mm di diametro disposti in parallelo. La griglia è composta da un cilindretto di rete metallica disposto concentricamente al filamento. I due reofori del filamento sporgono dal collo in vetro superiore e quello della griglia dal collo inferiore. La griglia è lunga 22 cm, la placca 24 cm ed il filamento 18 cm circa. Il diametro della placca è di 6 cm.



va all' scarico attraverso un serpentino di gomma della stessa lunghezza.

Per il buon funzionamento della valvola è necessario predisporre, oltre alla circolazione di acqua (10 litri al minuto), occorrente per il raffreddamento dell'anodo, anche di un efficace sistema di raffreddamento con aria compressa (ad una pressione non inferiore a 60 cm di acqua ed efflusso di circa 300 litri al minuto) per raffreddare convenientemente i punti di saldatura dell'anodo col vetro, gli attacchi del filamento e della griglia ed il sostegno interno del filamento.

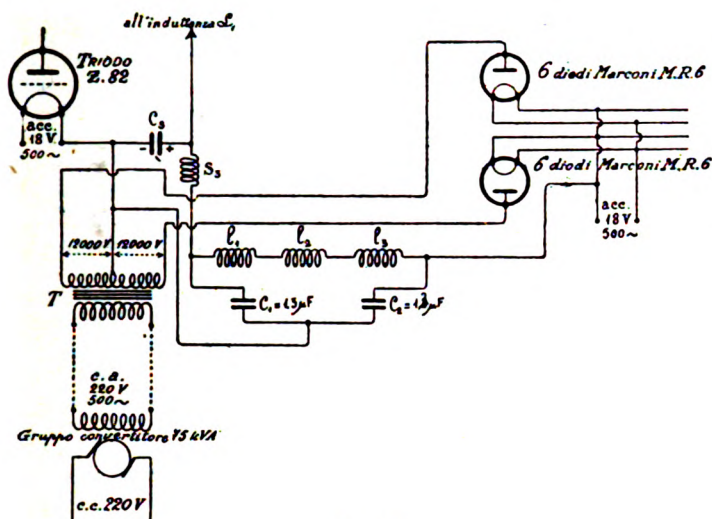


Fig. 10.

L'aria compressa, che a San Paolo è prodotta da apposito soffiatore elettrico, viene immessa nelle parti interne della valvola mediante un sistema di 6 tubicini, dei quali 3 nel collo superiore (2 per il filamento e 1 per il terzo polo che fa da sostegno inferiore dei filamenti), due laterali per le giunture del cilindro anodico ed uno nel collo inferiore per l'attacco di griglia.

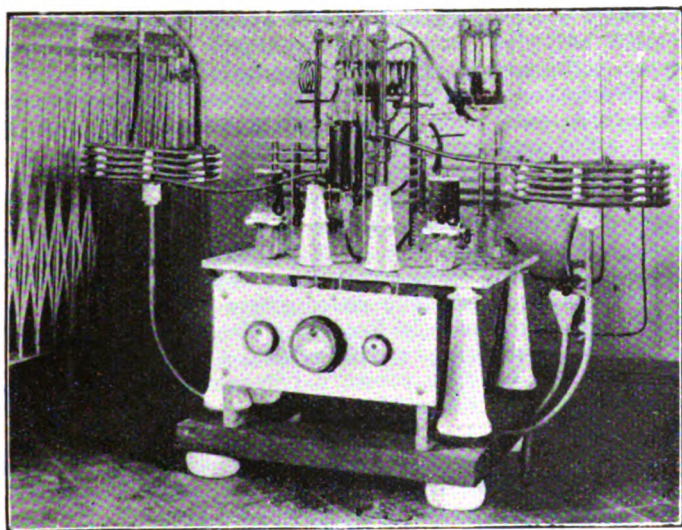


Fig. 11. — Trasmettitore a onda corta con triodo refrigerato.

Il serbatoio dell'acqua di circolazione è stato provvisto di un dispositivo automatico a galleggiante che toglie la tensione anodica in caso di mancanza dell'acqua di circolazione.

## 6. - Risultati di esperienze con l'apparato ad onda 34 metri

Le prime prove di funzionamento con l'apparecchio ad onda corta vennero fatte impiegando potenza di alimentazione di circa 15 kW, che permise di portare a 24 A il valore della corrente di alta frequenza sull'aereo. Si ottennero a Rodi segnali fortissimi tutto il giorno e la stazione di Tien-Tsin accusò durante la notte segnali violentissimi, impiegando il ricevitore senza l'aereo e con la sola terra, e segnali di forza 8 (molto forti) sconnettendo l'aereo e la terra dall'apparato ricevente.

Una prova più completa venne fatta il 7 dicembre 1926,

eseguendo trasmissioni nei primi venti minuti di alcune ore comprese nell'intervallo dalle 0<sup>h</sup> alle 18<sup>h</sup> T.M.G., nelle quali impiegando apparecchi da 6 kW non era possibile il servizio ad onda corta con le stazioni più lontane.

Da tali prove si poté dedurre che, mercè l'impiego dell'onda di 34 m e potenza di 15 kW all'alimentazione, risulta possibile nella stagione invernale eseguire circa 12 ore di servizio continuativo con l'Estremo Oriente, 18 ore con la Somalia, 20 ore con l'Eritrea e servizio praticamente continuo con le stazioni del Dodecaneso e delle Colonie del Nord Africa.

Da tali prove è risultato che, nonostante l'aumentata potenza di trasmissione, non è possibile eliminare le zone di silenzio a piccola distanza dal centro emettente, che risultano di maggiore estensione durante la notte e che vanno gradatamente restringendosi a misura che si estende la luce sulle zone medesime.

Con l'impianto suddetto si può realizzare, con una potenza di 20 kW, una portata pratica diurna intorno ai 6000 km per molte ore del giorno e cioè considerevolmente superiore a quella che si poteva ottenere usando gli archi Poulsen da 250 kW con l'onda lunga.

Una stazione identica a quella di San Paolo è stata riprodotta e costruita alla Spezia dal Capitano Radiotelegrafista Buzzacchino Francesco ed è esposta alla Mostra voltiana di Como.

## 7. - Completamento del Centro di S. Paolo nel 1927.

Gli impianti di San Paolo furono completati con un trasmettitore ad onda media di tipo moderno, di potenza sufficiente per comunicare in tutto il Mediterraneo.

Perciò fu costruito coi mezzi della stazione un trasmettitore a valvola di potenza 15 kW, costituendolo con un pannello comprendente 12 triodi Marconi M.T.6 ed una grande gabbia di induttanza per sintomi aereo, rappresentati chiaramente

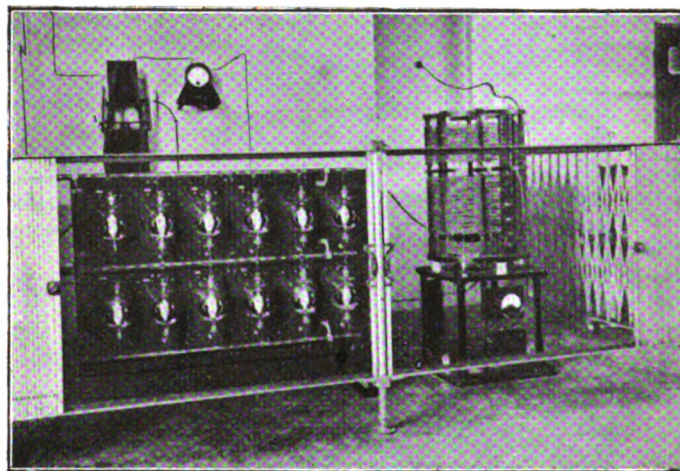


Fig. 12. — Apparecchio trasmettente a valvole ad onda lunga da 15 kW.

nella fig. 12. L'accensione dei filamenti dei triodi M.T.6 è fatta, come per gli altri apparecchi a valvola installati a San Paolo, con corrente monofase a 500 periodi. La tensione anodica di circa 6000 V, occorrente per il funzionamento dei triodi, può essere attinta indifferentemente dallo stesso raddrizzatore esafase della corrente stradale, che dà la tensione anodica ai pannelli ad onda corta da 6 kW, o dal raddrizzatore della corrente a 500 periodi (fig. 10) fornita dallo stesso gruppo convertitore, che alimenta la stazione ad onda corta con valvola metallica da 25 kW.

L'alta frequenza generata dal suddetto pannello viene immessa nel grande aereo di San Paolo, che a causa della sua rilevante altezza di radiazione e della sua bassa resistenza di terra offre condizioni particolarmente favorevoli. Impiegando tale aereo si è potuta infatti realizzare facilmente l'onda di servizio di 4800 m, con una corrente alla base di antenna di circa 38 A. Inserendo nell'aereo una capacità in aria costituita da due condensatori associati in parallelo, composti ognuno di 26 lastre da 60 cm di lato, distanti fra loro 45 mm, si è ottenuta l'onda di 2250 m, con una corrente di circa 18 A.

La stazione di San Paolo, impiegando nel modo ora descritto le onde di 2250 e 4800 m, comunica assai facilmente con tutte le stazioni europee e con ogni punto del Mediterraneo.

Si è sistemato nei locali di San Paolo anche uno specia'e



apparecchio di riserva ad onde corte atto alle comunicazioni per le quali l'onda di 32 m (6 kW) non si fa sentire (zone di silenzio). L'apparecchio, da 3 kW, è stato costruito interamente nell'officina della stazione di San Paolo e si è in esso utilizzato lo stesso schema adottato per il trasmettitore ad anodo raffreddato da 25 kW, impiegando come valvole oscillatrici tre triodi Marconi M. T. 6 in parallelo ed un raddrizzatore esafase della corrente stradale a 44 periodi, comprendente 6 diodi M. R. 6 ed un circuito livellatore costituito da due condensatori di capacità 3  $\mu$ F ognuno ed una bobina di impedenza da 20 H.

Una particolarità di tale sistemazione trasmissente è quella che, agendo essa in correlazione con una stazione radioricevente situata a Roma, la manipolazione ne è fatta da questa medesima stazione ricevente, mediante una speciale linea telegrafica.

E' stato inoltre studiato e realizzato un giuoco di relais per mezzo del quale lo stesso operatore di servizio nella stazione ricevente, oltre all'eseguire la manipolazione a distanza del complesso, provoca, con manovra simultanea l'accensione dei filamenti delle valvole, l'applicazione della tensione anodica e la messa in funzione del ventilatore di raffreddamento. In tal modo la stazione di San Paolo può disimpegnare colle sole onde corte, oltre ai vari servizi a grande distanza ai quali si è accennato, anche quello con navi transitanti nel bacino del Tirreno.

A scopo di eseguire prove di trasmissione con l'aiuto di tensioni anodiche più livellate di quelle che si ottengono raddrizzando correnti alternate monofasi o trifasi, fu decisa l'installazione di una macchina generatrice ad alta tensione (fig. 13), che dà direttamente la tensione continua di 6000 V occorrente per il funzionamento dell'apparecchio ad onda 66 m.

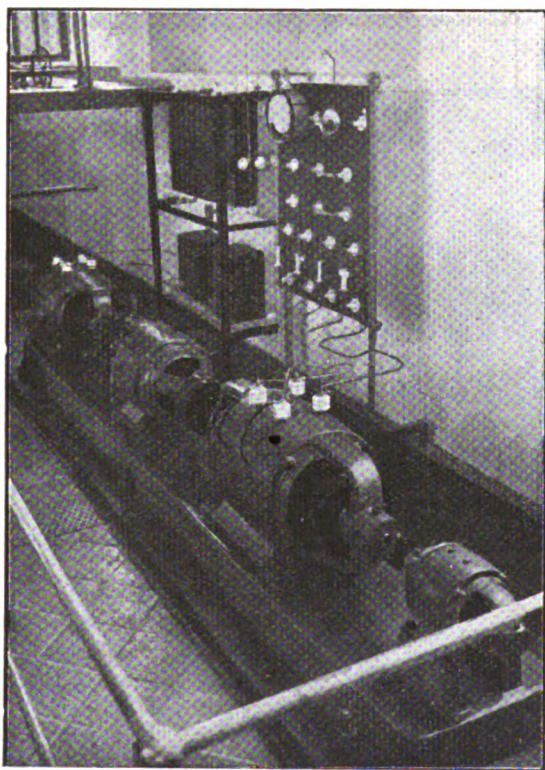


Fig. 13. — Gruppo generatore ad alta tensione (6000 V) della Radio San Paolo.

Detta macchina, costruita dalla Ditta « Bayerische Elektrizitäts-Werke », si compone di un motore asincrono trifase centrale da 6,9 kW, tensione 500/290 V, frequenza 44 periodi, accoppiato lateralmente con due dinamo da 3 kW ognuna, con eccitatrice separata a 110 V, capaci di dare ognuna corrente continua di 1 A alla tensione di 3000 V (velocità di 2550 giri al minuto). Normalmente gli indotti delle due dinamo sono accoppiati in serie, risultandone ai morsetti la tensione anodica continua di 6000 V.

## 8. - Esperienze ed osservazioni.

Un servizio così intenso e prolungato come quello disimpegnato dalla Radio San Paolo, ha permesso di fare alcune osservazioni che, pur non essendo frutto di esperienze sistematiche a carattere scientifico, presentano qualche interesse.

L'accertamento più importante, che si è fatto colla lunga esperienza, è la perfetta regolarità del comportamento delle onde corte. Tutti i giorni, nelle ore di servizio possibili, note e determinate, i segnali sono di forza costante, uniformi e pressoché indipendenti dalle vicende atmosferiche. Le attenuazioni (*fading*) sono rarissime ed in genere tali da non produrre sensibile disturbo del servizio.

Di massima tutto il servizio con le stazioni fisse lontane e con le navi all'estero viene svolto in modo soddisfacente impiegando l'apparecchio ad onda 32 m (6 kW), mentre quello da 25 kW, onda 34, è riservato ai casi ove occorre una maggiore potenza. Nel corso della stagione invernale la stazione di Pechino riceve molto meglio l'onda di 66 m, mentre d'estate è preferibile quella di 32 m.

Dalle numerose esperienze fatte si è delineato perfettamente il comportamento delle varie onde usate a San Paolo. Scendendo da 106 m a 32 m (si sono sperimentate le onde di 106, 80, 66, 50, 40, 34, 32 m) si nota chiaramente che le onde più lunghe presentano una più cospicua differenza fra la portata diurna e quella notturna. Con 106 ed 80 m la portata diurna è ridottissima, mentre quella notturna molto grande (circa 25 volte quella diurna con i dispositivi usati a San Paolo). L'onda di 50 m ha già una portata diurna considerevole. Scendendo ai 40 m si cominciano a notare le zone di silenzio durante la notte, per cui la ricezione diminuisce rapidamente fino ad una distanza di 50 o 100 km a seconda della potenza, dopo di che la ricezione si mantiene nulla per una zona più o meno estesa a seconda della stagione e dell'ora, per riprendere poi e rimanere intensa fino a grandissima distanza.

L'onda di 32 metri ha una portata diurna superiore a tutte le precedenti, ma si verificano, specialmente di notte, zone di silenzio molto estese a distanze variabili (*skip distances*) entro un raggio che, impiegando potenza di 6 kW, è risultato da 500 a 1500 km circa secondo le stagioni. Così, usando onda 32 m (6 kW) risulta possibile, ad es., comunicare bene ed in pieno giorno con navi nella costa del Nord Africa od in Egeo, mentre di notte si comunica male, ed in talune ore non si comunica con Rodi e spesso anche con le vicine stazioni della Svezia, Maddalena, Napoli, ecc., mentre i segnali giungono fortissimi a Mogadiscio, Massaua e Pechino.

Si è constatato in modo certo che la zona diviene sempre più immune dalle scariche atmosferiche man mano che l'onda diminuisce. Ad es., presso la Radio Afgoi, oltre l'apparecchio da 6 kW ad onda 70 m, è sistemato anche un apparecchio di potenza molto minore con onda 38 m; in molte sere la ricezione a Monterotondo sui 70 m è resa impossibile dai disturbi, mentre riesce assai facile quella sui 38 m, tanto che quest'ultima onda è ormai quasi normalmente impiegata nel disbrigo della corrispondenza.

Le nostre stazioni dell'Estremo Oriente hanno riferito che possono ricevere durante il giorno in modo soddisfacente per molte ore le onde dell'ordine di 15 m, tanto che è stata decisa la sistemazione di un apparecchio atto ad emettere questa onda.

Circa le proprietà delle onde corte a piccola distanza, le osservazioni fatte presso la Radio San Paolo collimano perfettamente con quelle riferite dal Prescott a proposito delle recenti esperienze condotte presso il Laboratorio di Schenectady su onde di circa 33, 65 e 109 m (\*).

Vennero anche eseguite, durante lo svolgimento del servizio, alcune esperienze di carattere tecnico, che qui brevemente si riferiscono. Esse furono volte particolarmente:

- 1) A determinare il tipo di aereo più conveniente sia nella trasmissione, sia nella ricezione;
- 2) A migliorare la stabilità della frequenza e la bontà della nota musicale.

Per quanto riguarda gli aerei trasmettenti, nessuna deduzione positiva si è potuta trarre, giacché nessuno dei numerosi tipi sperimentati si è dimostrato nettamente migliore o peggiore degli altri.

Si è potuto soltanto constatare che vi è perfetta equivalenza impiegando aerei del tipo a V con piano verticale ed apertura di 30° o 40° circa, eccitati in un ventre di corrente e vibranti per un numero dispari di semionde, come quelli già descritti in altra pubblicazione (\*), oppure impiegando aerei semplici quasi verticali o variamente inclinati, o costituiti secondo la forma che oggi è definita come *hertziana*, e cioè colla parte

(\*) M. L. PRESCOTT: « Tests of radio propagation on short wave lengths » (General Electric Review, vol. 30, N. 2, Febbraio 1927).

(\*) G. PESSON - G. MONTEFINALE - Loc. cit.



radiante formata da un vero e proprio dipolo di Hertz alimentato al centro.

Nè furono riscontrate notevoli differenze nell'intensità dei segnali, variando successivamente l'altezza del punto di sospensione degli aerei dal suolo, tanto che in una esperienza fatta il 13 settembre 1926 trasmettendo con onda 66 m e con i due tratti di aereo distesi orizzontalmente a soli cinque metri dal suolo, si ebbe presso le stazioni corrispondenti, comprese quelle lontanissime di *Pechino*, *Afgoi* e *Chisimaio*, la stessa intensità di segnali come ad aerei alzati.

Analogamente, si provò ad eccitare con onda corta il grande aereo a ventaglio da 11  $\mu F$  e lunghezza d'onda naturale 3500 m normalmente impiegato per la trasmissione con onda lunga. Anche in questa esperienza le stazioni corrispondenti lontane non accusarono sensibile diversità nella forza dei segnali ricevuti al telefono. Si è altresì constatata perfetta equivalenza impiegando gli aerei semplici unifilari, in luogo di quelli piani, o tubolari, a fili multipli, che si usano normalmente nei servizi con onde medie e lunghe.

Per interpretare tali risultati, apparentemente assurdi, occorre riferirsi alla spiegazione che oggi si dà correntemente al fenomeno della propagazione delle onde corte a grandissima distanza.

Si ammette, come è ben noto, che per effetto della ionizzazione dell'alta atmosfera i raggi elettrici subiscono una rifrazione od una riflessione, che li incurva fino a raggiungere la terra, e che una parte di questi raggi, per effetto del diverso indice di rifrazione che si ha alle varie altezze, percorrano, prima di raggiungere il suolo, un lunghissimo tragitto negli strati superiori dell'atmosfera ove, a causa del relativamente lungo percorso che gli elettroni sollecitati dal campo elettromagnetico possono eseguire senza collidere con le molecole materiali, si propagano con piccolissima attenuazione. Ciò spiegherebbe anche l'esistenza delle zone di silenzio, perchè i raggi elettrici che possono raggiungere le grandi distanze sarebbero quelli compresi in un fascio, limitato da due raggi diversamente inclinati rispetto all'orizzonte, e più o meno ampio a seconda della lunghezza d'onda e della legge con cui varia l'ionizzazione dell'atmosfera e, per conseguenza, l'indice di rifrazione nei vari punti.

Ora bisogna pensare che il fronte dell'onda emesso dagli aerei sperimentali a San Paolo è molto complesso, perchè gli aerei stessi hanno forma non semplice, e nelle loro vicinanze vi sono molti conduttori (altri aerei, stralli, linee per prese di terra, ecc.) che deformano il campo, e non può escludersi che qualunque sia stato l'aereo impiegato si sia sempre trovato un fascio di raggi sufficientemente intenso ed opportunamente inclinato per raggiungere la stazione ricevente.

Bisogna anche tener presente che, nelle ore in cui si svolge il servizio a San Paolo, la potenza necessaria per raggiungere le stazioni corrispondenti è piccola. Qualche volta si ottenne la comunicazione sconnettendo l'aereo ed il contrappeso dagli apparati, per modo che sull'antenna vi era una corrente di piccolissimo valore dovuta al tenue accoppiamento tuttavia risultante tra il circuito oscillante e l'antenna, lontana di qualche metro dagli apparecchi.

Risultati più decisivi si ebbero per quanto riguarda la ricezione, dimostrandosi nettamente superiori, fra i vari tipi di aereo sopra enunciati, quelli orizzontali tesi a piccola altezza dal suolo e messi a terra all'estremo lontano del ricevitore, aerei noti comunemente col nome di antenne Beverage <sup>(\*)</sup>. Con questi aerei si ebbero segnali molto più forti che cogli aerei verticali, specialmente durante la notte, ed una notevole immunità dai disturbi atmosferici.

In una notte, nella quale si sperimentava appunto sui disturbi atmosferici, durante un fortissimo temporale con violenti scariche elettriche, quando era impossibile qualunque servizio su onda lunga e si dovettero mettere a terra persino le linee telegrafiche, fu possibile un'ottima ricezione da Rodi, Asmara ed Afgoi, perdendo solo saltuariamente qualche lettera durante lo scoppio delle scariche temporalesche prossime alla stazione, le quali, provocando il funzionamento degli scaricatori, chiudevano in corto circuito i ricevitori.

Si sperimentarono vari tipi di apparecchi riceventi, e per quanto si sia dedotto che la supereterodina possa dare ottimi risultati e sia forse il ricevitore migliore, in pratica si mantenne la preferenza ad un modello semplicissimo costituito da una valvola a reazione seguita da uno stadio a bassa frequenza, se-

guito a sua volta, con l'intermediario di un filtro di bassa frequenza, da altri due stadi di amplificazione.

I segnali risultano forti, costanti e la loro intensità può essere regolata agendo sull'accoppiamento del filtro, il quale, regolato ad accoppiamento molto lasco, è anche efficace contro i disturbi. Le piccole variazioni di frequenza del trasmettitore si seguono facilmente senza che l'operatore perda dei segni. Questo apparecchio può essere anche completato da un registratore scrivente con macchina Wheatstone, che permette la iscrizione dei segnali.

Furono eseguite anche prove intese a determinare la distanza minima dalla trasmittente alla quale è possibile, con una determinata differenza d'onda, il servizio duplex. Con l'uso di filtri questa distanza può essere ridotta a valori piccolissimi, anche con lievi differenze di lunghezza d'onda, ma in pratica si sarebbe fissata in 500 m la distanza minima a cui si deve porre il ricevitore dalla Radio San Paolo per poter ricevere, durante la trasmissione con 34 m, un'onda di 38 m o più proveniente da grande distanza.

Circa le prove atte a migliorare la stabilità della frequenza si è giunti ai seguenti risultati.

Con gli schemi e dispositivi semplici usati è impossibile ottenere una nota pura e costante anche impiegando per l'alimentazione degli anodi corrente continua o ben livellata. Ciò può attribuirsi, in parte all'impiego della corrente alternata per l'accensione dei filamenti, ma più che altro ad irregolarità nel funzionamento delle valvole, la capacità delle quali è elemento essenziale per determinare la lunghezza dell'onda. Tale capacità subisce variazioni durante il funzionamento, sia per le inevitabili piccole vibrazioni, sia perchè essa è shuntata dalla resistenza interna delle valvole, che non è perfettamente costante. La nota peggiora con l'aumento della potenza e col diminuire della lunghezza d'onda.

La nota degli apparati di San Paolo è tuttavia sufficientemente costante e pura per permettere una buona ricezione ad udito e non si è giudicato necessario di ricorrere a più complessi schemi e dispositivi (oscillatori di eccitazione e cristalli), che sarebbero giustificati solamente quando si volesse fare servizio celere e commerciale. All'atto pratico i dispositivi semplici usati nella radio San Paolo si sono dimostrati sufficienti per il servizio ad essa assegnato ed atti ad essere condotti da personale soggetto, per esigenze di carriera, a cambi di destinazione piuttosto frequenti.

Le variazioni di frequenza a periodo piuttosto lungo, che si lamentavano in passato, si sono dimostrate dipendenti in gran parte da variazioni della tensione di alimentazione dei filamenti e si è ricorso, per eliminarle, all'uso di una macchina separata ed esclusiva per ciascun apparecchio.

I notevoli miglioramenti, che sono stati apportati nel corso del 1926 e del 1927 al Centro R. T. di Roma San Paolo, sono da attribuirsi in particolar modo all'opera del Tenente Radiotelegrafista Baccarani Ugo, Capoposto della Radio San Paolo, e a quella del Capo Eletttricista Antonelli Fabrizio addetto alla costruzione degli apparati ed alle esperienze.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate ..... cad. L. 100,—  
più per postali » 10,—

Abbonamento: per il Regno ..... » 100,—  
» per l'Estero ..... » 200,—

Un numero separato: per il Regno ..... » 4,—  
» per l'Estero ..... » 8,—

più per postali » 1,50

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie ..... L. 15,—  
più per postali » 2,—

CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES  
en Italie ..... L. 13,—  
più per postali » 2,—

### STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente ..... L. 20,—  
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. » 20,—  
più per postali » 2,50

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (102) - Via Annunziata, 4.

(\*) G. PESSON - G. MONTEFINALE - Loc. cit.

# ISOLATORI PASSANTI PER ALTISIME TENSIONI

G. SILVA



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

(Continuazione e fine, v. N. 18, pag. 401)

## PARTE SECONDA PASSANTI A CONDENSATORE

9. - Abbiamo visto nella Parte prima in qual modo ci si può render conto della distribuzione del potenziale quando si immaginino presenti il conduttore centrale *B* e la flangia *C*, separati da uno o da parecchi strati dielettrici.

Ci si può ora domandare se non sia possibile alterare volontariamente questa distribuzione introducendo nella massa isolante altre armature ausiliarie alle quali si possa *imporre un potenziale determinato*. Il Nagel per primo (1905) pensò di introdurre fra il conduttore *B* e il collare *C* delle armature ausiliarie cilindriche, coassiali con *B* e *C* (fig. 25). In tal modo il passante risulta costituito da una serie di condensatori elementari, di cui il conduttore *B*, le varie sottili armature metalliche e il collare *C* costituiscono le successive armature. La tensione assorbita da ciascun condensatore elementare è funzione della sua capacità; ma quest'ultima dipende dalle dimensioni delle armature. Con una scelta conveniente di tali dimensioni è allora possibile distribuire la tensione all'interno del passante secondo una qualunque legge da noi scelta ad arbitrio. Per es. sarà possibile rendere uniforme la sollecitazione radiale, cioè rendere minime, per una sollecitazione data, le dimensioni radiali del passante.

### 10. - Calcolo dei passanti a condensatore.

Posto (fig. 25):

$c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$  le singole capacità successive,  
 $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$  le tensioni rispettivamente assorbite,

$g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$  i gradienti massimi rispettivi,  
 $r_0, r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$  i raggi delle successive armature,  
 $h_0, h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$  le lunghezze delle armature,

potremo scrivere, supponendo di impiegare un dielettrico unico per tutti i vari condensatori:

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= K \frac{h_1}{2 \lg \frac{r_1}{r_0}} \\ c_2 &= K \frac{h_2}{2 \lg \frac{r_2}{r_1}} \\ c_3 &= K \frac{h_3}{2 \lg \frac{r_3}{r_2}} \\ &\dots \dots \dots \\ c_n &= K \frac{h_n}{2 \lg \frac{r_n}{r_{n-1}}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

e

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{c_n} = \frac{1}{C} \quad (2)$$

ove *C* è la capacità totale del passante. Inoltre

$$\sum_{i=1}^n v_n = E \quad (3)$$

se con *E* rappresentiamo la tensione totale applicata al passante. Notiamo poi che

$$c_1 v_1 = c_2 v_2 = \dots = c_n v_n = C E \text{ cost.} \quad (4)$$

I gradienti massimi si esprimono in virtù delle note relazioni relative al campo radiale cilindrico:

$$\left. \begin{aligned} g_1 &= \frac{v_1}{r_0 \lg \frac{r_1}{r_0}} = 2 \frac{C E}{K} \frac{1}{h_1 r_0} \\ g_2 &= \frac{v_2}{r_1 \lg \frac{r_2}{r_1}} = 2 \frac{C E}{K} \frac{1}{h_2 r_1} \\ &\dots \dots \dots \\ g_n &= \frac{v_n}{r_{n-1} \lg \frac{r_n}{r_{n-1}}} = 2 \frac{C E}{K} \frac{1}{h_n r_{n-1}} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Le equaz. (5) ci permettono di dedurre che in un passante a condensatore vale la seguente relazione fondamentale

$$r_{p-1} h_p g_p = \text{costante.} \quad (6)$$

### 11. - Passanti a sollecitazione radiale uniforme.

Sono quelli in cui  $g_p = \text{costante}$ . Questa condizione evidentemente conduce alla migliore utilizzazione dell'isolante e quindi al minimo ingombro radiale.

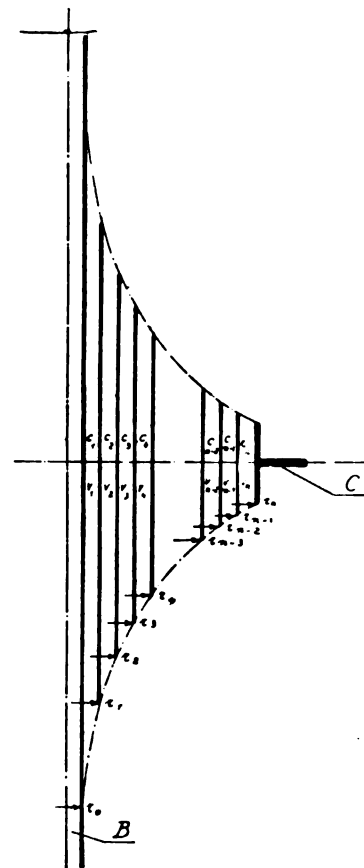


Fig. 25. — Passante a condensatore.  
Disposizione schematica delle armature.

Dalla (6) si ha immediatamente che la sollecitazione radiale sarà uniforme se

$$h_1 r_0 = h_2 r_1 = \dots = h_n r_{n-1} = \text{costante.} \quad (7)$$

Se invece di considerare i gradienti massimi avessimo preso in esame i gradienti minimi, la relazione (7) si sarebbe scritta in forma più simmetrica:

$$h_0 r_0 = h_1 r_1 = \dots = h_n r_n = \text{costante.} \quad (8)$$

Quest'ultima relazione ci assicura che la sollecitazione radiale sarà uniforme se tutte le armature hanno la stessa superficie. In pratica le due relazioni (7) e (8) si possono ritenere equivalenti: dato l'esiguo spessore del dielettrico fra due armature consecutive (2 ÷ 4 mm.) non è grave errore confondere il gradiente massimo con quello minimo.

Scelti i valori dei raggi  $r$  la relazione (7) ci permette di ricavare le lunghezze  $h$  in funzione di una di esse.

La legge di variazione dei raggi è arbitraria. Potranno scegliersi per es. le  $r$  in progressione aritmetica (spessore di isolante costante per i vari condensatori successivi), oppure tali che

$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots = v_n = \frac{E}{n}.$$

In quest'ultimo caso dovendo essere per ipotesi  $g = \text{costante}$ , si avrà dalla (5):

$$r_0 \lg \frac{r_1}{r_0} = r_1 \lg \frac{r_2}{r_1} = \dots = r_{n-1} \lg \frac{r_n}{r_{n-1}} = \frac{E}{ng}. \quad (9)$$

Possiamo così determinare tutti i raggi in funzione di uno di essi, della tensione totale  $E$ , del numero  $n$  di condensatori in serie, e del gradiente ammissibile  $g$ .

una distribuzione longitudinale assolutamente inaccettabile. Questo tipo di passante non ha dunque che un valore teorico.

## 12. - Passanti a sollecitazione longitudinale uniforme.

Ammettiamo

$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots = \frac{E}{n},$$

cioè

$$c_1 = c_2 = c_3 = \dots = nC.$$

La distribuzione longitudinale sarà uniforme se la distanza fra gli estremi delle armature consecutive è costante. Le lunghezze delle armature sono allora in progressione aritmetica. Fissato il gradiente superficiale medio, il numero  $n$  dei condensatori in serie, e quindi la tensione  $E/n$  assorbita da ciascun condensatore, tutte le lunghezze  $h$  risultano note in funzione di una di esse.

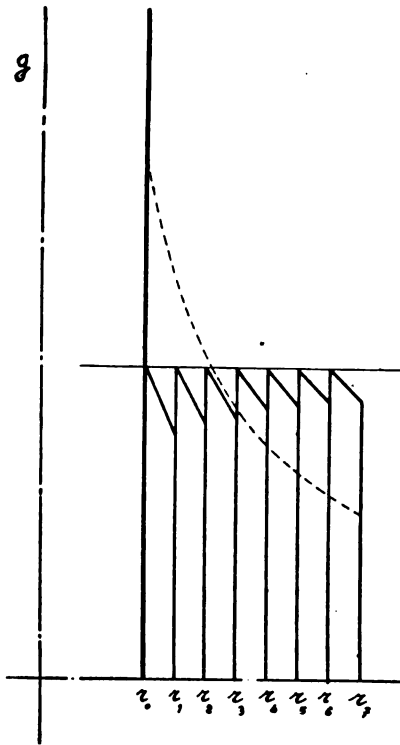


Fig. 26.

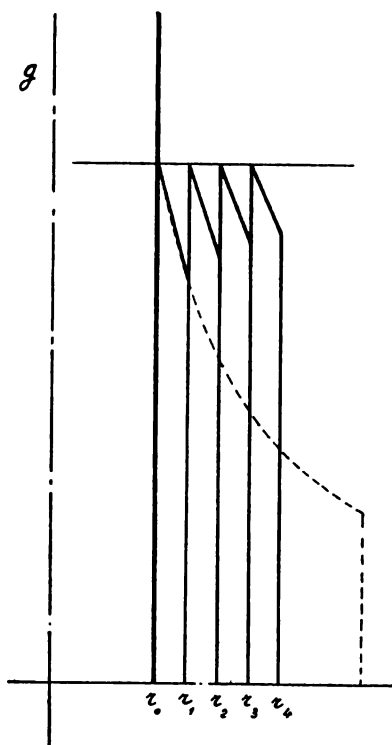


Fig. 27.

Passanti a sollecitazione radiale uniforme.

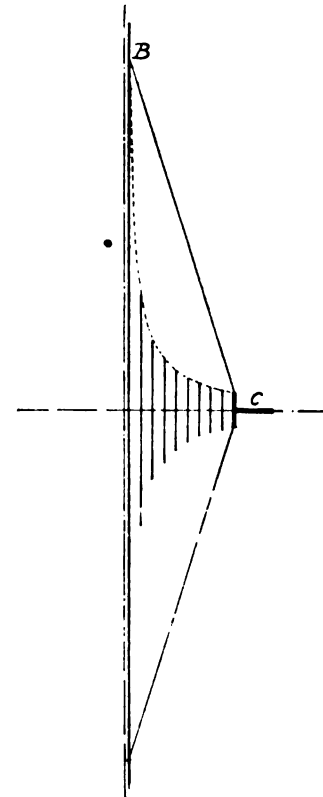


Fig. 28.

La fig. 26 rappresenta il valore del gradiente radiale per un passante così costruito ( $n = 7$ ). La linea punteggiata rappresenterebbe il gradiente nel caso che lo stesso passante non fosse stato provvisto di armature ausiliarie, per la stessa tensione applicata. E' evidente l'enorme vantaggio realizzato. A parità di ingombro il passante a condensatore presenta una sicurezza molto maggiore. Viceversa a parità di sicurezza il passante a condensatore presenta dimensioni radiali notevolmente ridotte, come dimostra la fig. 27.

La relazione (8) impone delle lunghezze di armatura in ragione inversa dei rispettivi raggi di avvolgimento. Ne segue che la superficie che contiene tutte le estremità di armatura ha per sezione longitudinale un arco di iperbole equilatera. Se la superficie esterna del passante passa sufficientemente vicino agli estremi delle armature, il gradiente superficiale (nell'aria) sarà inversamente proporzionale alle distanze fra questi estremi consecutivi. Ma questa distanza è massima presso il conduttore B, minima presso il collare C (fig. 28). Ne segue che il gradiente superficiale sarà eminentemente variabile e passerà da un valor minimo in B a un valor massimo in C.

L'esperienza conferma tutto ciò. I primi effluvi nascono infatti in C ad una tensione applicata così bassa, da far senza altro ritenere inaccettabile un tal tipo di passante.

Il passante a sollecitazione radiale uniforme è dunque da scartare per la sua pessima distribuzione longitudinale. Anche aumentandone di molto la lunghezza non si otterrebbe un risultato soddisfacente.

Rendendo ottima la distribuzione radiale otteniamo dunque

Dalle equazioni del parag. 10 ricaviamo:

$$\left. \begin{aligned} \frac{h_1}{h_n} &= \frac{\lg \frac{r_1}{r_0}}{\lg \frac{r_n}{r_{n-1}}} = \frac{g_n r_{n-1}}{g_1 r_0} \\ \frac{h_2}{h_n} &= \frac{\lg \frac{r_2}{r_1}}{\lg \frac{r_n}{r_{n-1}}} = \frac{g_n r_{n-1}}{g_2 r_1} \\ &\dots \dots \dots \\ \frac{h_{n-1}}{h_n} &= \frac{\lg \frac{r_{n-1}}{r_{n-2}}}{\lg \frac{r_n}{r_{n-1}}} = \frac{g_n r_{n-1}}{g_{n-1} r_{n-2}} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

I raggi sono allora determinabili in funzione delle lunghezze  $h$ . Ne segue che non sarà più necessariamente soddisfatta la relazione  $h_n r_{n-1} = \text{costante}$ : il gradiente radiale non sarà dunque costante. Rendendo ottima la sollecitazione longitudinale rendiamo non uniforme la distribuzione radiale. Accorciando il passante col migliorare le sue condizioni super-



fici, siamo costretti ad aumentare il suo diametro a causa della sollecitazione radiale non uniforme.

Con l'impiego di un solo sistema di *armature normali* (che sviluppate su di un piano sono rettangolari), non è dunque possibile realizzare contemporaneamente un passante a ripartizione uniforme nel senso longitudinale e in quello radiale.

previsto per 120 kV d'esercizio e ammette una tensione di arco in aria di circa 310 kV. Il gradiente radiale massimo è 21,5 kV/cm. alla tensione di servizio. La fig. 30 indica come varia il gradiente radiale: l'isolante è limitato dai raggi corrispondenti ai punti O e N.

I passanti di questo tipo sono più che soddisfacenti e

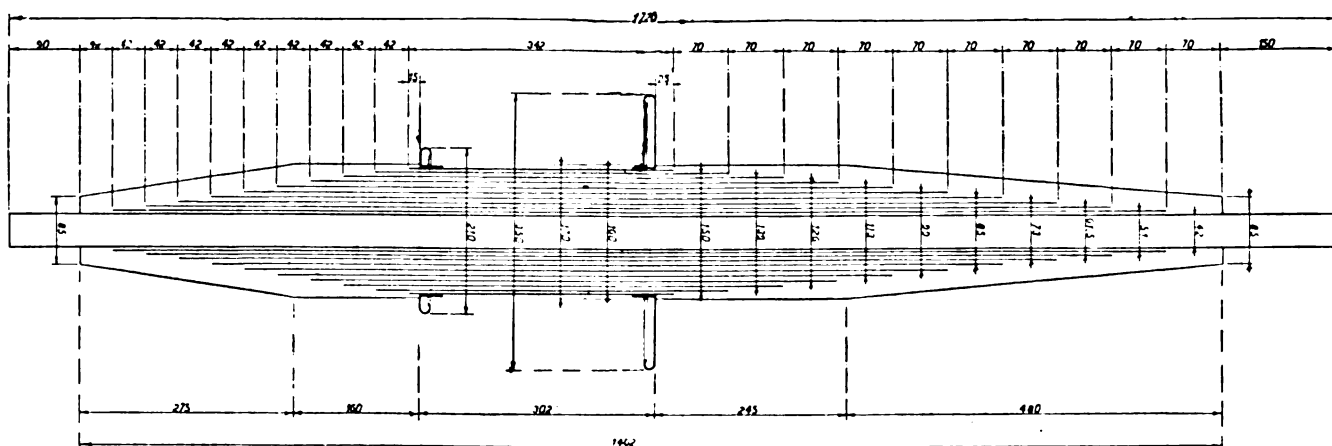


Fig. 29. — Passante a sollecitazione superficiale uniforme 120 kV.

In un passante a sollecit. long. uniforme il gradiente radiale è massimo sul conduttore e sul collare, minimo negli strati centrali dell'isolamento. Sembra dunque logico fare in modo che sia

$$g_1 = g_n.$$

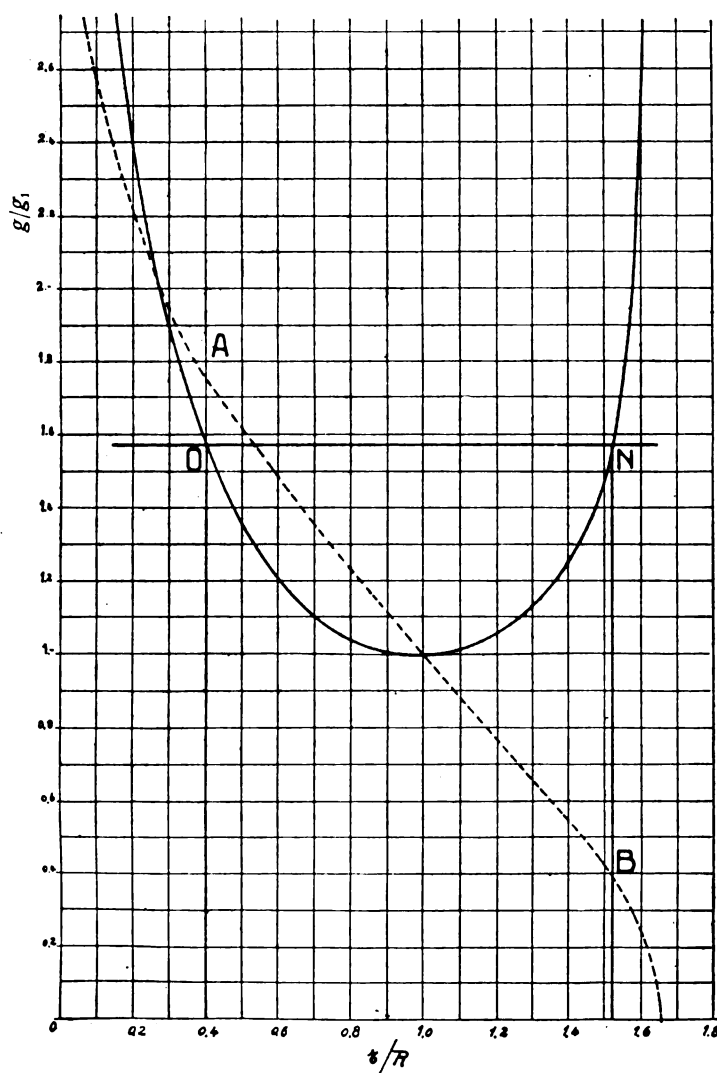


Fig. 30.

Spetta a K. Humburg (8) il merito di aver dato per primo tutti i dettagli di calcolo per un tale tipo di passante.

La fig. 29 rappresenta un passante Humburg. Esso è

atti ad un servizio sicuro, se il calcolo è stato abbastanza prudente.

I passanti a condensatore Westinghouse appartengono precisamente a questa categoria.

Il fatto però di non avere una ripartizione uniforme nel senso radiale porta come necessità un maggiore spessore di isolamento, e quindi:

- peso e prezzo proporzionalmente più alti,
- dispersione del calore deficiente, con le conseguenze sulla vita del passante che in seguito illustreremo.

Per questi motivi i costruttori sono stati condotti a studiare i mezzi più opportuni per realizzare insieme la ripartizione radiale e longitudinale uniformi (minima altezza e minimo diametro del passante). Tali passanti non saranno più ad unico sistema di armature normali.

Quando si faccia impiego di un unico sistema di armature normali, i passanti più sopra descritti sono i soli consigliabili. In altre parole, per quanto ciò possa apparir strano, la sollecitazione radiale passa in seconda linea rispetto a quella longitudinale, inquantochè per il dielettrico in giuoco (aria) e per la disposizione generale delle superfici equipotenziali è proprio longitudinalmente che risiede il pericolo maggiore.

I passanti a condensatore sono nati (Nagel) col solo scopo di migliorare la sollecitazione radiale e di permettere una notevole riduzione dello spessore isolante. Può essere interessante notare che la tecnica moderna si serve invece di questo elegante artificio mirando quasi esclusivamente al miglioramento della sollecitazione longitudinale.

### 13. - Passanti a doppia ripartizione uniforme.

a) *Passanti Asea.* — Sia un passante a sola sollecitazione radiale uniforme. Gli orli delle armature giacciono su di una iperbole (fig. 28). Disponiamo ora un piccolo anello sul prolungamento di ciascuna armatura, metallicamente congiunto coll'armatura corrispondente. Facendo in modo che gli orli di tali anelli siano a distanze rispettive tali da realizzare la sollecitazione longitudinale uniforme (fig. 31), avremo risolto il problema. Infatti le capacità degli anelli e dei loro collegamenti essendo trascurabili, la ripartizione radiale non subisce modificazioni sensibili e resta uniforme. Il passante così realizzato è dunque a doppia ripartizione uniforme. Il suo calcolo, dopo quanto abbiamo visto (§ 11 e 12) è immediato.

Il peso, e quindi il prezzo, sono ridotti al minimo per una data tensione d'arco esterno e di perforazione radiale.

Si potrebbe osservare che gli anelli e le loro esili connessioni colle armature, possono dar luogo ad un « effetto dei bordi » assai sensibile. Notiamo però che la superficie equipotenziale alla quale appartiene una armatura deve contenere anche l'anello e la sua connessione. Essa è dunque obbligata, per ragioni di continuità, a conservare praticamente la sua forma cilindrica anche là ove manchi il foglio metallico, fra l'ar-

matura principale e l'anello corrispondente. Con ciò si può ammettere che l'effetto dei bordi non è più grande in questo caso di quel che esso sia in un passante ad armature normali.

La Casa Asea ha costruito e costruisce da parecchi anni passanti di questo tipo, con ottimo successo.

b) *Passanti ad anelli di guardia.* (Merlin & Gerin, Schwaiger) (6), (1). — Prendiamo in considerazione il passante

il passante della fig. 34 a doppia sollecitazione uniforme (passante ad anelli di guardia).

Costruttivamente occorrerà che ciascun anello si trovi sul prolungamento dell'armatura corrispondente, affinché si arresti la macchina avvolgitrice una sol volta per l'armatura e i suoi due anelli di guardia. Inoltre, per non sollecitare longitudinalmente l'isolante, occorre che ciascun anello assuma la stessa tensione dell'armatura che gli corrisponde.

Non crediamo che sia da prendere in considerazione l'osservazione dello Schwaiger, relativa al più grande numero di

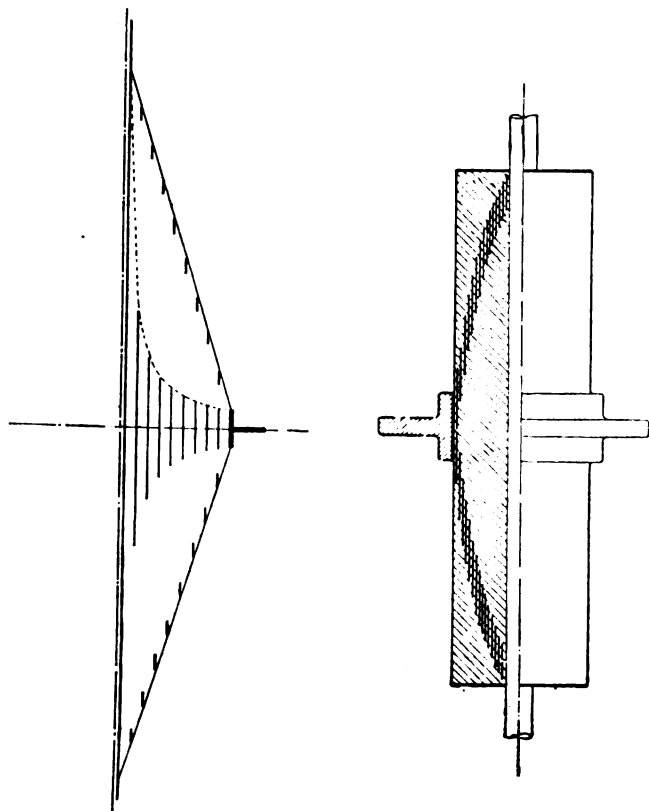


Fig. 31. — Passante ASEA a doppia sollecitazione uniforme. Fig. 32. — Passante Schwaiger.

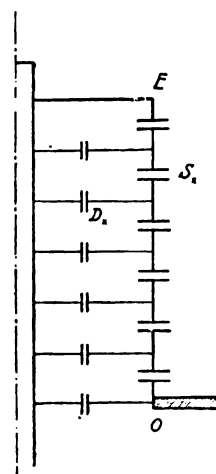


Fig. 33. Passanti ad anelli di guardia.

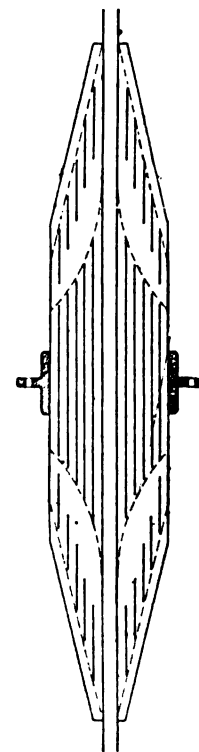


Fig. 34.

della fig. 32. Ciascuna delle armature ha una capacità rispetto a quella che la precede e rispetto al conduttore centrale. Non abbiamo dunque più una serie di condensatori tra il conduttore e il collare ma una « catena » di capacità in « serie-parallelo », rappresentata schematicamente dalla fig. 33.

Tale schema è noto da tempo. Ad esso si riconducono vari problemi ormai classici, come ad es. la distribuzione lungo una catena di isolatori o lungo le gallette di un trasformatore. Ammettiamo noto dunque che le varie armature della fig. 32 condu-

« bordi » di questo sistema in confronto con quello Nagel ordinario. Le considerazioni già esposte a proposito del tipo Asea, valgono infatti anche in questo caso.

I passanti ad anelli di guardia sono altrettanto ridotti nelle dimensioni radiali quanto quelli Asea.

Però sono più lunghi di questi ultimi, a parità di sollecitazione longitudinale, perchè l'armatura « alla terra » (cioè in contatto col collare) deve essere comune ai 3 sistemi di armature. Una più notevole parte del passante è quindi inutilizzata agli

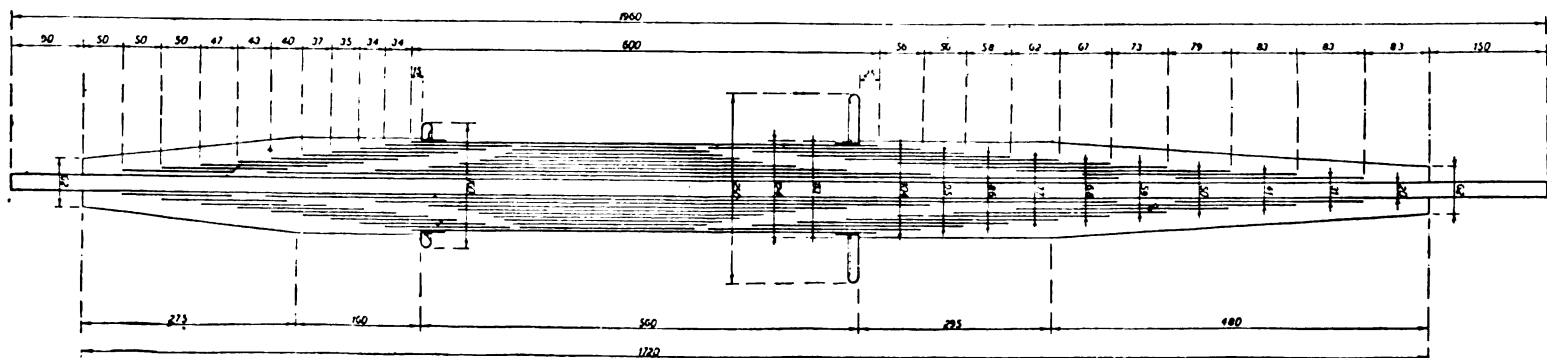


Fig. 35. — Passante a condensatore ad anelli di guardia 120 kV.

cono ad un frazionamento uniforme della tensione totale, se le capacità in serie  $S$  crescono proporzionalmente al loro numero d'ordine (quando ci si sposti dall'estremità del passante verso il collare), mentre le capacità in parallelo  $D$  diminuiscono proporzionalmente al loro numero d'ordine. Possiamo dunque, traducendo analiticamente queste condizioni, determinare le dimensioni delle successive armature, in modo da realizzare la sollecitazione longitudinale uniforme.

Aggiungiamo ora a tale sistema un insieme di armature caratterizzate da un gradiente radiale uniforme (§ 11). Ne risulterà

effetti dell'isolamento superficiale. Ora è noto che l'industria dei passanti a condensatore è assai più limitata dalla lunghezza che non dal diametro di avvolgimento. Per l'altissima tensione, date le dimensioni normali della carta e delle macchine avvolgitrici, è molto più interessante avere un passante corto, e magari grosso diametralmente, che non viceversa. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Si noti ancora che nel passante della fig. 32 la realizzazione della ripartizione superficiale *esattamente* uniforme è solo possibile per conduttori centrali infinitamente sottili. Ciò ha poca importanza per i

La fig. 35 rappresenta un passante ad anelli di guardia in carta bakelizzata, per 120 kV d'esercizio. Le sue caratteristiche sono sensibilmente eguali a quelle del passante rappresentato dalla fig. 29.

c) *Passanti ad armature non rettangolari* (Silva). — Il passante ordinario a sollecitazione radiale uniforme ha i bordi delle armature disposti su una iperbole equilatera. La sollecitazione long. sarebbe anch'essa uniforme se tali bordi potessero disporsi sulla retta MN della fig. 36. Deformiamo quindi le armature, portando questi bordi sulla retta MN senza modificare la loro superficie. Con ciò la sollecitazione longitudinale è resa uniforme e quella radiale resta uniforme perchè le capacità non sono variate.

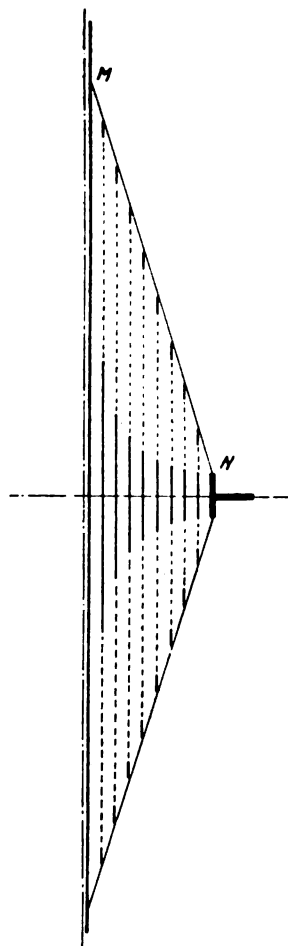


Fig. 36. — Passante Silva a doppia sollecitazione uniforme.

Evidentemente questa deformazione conduce a delle armature che sviluppate sul piano non sono più rettangolari. Esse presentano delle zone « vuote » (tagli o fori) in corrispondenza delle quali però, per la citata legge di continuità, le superfici equipotenziali non possono subire deformazioni sensibili.

La pratica ha confermato pienamente l'esattezza di questa speciale concezione delle armature.

E' evidente che il passante ad armature non rettangolari presenta, come quelli Asea già visti, un ingombro minimo sia longitudinale che radiale, per date sollecitazioni.

### PARTE TERZA

#### IL DIELETTRICO IMPIEGATO NEI PASSANTI

14. - Abbiamo visto come si possa valutare la sollecitazione alla quale è soggetto il dielettrico. Vediamo ora in qual modo questo dielettrico si comporta e come si debba proporzionarlo, avuto riguardo alla sicurezza del passante.

Per il dielettrico che assicura l'isolamento longitudinale (aria) il problema è semplice:

passanti a tensioni relativamente basse ad es. 70 kV con conduttori dell'ordine di 20 mm. Per l'altissima tensione invece (ad es. 220 kV) il conduttore centrale, per ragioni puramente meccaniche, deve essere di dimensioni radiali assai grandi. La sollecitazione superficiale allora non è più uniforme.

se il passante non è a condensatore la formula del Toepler ci dà la tensione di apparizione degli effluvi. Dati sperimentali ovvii permettono poi di fissare la lunghezza del passante;

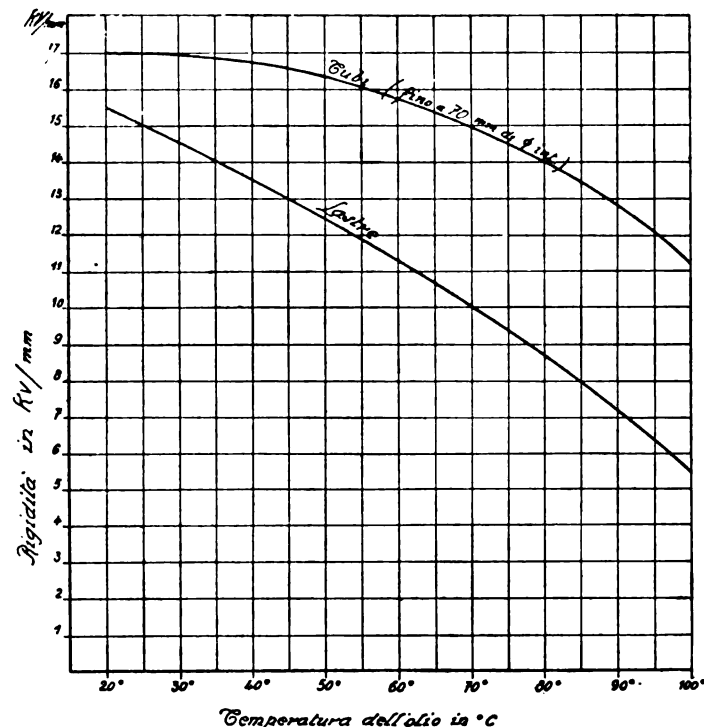


Fig. 37. — Rigidità della carta bakelizzata in funzione della temperatura dell'olio - Spessore costante: 5 mm. Durata della sollecitazione: 1 minuto.

se il passante è invece a condensatore, sono ancora dei dati sperimentali che permettono di fissare la lunghezza del passante, in base alla sollecitazione longitudinale imposta dalle armature interne.

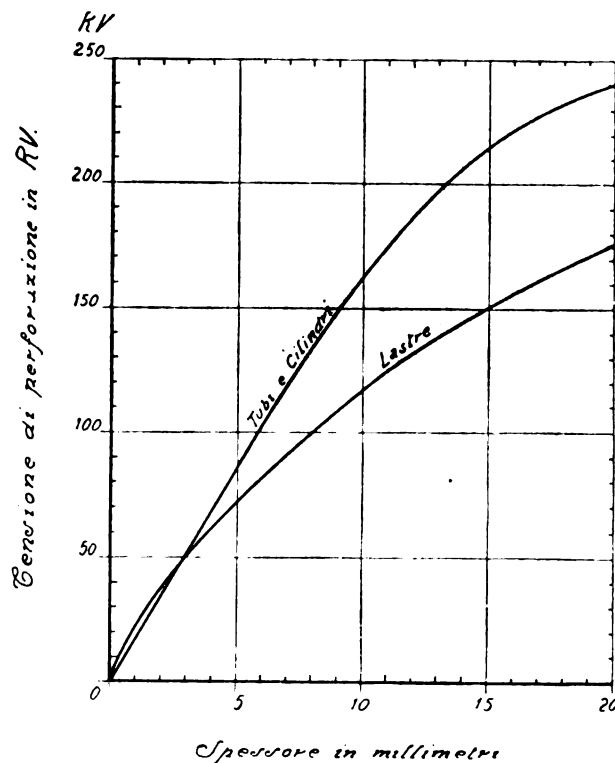


Fig. 38. — Tensione di perforazione della carta bakelizzata in funzione dello spessore - Temperatura costante: 20° C. - Durata della sollecitazione: 1 minuto.

Esaminiamo ora il dielettrico sollecitato radialmente. Errore gravissimo sarebbe quello di valutare gli spessori necessari in base ai gradienti ed alla rigidità (quale essa è indicata dai comuni manuali). La rigidità dielettrica è infatti un elemento quanto mai incerto. La più grande prudenza si impone dunque per la scelta di un suo valore conveniente.

Ricordiamo che tale rigidità è funzione della forma della tensione applicata, dello spessore isolante considerato, della durata di applicazione della tensione, e, soprattutto, della temperatura.

Assai istruttive al riguardo sono le curve delle figg. 37 e 38 relative al comportamento della carta bakelizzata.

### 15. - Perforazione degli isolanti (7).

Non è nostra intenzione (dati i limiti che ci sono imposti dall'argomento che stiamo trattando) di ripetere qui le moderne teorie circa la perforazione. Ricorderemo solo brevemente che tale perforazione può giustificarsi nei due modi tipici seguenti:

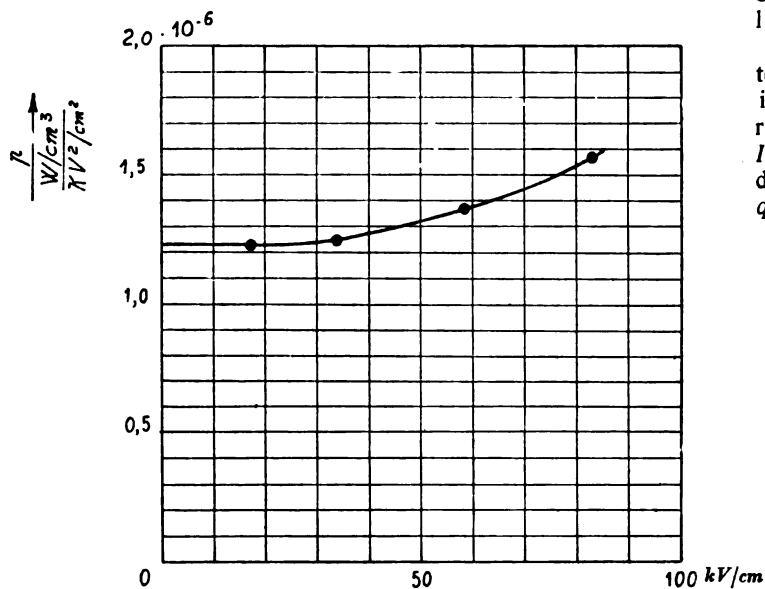


Fig. 39. — Perdite specifiche in funzione del campo, a temperatura costante (34°) - Carta in olio, tubo 60/72 mm,  $f = 50$ .

a) *Perforazione puramente termica.* — Un dielettrico sottoposto ad un campo elettrostatico dà luogo a delle perdite che sono, in ogni punto, funzione della intensità del campo in quel punto. Per sollecitazioni non superiori ad un certo valore critico (40 kV/cm. per la carta bakelizzata, ad es.) tali perdite sono proporzionali al quadrato della sollecitazione stessa.

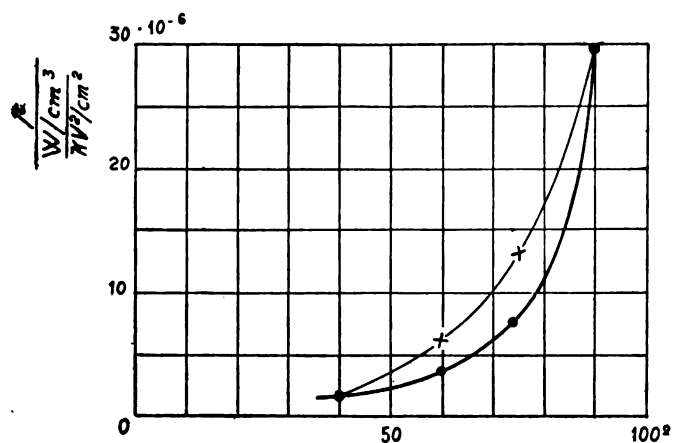


Fig. 40. — Perdite specifiche in funzione della temperatura (carta resina).

Se indichiamo allora con  $p$  le perdite specifiche:

$$p \text{ espresso in } \frac{w/\text{cm}^3}{\text{kV}^2_{\text{eff}}/\text{cm}^2}$$

$p$  risulta omogeneo con una conduttività, ed esprime le perdite in  $w$  per un  $\text{cm}^3$  del dielettrico soggetto ad un campo di 1 kV/cm.

La fig. 39 dà un esempio della variazione di  $p$  in funzione del campo, a temperatura costante.

La caratteristica essenziale del coefficiente  $p$  è però quella di essere una funzione enormemente crescente colla temperatura. (Vedi ad es. fig. 40).

Le perdite debbono necessariamente trasformarsi in calore: i dielettrici sono d'altra parte pessimi conduttori del calore: ne segue che anche per perdite quantitativamente piccole (pochi watt) la temperatura di regime può essere assai elevata.

Immaginiamo di sottoporre un isolante ad un campo elettrostatico: le perdite cominciano a riscaldare l'isolante, questo aumento di temperatura provoca a sua volta un aumento delle perdite e quindi un ulteriore aumento di temperatura.... Se la sollecitazione resta inferiore al valore critico sarà possibile una condizione di equilibrio (eguaglianza tra calore prodotto e quello irradiato all'esterno): in caso contrario questo equilibrio non può aver luogo, le perdite e quindi la temperatura crescono sempre, fino ad alterare profondamente tutte le proprietà dell'isolante. La fulminazione è allora inevitabile.

La fig. 41 ci dà l'andamento delle perdite in funzione del tempo di applicazione della tensione (64 kV), per due passanti in carta bakelizzata. Il passante I ha forti perdite e, se l'esperimento dura sufficientemente a lungo, deve fulminarsi, quello II è a piccole perdite ed ammette (a 64 kV) una temperatura di regime e perdite costanti col tempo. Il passante II può dunque sopportare indefinitamente tale tensione.

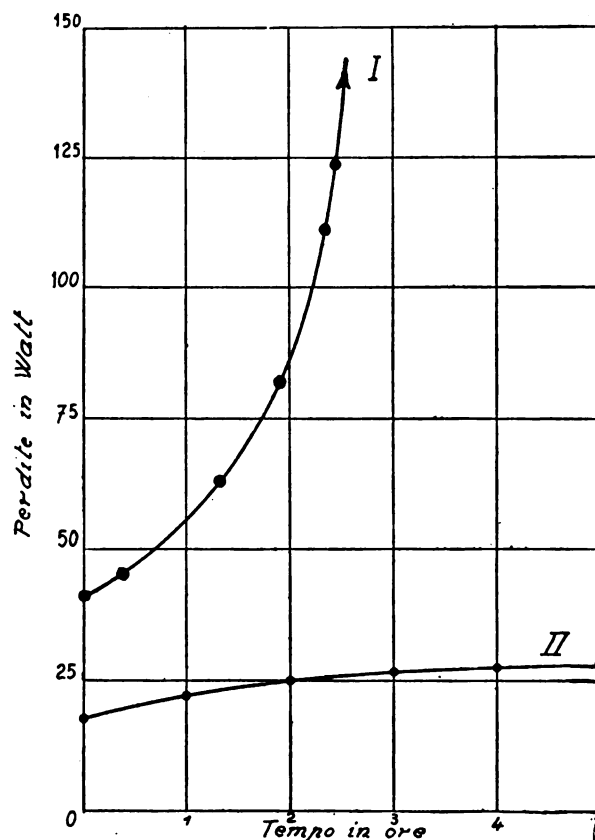


Fig. 41. — Perdite in due passanti in carta-resina, in funzione della durata della sollecitazione. (64 kV, 50 pps, in olio a 90°).

Possiamo concluderne che ad ogni dielettrico compete una tensione critica di impiego, la quale dipenderà dalle perdite specifiche del dielettrico stesso e dal raffreddamento più o meno sensibile esercitato dal mezzo esterno.

Avevamo visto precedentemente quale importanza avessero per i passanti i dielettrici a bassa capacità specifica. Vediamo ora che il dielettrico ideale, perfetto, dovrebbe anche essere caratterizzato da piccole perdite specifiche.

Il passaggio del calore dagli strati interni a quelli esterni di un passante provoca una differenza di temperatura notevole nella massa del dielettrico. La temperatura sarà massima negli strati interni, minima in quelli esterni. E' noto però che il potere induttore specifico varia sensibilmente colla temperatura, e precisamente esso aumenta coll'aumentare della temperatura. Ne segue che la capacità degli strati interni (più caldi) aumenta, la tensione da essi assorbita diminuisce e le perdite in questi strati diminuiscono. Il contrario avviene negli strati esterni (meno caldi) che risultano sovraccaricati. Questa curiosa particolarità agisce quindi in senso nettamente favorevole per il raggiungimento di una temperatura di regime. Possiamo



anche dire che la sollecitazione diminuisce per gli strati interni più caldi ed aumenta per quelli esterni più freddi. Ci sembra inutile mettere in evidenza quanto ciò sia praticamente importante dato il notevole abbassamento della rigidità colla temperatura.

Il rapido esame sopra esposto ci permette di concludere che il concetto di rigidità dielettrica è quanto mai suscettibile di interpretazioni fallaci. Bisogna convincersi che dire, per es. « il tal materiale resiste a X kV/cm. » non ha alcun significato se non si precisano lo spessore del dielettrico, la temperatura e la durata della prova.

La rigidità è nettamente diversa per una sollecitazione istantanea, di alcuni secondi, di un minuto, di un'ora o di durata infinita.

Se notiamo poi che un passante a causa delle perdite proprie, e per trovarsi eventualmente immerso in olio caldo (trasformatori), deve sopportare « per un tempo infinito » la tensione di servizio ad una temperatura notevolmente superiore a quella ambiente, ci sembrerà logico proporzionarlo in base a quel valore della rigidità che compete a dette temperature di regime e a detta sollecitazione di durata infinita.

b) *Perforazione puramente elettrica.* — Per sollecitazioni di brevissima durata appare logico di non prendere in considerazione il fenomeno termico, dato che non vi può essere produzione di quantità di calore apprezzabile. E' naturale quindi che, in tal caso, la fulminazione venga ritenuta un puro fenomeno elettrico.

Le tensioni di fulminazione sono assai più elevate che non nel caso precedente. Esse però:

- non sono proporzionali allo spessore isolante,
- variano a seconda che la sollecitazione è rapidissima (impulsi dell'ordine di  $10^{-6}$  sec.) o di un solo secondo, o di un minuto.

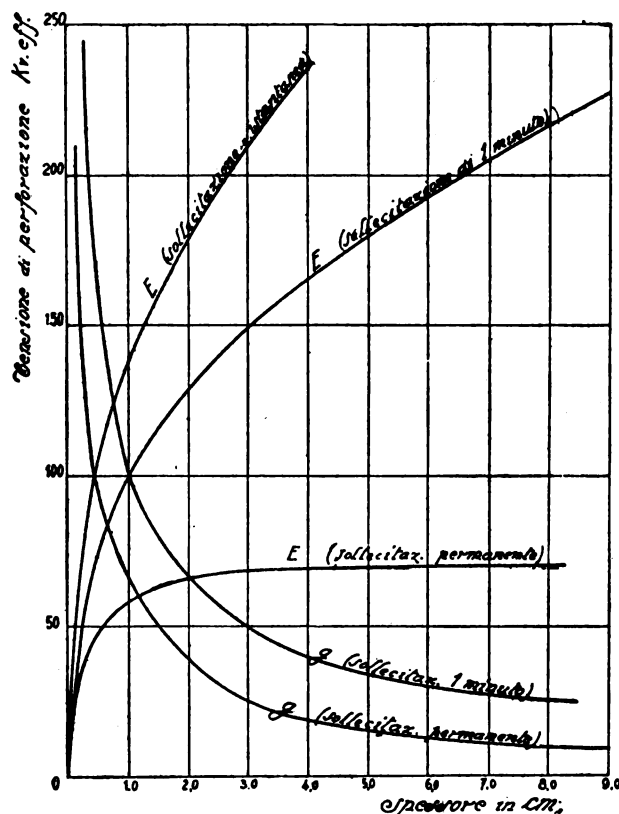


Fig. 42. — Variazione della rigidità in funzione dello spessore e della durata della sollecitazione - Carta in olio a 90°.

La fig. 42 mette bene in evidenza queste caratteristiche degli isolanti. Essa è stata ottenuta per carta in olio, alla temperatura di 90°.

La perforazione puramente elettrica è per noi un fenomeno di ben secondaria importanza. Siamo convinti che a freddo i passanti, anche se fatti abbastanza male, sono *imperforabili* perchè la tensione d'arco fissa un limite assai basso alla tensione applicata. A caldo la tensione istantanea di perforazione è ancora tanto più alta di quella duratura, da non destare preoccupazioni. E' nostra convinzione che i fenomeni transitori (sovratensioni) sono tollerabili (data la breve durata) se il passante è stato giustamente proporzionato in base al fenomeno termico del § precedente.

16. - Riteniamo dunque che la perforazione di un passante sia *praticamente* un fenomeno termico. Diamo quindi la più grande importanza alle seguenti considerazioni costruttive e di calcolo:

- a) calcolo in base a doppia ripartizione uniforme, per ottenere dimensioni minime radiali e longitudinali. Ciò conduce a minimo volume, minime perdite, miglior raffreddamento;
- b) materiali a basse perdite;
- c) costruzione accuratissima per evitare bolle d'aria interne, presenza di umidità, di impurità, che provocano sempre un aumento considerevole delle perdite;
- d) prova a « regime » cioè fino a perdite costanti.

#### PARTE QUARTA

#### ALCUNI PASSANTI MODERNI PER ALTISSIME TENSIONI

Diamo qui qualche notizia circa i tipi di passanti più impiegati ai nostri giorni, per tensioni molto elevate. Distingueremo i passanti in varie categorie non a seconda del metodo di calcolo o di costruzione, ma a seconda del dielettrico impiegato.

#### 17. - Passanti che contengono aria.

La Casa Haefely ha brevettato un tipo di passante « a camicia d'aria » rappresentato schematicamente dalla fig. 43. L'a-

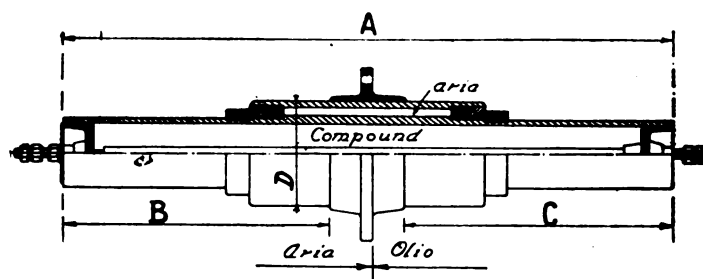


Fig. 43. — Passante Haefely a camicia d'aria.  
per 220 kV: A = 2,860; B = 1,700; C = 775; D = 630  
Tensione di prova 460 kV.

ria avendo il minimo potere induttore, la successione dei dielettrici è razionale (§ 4 d). Gli ingombri radiali sono però rilevanti. La sollecitazione al collare, a causa del piccolo valore delle capacità superficiali  $k$ , è assai bassa. La fig. 43 precisa le dimensioni di un tale passante per 220 kV realizzato con *doppia* camicia d'aria.

Questi tipi sono impiegati solo per interno, e sono particolarmente adatti per trasformatori di prova.

E' evidente che un miglioramento assai sensibile si avrebbe coll'impiego di una « camicia d'aria compressa ». Per quanto fino ad oggi ciò non sia stato ancora praticamente realizzato, è molto probabile che in un prossimo avvenire l'aria compressa trovi, anche in questo campo, notevoli applicazioni.

#### 18. - Passanti che contengono olio.

L'isolamento consiste in strati successivi (concentrici) di olio e di carta bakelizzata. E' necessario un involucro, generalmente in porcellana, perfettamente stagno. Dopo quanto abbiamo detto al § 4 il calcolo delle sollecitazioni in ciascuno strato non presenta alcuna difficoltà.

I vantaggi essenziali di un tale sistema sono i seguenti: l'olio pulito e secco ha una piccola capacità specifica, una notevole rigidità, basse perdite e, qualità particolarmente preziosa, una capacità termica elevata. L'olio agisce dunque in un tale passante da energico refrigerante per tutta la massa dielettrica. Il basso potere induttore contribuisce poi a mantenere le capacità  $k$  piccole, cioè ad assicurare una alta tensione di effluvio.

I tubi di bakelite riscaldandosi sotto l'azione delle perdite tendono a sovraccaricare l'olio. (L'aumento della capacità specifica colla temperatura, assai sensibile per la bakelite, è quasi nullo per l'olio). Possiamo quindi ritenere che a regime normale l'olio ha una parte preponderante nell'assicurare la tenuta. In periodo transitorio invece (sovratensioni), l'aumento del gradiente può ionizzare completamente l'olio. L'isolamento è allora soltanto assicurato dalla bakelite, la cui rigidità per sollecitazioni di corta durata è assai elevata. Se però questo periodo transitorio permane per un tempo sufficientemente lungo, la ionizzazione dell'olio, il riscaldamento e le scariche lungitudi-

nali (lungo i tubi) che ne conseguono, possono rapidamente compromettere la sicurezza dell'insieme.

Sono di questo tipo molti ottimi passanti, figg. 44-56.

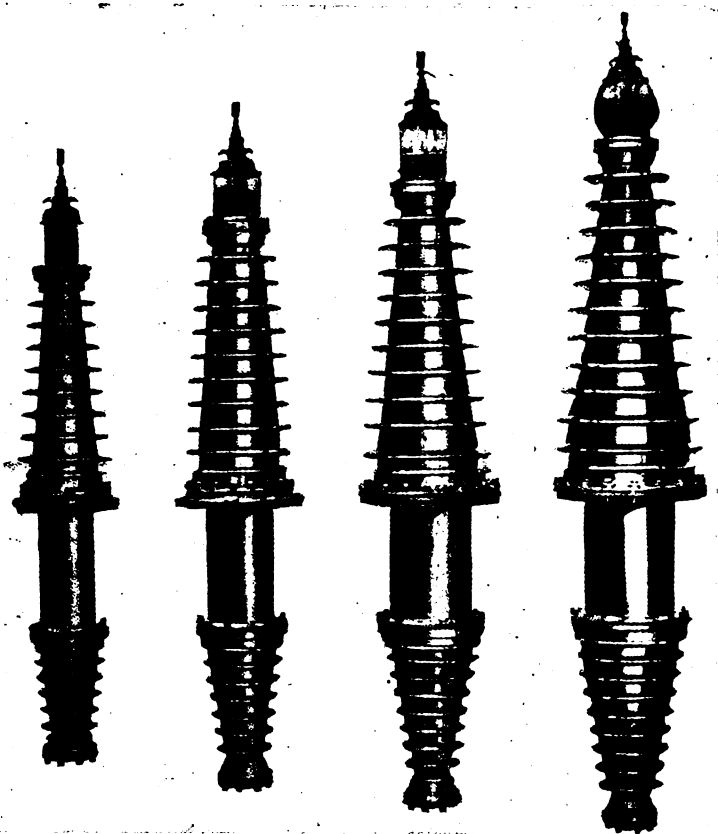


Fig. 44. — Serie normale di passanti G. E. Co.

Evidentemente si possono aggiungere sui tubi di bakelite delle armature metalliche (sottili fogli di alluminio). Questo tipo rientra allora nella categoria dei passanti a condensatore.

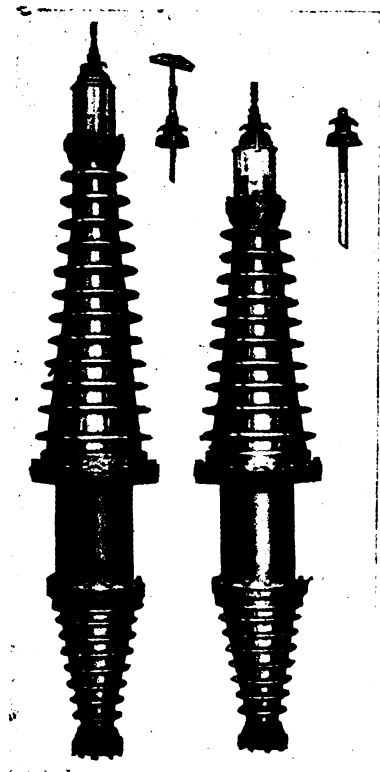


Fig. 45. — Passanti per la stessa tensione di esercizio. Il più lungo è studiato per installazioni a 1000 m. sul livello del mare (G. E. Co.).

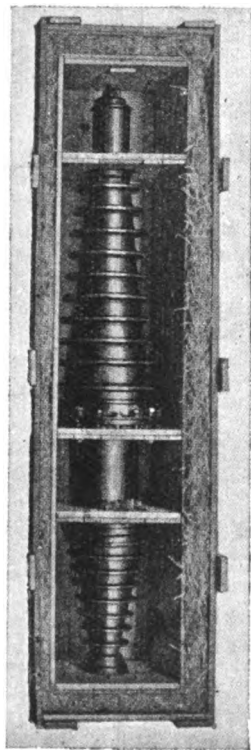


Fig. 46  
(G. E. Co.).



Fig. 48.  
Brown Boveri 150 kV.  
Riduttore di corrente  
al collare.

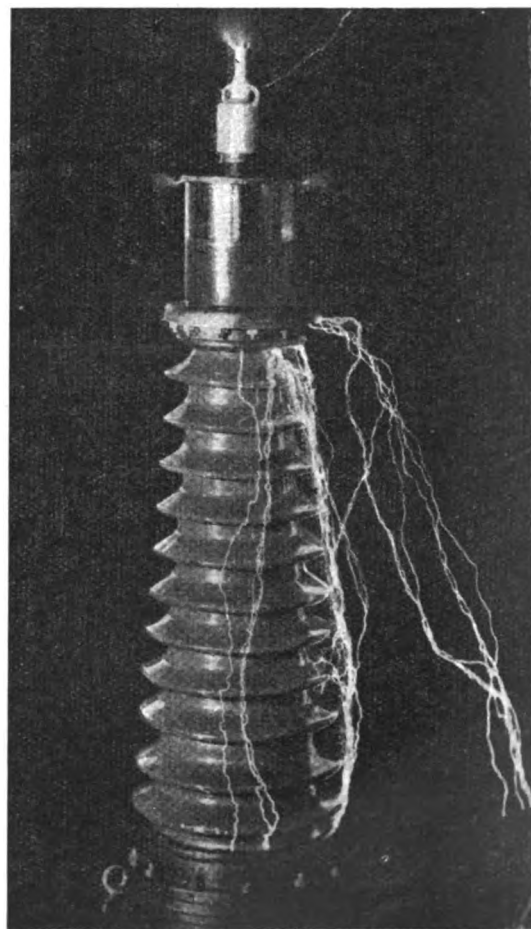


Fig. 49. — Brown Boveri 110 kV.

ghezze diverse a seconda dell'altezza sul livello del mare a cui è eseguita l'installazione (fig. 45). In altre parole essa tiene giustamente conto dell'effetto della pressione atmosferica sulla tensione d'arco.

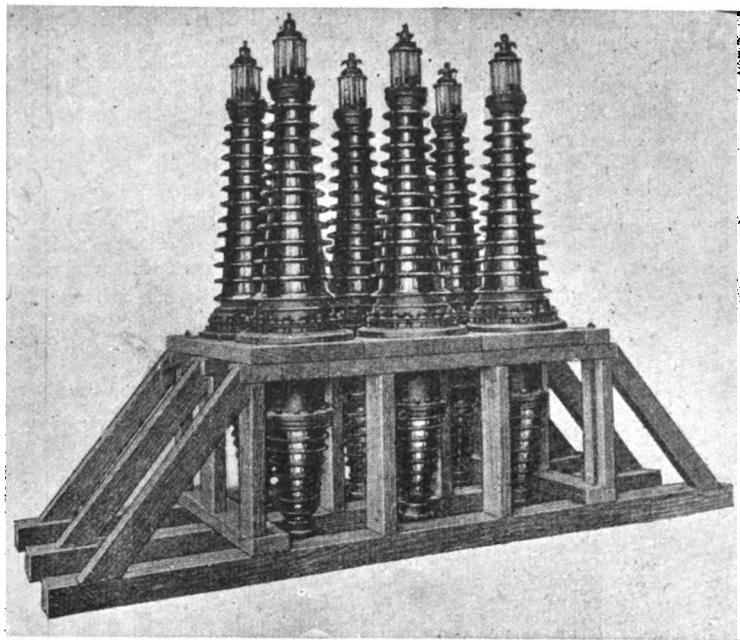


Fig. 47. — G. E. Co.

Si possono anche sostituire i tubi di bakelite con tubi di porcellana. Le figure 55 e 56 rappresentano appunto tali passanti; in America, per merito della Ohio Brass, questo tipo ha raggiunto notevole diffusione.

Agli incontestabili vantaggi derivanti dall'impiego dell'olio fanno riscontro alcuni difetti:

La sollecitazione esterna longitudinale può esserne favorevolmente influenzata, per es., può rendersi praticamente uniforme. Sarà utile notare che la G. E. Co. prevede passanti di lun-

a) Anche per l'interno è necessario l'involucro in porcellana. La sicurezza d'esercizio consiglia invece di ridurre al minimo i materiali fragili, estremamente sensibili agli archi, quali la porcellana. La più piccola incrinatura obbliga ad un ri-



Razionalmente costruiti i passanti a condensatore presentano garanzie di sicurezza almeno eguali a quelle dei passanti in olio, con i seguenti vantaggi:

- a) Peso e costo minore.
- b) Eliminazione completa della porcellana nei tipi per l'interno: per quelli per l'esterno eliminazione di una parte almeno di detta porcellana.
- c) Minore sensibilità agli urti, agli archi, ecc. Anche una notevole fenditura nella porcellana non provoca la immediata sospensione del servizio. La porcellana compie qui il solo ufficio di « parapioggia ».
- d) Nessuna sorveglianza durante il servizio perchè non vi è alcun rischio di fughe d'olio. L'intercapedine tra porcellana e passante propriamente detto è riempita sovente di un compound solido alla temperatura ordinaria. Vi si può lasciare anche semplicemente dell'aria, in perfetta comunicazione coll'esterno. (La porcellana non è neanche più cementata al collare ed alla calotta). Con ciò si evitano tutti i rischi dovuti alle diverse dilatazioni del conduttore e della porcellana.
- e) Possibilità di installazione in qualunque posizione senza alcuna modifica al passante.



Fig. 54. — Hermsdorf 220 kV.

A questi pregi fanno riscontro i seguenti difetti:

- f) L'umidità altera la carta bakelizzata. L'installazione non è dunque prudente in ambienti particolarmente umidi, ove le perdite tendono ad aumentare continuamente. Notiamo però che gli studi incessanti delle migliori Case hanno condotto all'impiego di vernici protettive veramente efficaci. Ne sia prova la fig. 58 (Centrale Wäggital). I passanti qui riprodotti 150 kV sono installati all'aperto, senza porcellana, ma riparati dalla gioggia diretta: essi sono in servizio da 5 anni. Non è improbabile che si giunga ben presto alla protezione completa, assoluta, della bakelite contro l'umidità, senza aver ricorso al solito parapioggia in porcellana. Si sono già provati con successo dei passanti che erano stati per un mese completamente immersi nell'acqua!
- g) Perdite più elevate di quelle dell'olio e cattiva conducibilità termica. Questo difetto è almeno in parte compensato dall'ingombro radiale ridottissimo che facilita il raffreddamento della massa isolante.

## 20. - Passanti speciali a condensatore.

I passanti a condensatore in carta bakelizzata si prestano ad alcune particolari applicazioni che vogliamo brevemente ricordare:

- a) *Passanti a prese multiple* per trasformatori a rapporto variabile. La fig. 59 è assai chiara al riguardo.
- b) *Riduttori di corrente*. Il piccolo diametro di questi passanti li rende particolarmente adatti per realizzare dei buoni riduttori di corrente ad una spira primaria (fig. 57) o a parecchie spire (figg. 60, 63).
- c) *Riduttori di tensione*. (9) In una serie di condensatori (fig. 64) la tensione assorbita da ciascuno di essi è proporzionale a quella applicata. Tale insieme costituisce dunque un riduttore di tensione, potendosi dedurre dalla misura della tensione assorbita dal condensatore  $c_1$  quella totale  $E$ , quando si conoscano i valori delle capacità in giuoco.

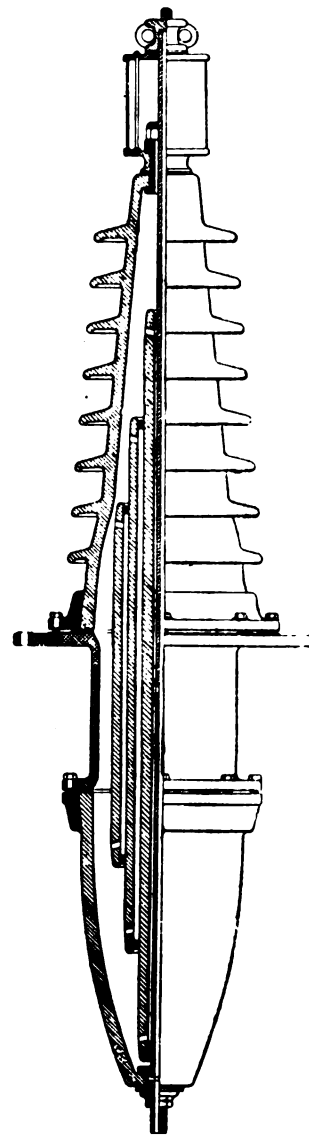


Fig. 55. — Passante in olio e porcellana.  
(Compagnie Générale d'Electrocérámique).

Un passante a condensatore è costituito appunto da una serie di condensatori cilindrici. Esso può dunque essere impiegato come riduttore di tensione. Gli schemi tipici sono i seguenti:

- A) Misura della corrente di capacità del passante (figura 65):

$$I = 2 \pi f C E$$

Tale corrente è proporzionale alla tensione, ma anche alla frequenza. La misura è quindi assai influenzata dalle variazioni della frequenza, e dalla forma d'onda.

- B) Assai meno sensibile alle variazioni della frequenza è la misura secondo lo schema della fig. 66, ove il trasformatore ausiliario shunta l'ultima capacità. Con questa disposizione le misure sono sufficientemente esatte. Esse si prestano egregiamente in quei punti, assai numerosi sulle reti ad alte ten-



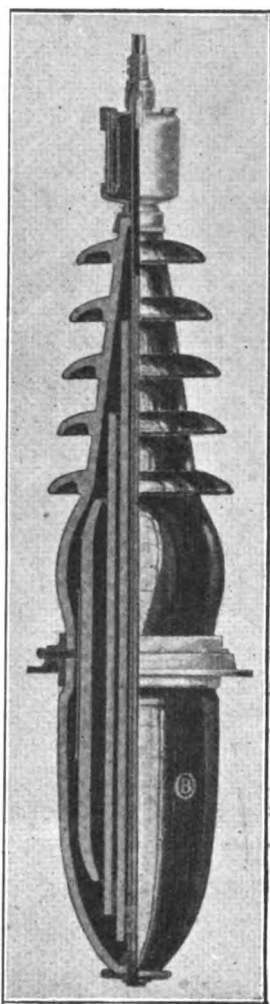


Fig. 56.  
Passante Ohio Brass 220 kV  
(altezza totale 2737 mm).

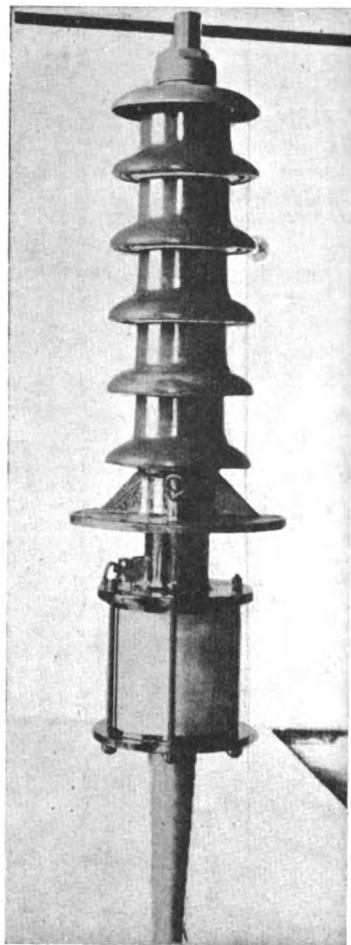


Fig. 57. — Haefely 150 kV  
con riduttore di corrente.

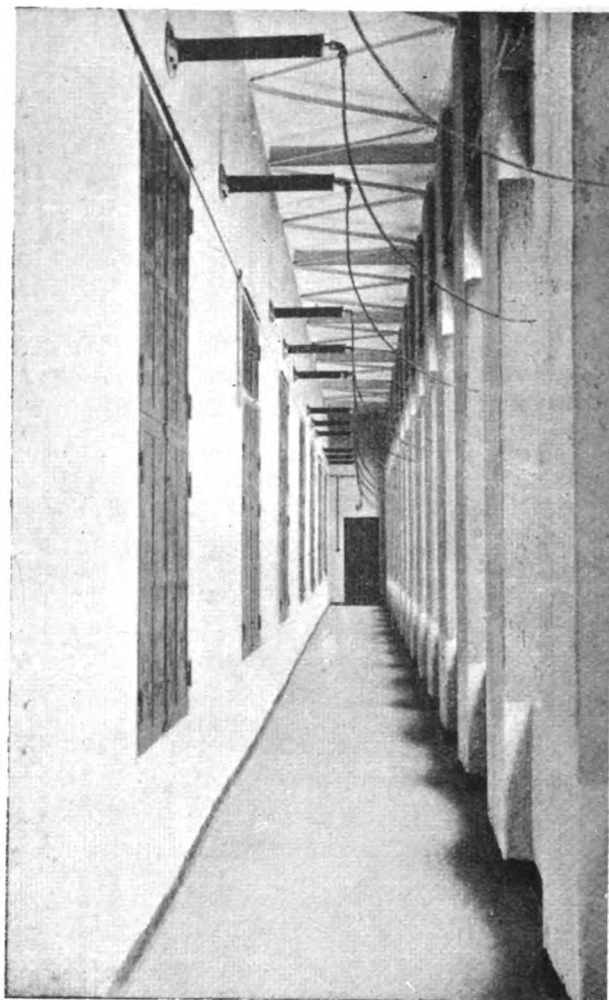


Fig. 58. — Haefely - Centrale Wägital 150 kV.

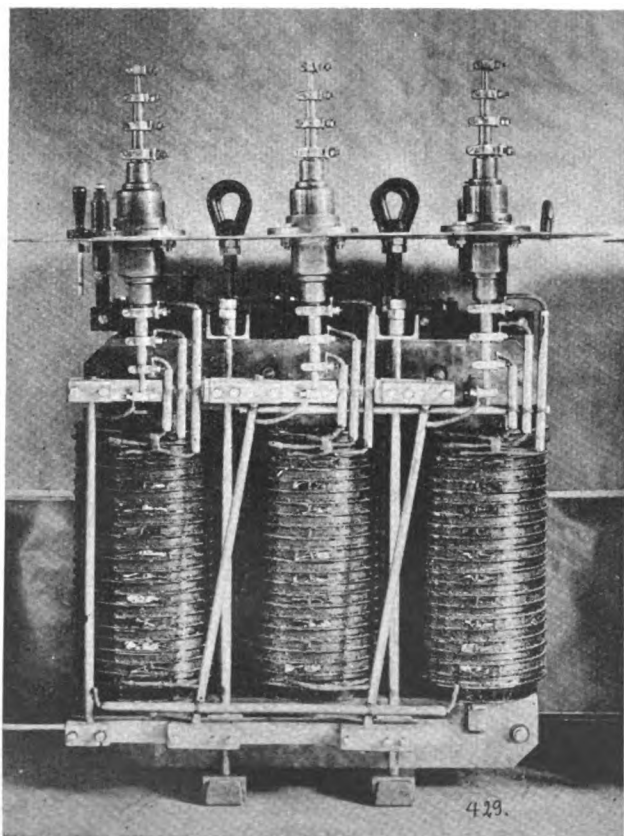


Fig. 59. — Haefely - Passanti a prese multiple.

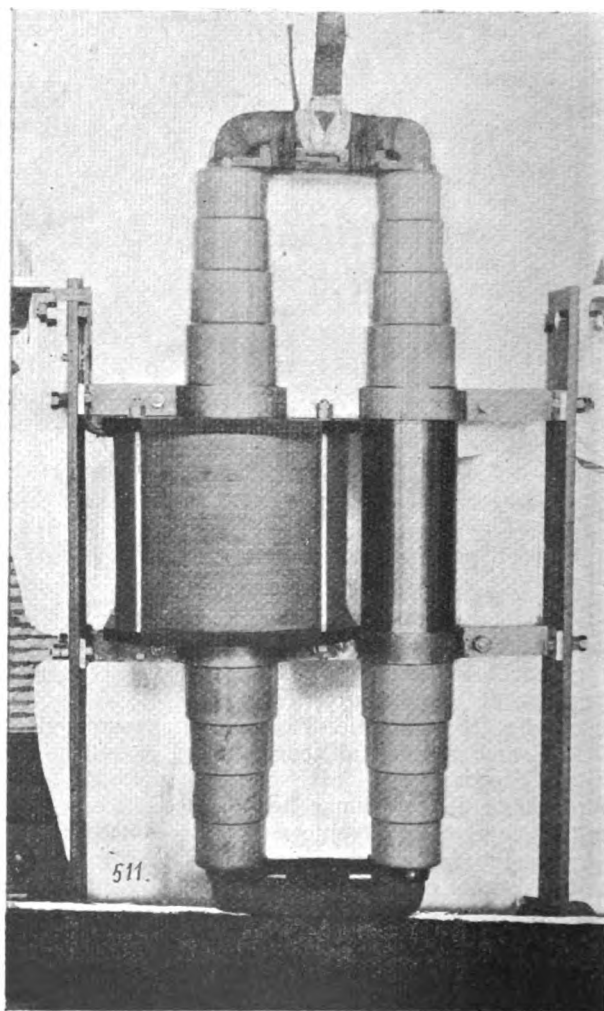


Fig. 60. — Riduttore di corrente di precisione 60 kV



sioni, in cui si richiedono solo misure di frequenza, di tensioni verso terra, o indicatori di terra, senza esigere una esattezza scrupolosa. In particolare questo sistema si presta assai bene per le misure di parallelo, con notevole economia rispetto ai riduttori ordinari.

Il passante deve essere costruito con uno speciale morsetto collegato, attraverso l'isolante, con la penultima armatura. Ciò non complica però la costruzione, nè indebolisce il passante in modo sensibile.

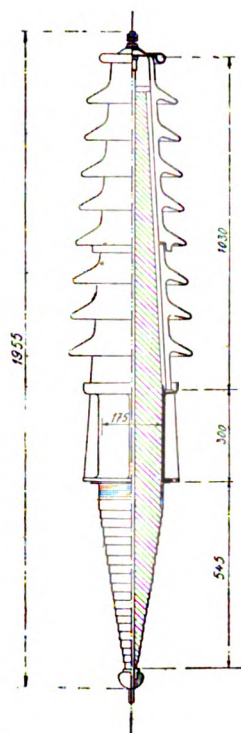


Fig. 61. — Passante ASE A 130 kV per esterno.

Noi crediamo che in un avvenire assai prossimo il passante a condensatore normale sarà senz'altro previsto per la misura della tensione. Non vi ha chi non veda quale vantaggio possa risultarne soprattutto per il fatto che in tal caso tutti indistintamente gli interruttori potranno, se necessario, eseguire il parallelo.



Fig. 62. — Monti e Martini - 150 kV per interno.

Lo schema della fig. 67 rappresenta un sistema di misura di terra e di parallelo realizzato coi passanti anzidetti.

#### PARTE QUINTA

#### PROVA DEI PASSANTI IN LABORATORIO

##### 21. - Prova di punta.

Le norme attuali prescrivono una sollecitazione breve (un minuto) sottoponendo il passante ad una tensione compresa fra

2E e 2,25E a seconda dei vari Stati. Questa rapida prova, che chiameremo « di punta » può dare un'idea della sollecitazione longitudinale, giacchè permette di constatare a quale tensione hanno luogo i primi effluvi ed eventualmente l'arco. In ogni caso la tensione d'arco dovrebbe superare quella di prova del 20 % almeno.

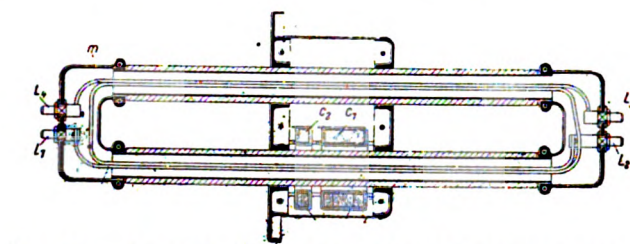
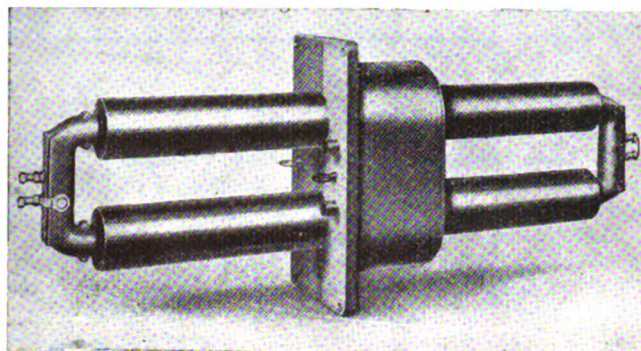


Fig. 63. — Riduttore di corrente a più conduttori protetto contro i corto-circuiti (Siemens).

Per i passanti in carta e quindi a condensatore, in base alle considerazioni già svolte, si dovrebbe prescrivere che, alla tensione di prova, non si debbono presentare effluvi visibili (camera oscura).



Fig. 64. — Schema di passante a condensatore.

All'infuori di questa verifica della sollecitazione longitudinale, non si può richiedere nulla di più alla prova di punta. E' vano attendere da questa un qualunque criterio circa la vitalità del passante. Infatti la presenza di materiali difettosi,

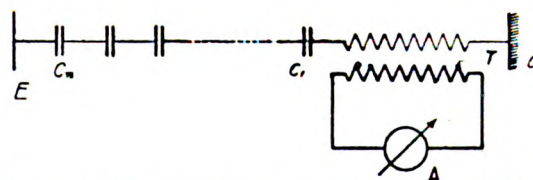


Fig. 65. — Schema di riduttore elettrostatico di tensione.

di umidità, di bolle d'aria, conduce ad un aumento intollerabile delle perdite e quindi alla fulminazione del passante in servizio normale; ma la prova di un minuto non può bastare per riscaldare il dielettrico! Così si spiega che anche passanti pes-

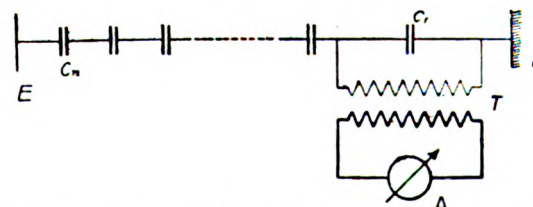


Fig. 66. — Schema di riduttore elettrostatico di tensione.

simi, destinati a fulminarsi entro pochi giorni o pochi mesi di servizio normale, sopportino brillantemente la prova di punta. Errori anche grossolani possono passare inavvertiti ad una tale prova. Esempio tipico il seguente: un passante a condensatore in cui volontariamente si siano scambiate 2 armature consecutive, può essere provato a 2E per un minuto. Eppure tale passante non è vitale.

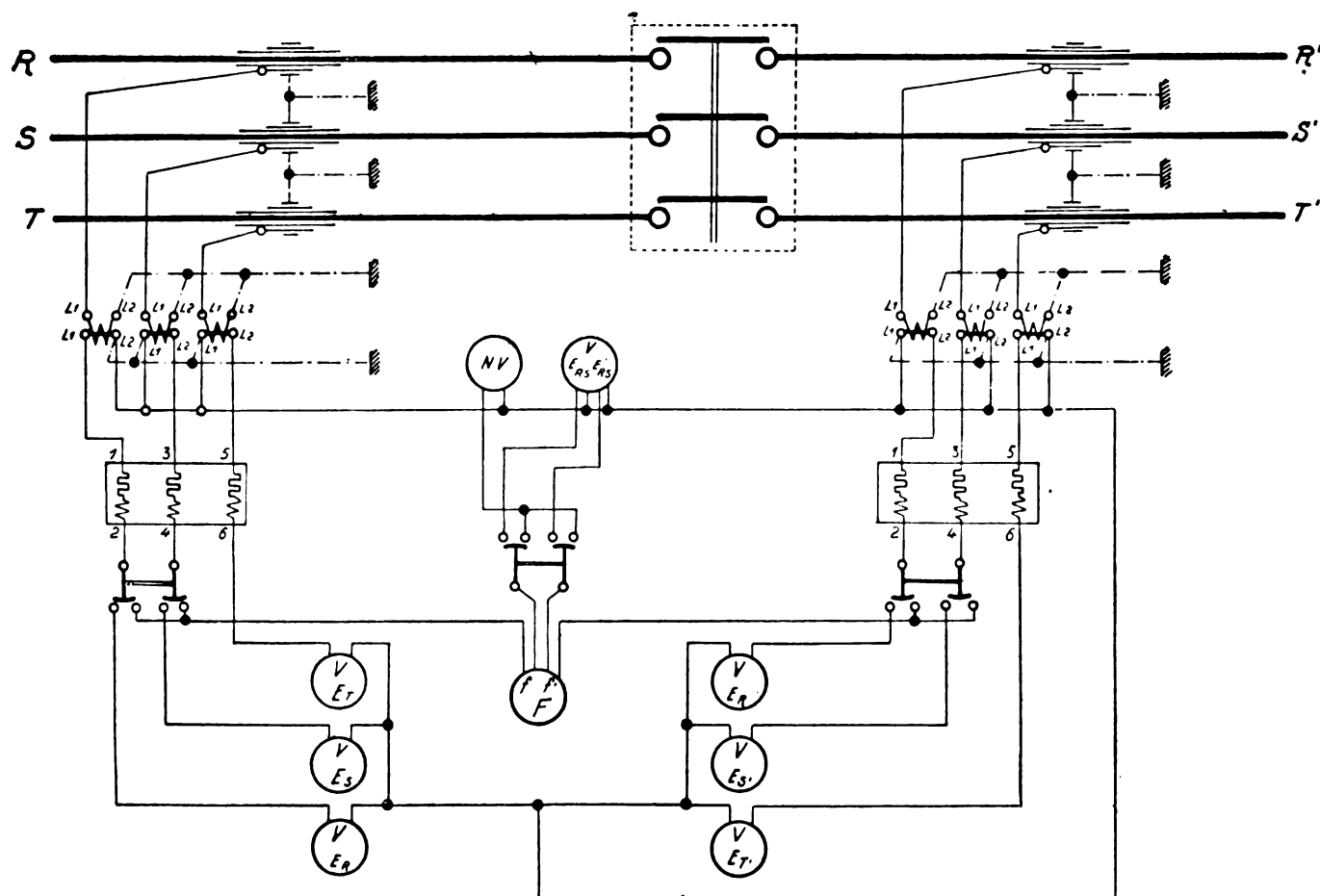


Fig. 67. — Schema di sincronizzazione con doppia misura della tensione di terra. Passanti a condensatore impiegati come riduttori di tensione. (Siemens).

Colle norme attuali in laboratorio i passanti non si fulminano mai! L'arco esterno precede sempre la fulminazione perchè, ripetiamolo, a freddo, prima di aver subito l'effetto disastroso delle proprie perdite, il passante è *assolutamente imperforabile*. Eppure gli esercenti sanno bene che, in pratica, i passanti imperforabili in laboratorio, si fulminano anche in condizioni di servizio perfettamente normali. Anzi, se il materiale è particolarmente cattivo, con formazioni gassose interne, il passante non si fulmina: scoppia.

Conclusione: colle prove attuali di punta siamo ben lungi dal realizzare in laboratorio le condizioni normali di esercizio.

## 22. - Prova di durata.

La sola prova razionale è quella di « durata » a quel regime di temperatura che le perdite impongono. Per investigare poi il comportamento del dielettrico durante la prova, e trarne in poche ore degli elementi sicuri di giudizio, nulla è così logico come la *misura delle perdite*.

Abbiamo infatti visto che un passante è vitale solo se le sue perdite tendono, col tempo, ad un valore costante (§ 15, fig. 41). In caso contrario esso è destinato a fulminarsi.

Ricordiamo qui, per incidenza, che la misura delle perdite (o, ciò che fa lo stesso, del fattore di potenza) è da tempo impiegata per la prova dei cavi in carta impregnata. Ora è facile convincersi che la sicurezza di un passante e quella di un cavo dipendono dai medesimi elementi.

Le più importanti Case costruttrici, preoccupate di consegnare dei materiali sicuri, hanno da tempo riconosciuto che solo la prova di durata, con misura delle perdite, può veramente collaudare il passante.

Eppure troppi Tecnici subiscono ancora oggi il facile miraggio delle alte tensioni di prova (istantanee!), e si meravigliano poi che, dopo aver « tenuto » in laboratorio a tensioni « fin troppo elevate », il passante muoia all'improvviso, senza alcuna causa apparente, in servizio più che normale.

Troppi fabbricanti ritengono che basti avvolgere a caldo della carta bakelizzata per ottenere un passante sicuro!

Bisogna che di tutto ciò si rendano ben convinti gli installatori. *Le norme attuali di prova non difendono contro la merce cattiva!* Bisogna quindi aver fiducia solo in quelle Case

che, per il controllo costante dei materiali e per il razionale collaudo, danno ogni garanzia. Con ciò i passanti risulteranno un poco più cari, perchè tutte queste operazioni di controllo sono lunghe e costose; ma bisogna onestamente ammettere che la sicurezza dell'esercizio vale pur anche qualche cosa.

## BIBLIOGRAFIA.

- (1) SCHWAIGER. — Elektrische Festigkeitlehre (Springer).
- (2) REGERBIS. — Mitteilungen der Hermsdorf Schomburg Isolat. - 1925.
- (3) PEEK JR. — Trans. A.I.E.E., Vol. XXXI. — Phénomènes Diélectriques (Delagrave - Paris).
- (4) WEIDIG, JAENSCH. — E.T.Z., 1913.
- (5) TRAVERSE et SILVA. — Compte rendu de la Conference Internationale des Grands Réseaux - 1925.
- (6) ROTH. — Hochspannungstechnik. (Springer).
- (7) HUMBURG. — Die Berechnung von Kondensatordurchführungen A. f. E. - 1923.
- (8) KEINATH. — Die Verwendung von Kondensatordurchführungen zu Messzwecken. Siemens Zeitschrift - 1926.
- (9) SCHWAIGER. — Ueber die Berechnung von Kondensatordurchführungen. El. Betr. - 1923.
- (10) KUHLMANN. — Formgebung der Durchführungsisolator aus Hartpapier mit Metalleinlagen. Elektro Journal - 1924.
- (11) IMHOF. — Beitrag zur technische Berechnung von Kondensatordurchführungen. - Bull. A. S. E., 1926.

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**



# FUNZIONAMENTO E COSTRUZIONE IN SERIE DELLE TURBINE IDRAULICHE A REAZIONE

G. BÜCHI



Comunicazione alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1927

(Continuazione e fine, v. N. 18, pag. 389)

## 29. - Esempio di studio di una serie.

Trattandosi di stabilire una serie dipenderà dal criterio del costruttore, in mancanza di altri elementi decisivi, la scelta di una linea compresa nella zona delle esecuzioni pratiche, che potrà facilmente essere estesa dal campo delle turbine veloci a quello delle più lente, i cui elementi già da tempo risultano determinati dalla pratica in modo stabile.

La trattazione seguente è riferita alla serie rappresentata dal diagramma della fig. 59 che, ripetiamo, non può essere un modello poichè data già da qualche anno e l'invecchiamento in questo periodo di evoluzione è molto rapido, ma semplicemente un esempio pratico per chiarire il sistema. A scopo di confronto le stesse linee  $Q_1$  ed  $n_1$  sono pure riportate nel diagramma della fig. 64, dal quale risulta che detta serie dopo aver seguito da vicino quella americana fino alla  $n_s = 200$  se ne distacca per tendere poi alla medesima nel campo delle eliche. Intorno alla  $n_s = 400$  essa limita la zona punteggiata delle Francis recenti, per cui in questo campo potrebbe considerarsi ancora moderna. E' invece da sopprimere l'ultimo tratto nel campo delle eliche, che per le ragioni accennate non può presentarsi in continuità come nell'esempio considerato ma dovrà formare una specie di gradino. Il tratto corrispondente alle turbine veloci a partire dalla  $n_s = 200$ , che tende per quanto possibile a diminuire la  $n_1$  ossia il diametro della ruota, è giustificato dallo scopo economico non solo ma anche dalla considerazione del rendimento a portata parziale, che migliora a parità di altre condizioni col diminuire della velocità periferica allo scarico. La velocità di scarico  $c_m$ , è mantenuta bassa facendo assegnamento sulla conicità della corona della ruota ampiamente raccordata coll'inizio del diffusore propriamente detto, o dell'a camera centrale nel caso della turbina doppia.

E' da notarsi che la forma accidentata o poligonale delle linee  $Q_1$  ed  $n_1$  nella serie considerata non ha in questo caso alcuna ragione idraulica o teorica, ma si collega col diagramma delle ruote che si vedrà in seguito. Al contrario le cuspidi che compaiono tanto nella serie Baashuus come nella americana (fig. 60) in corrispondenza dell'a  $n_s = 200$  indicano effettivamente un cambiamento di criterio di costruzione nel passaggio da un tipo a piccola velocità periferica, che fu per molto tempo preferito e ritenuto idraulicamente il migliore, al tipo a velocità aumentata.

Può d'altra parte sembrare strano che nella serie considerata la velocità specifica  $n_1 = 55$  dopo tanto favore sia stata quasi scartata relegandola alla  $n_s = 80$ . La ragione sta nel fatto che le turbine lente vengono usate quasi esclusivamente per le alte cadute, per cui acquista la massima importanza la resistenza della pala contro le corrosioni; l'opportunità quindi di aumentare la velocità periferica per avere una maggiore reazione ossia una maggior pressione all'ingresso e nello stesso tempo un piccolo angolo d'entrata,  $\beta_1 < 90^\circ$ , che permette di ottenere una pala piatta o con curvatura molto ampia meno soggetta a corrosioni per effetto dei vortici od a logoramenti per effetto della sabbia.

Alla tendenza all'ingrandimento della ruota per alta caduta concorre anche la considerazione dell'equilibratura della spinta assiale, che viene ottenuta nel modo più semplice e perfetto creando ai due lati della ruota due camere d'equilibratura (fig. 68) che stabiliscono automaticamente l'equilibrio per effetto dei giuochi assiali degli anelli di tenuta. Le camere riusciranno tanto più grandi e più efficaci quanto più grande è il diametro  $D_1$  della ruota rispetto a quello dello scarico  $D_s$ . Per questa ragione anche la velocità di scarico  $c_m$ , viene mantenuta relativamente alta in modo che il rapporto  $\frac{D_s}{D_1} = 1$  non si ha che per  $n_s = 170$ . Si può così ottenere l'equilibratura automatica fino

alla  $n_s = 140$  circa, limitandola alla  $n_s = 120$  per le alte cadute in considerazione del più facile logoramento degli anelli di tenuta, che ne riduce l'efficacia. Prima che fosse noto questo sistema di equilibratura <sup>(68)</sup>, che permette le soluzioni più eleganti nelle turbine Francis ad alta caduta, si ricorreva alla ruota con doppio scarico, che si rende tuttavia ancora necessario per le  $n_s > (120 \div 140)$ . Per ragioni costruttive però anche quest'altro sistema non può usarsi per  $n_s > 200$  ma occorre in questo caso ricorrere al tipo della turbina doppia gemella con scarico centrale, che può estendersi alle  $n_s$  più alte.

Il diagramma (fig. 59) che prendiamo come base della serie di tipi da costruire si estende dalla  $n_s = 60$  alla 550, poichè entro questi limiti capitano le applicazioni ordinarie. Le velocità  $n_s$  superiori appartengono ancora al campo delle applicazioni speciali e sarebbe forse prematuro un programma di costruzione in serie. Per quanto riguarda le serie di ruote sappiamo che si sono costruite turbine da 10 cm di diametro fino a 6 m <sup>(69)</sup>, ma che questi estremi sono costruzioni eccezionali, mentre le dimensioni che normalmente ricorrono in pratica sono comprese entro limiti molto più ristretti. Nell'esempio di normalizzazione considerato  $D_1$  varia da 260 a 2345 mm; questa sarebbe la base del programma che però è facile estendere secondo il bisogno, mentre i modelli si costruiranno effettivamente solo man mano che se ne presenta l'occasione.

I dati idraulici d'installazione sono la caduta  $H$ , la portata  $Q$  ed il numero di giri  $n$ . Si è già detto come questi tre dati si riducano a due riferendo la portata ed i giri alla caduta unitaria di 1 m, per cui in definitiva la turbina da applicare sarà individuata dai due valori:

$$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}} \quad \text{ed} \quad n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$$

Possiamo senz'altro stabilire gli estremi del campo d'applicazione della serie prevista in base ai valori specifici  $Q_1$  ed  $n_1$  che si deducono dal diagramma (fig. 59) esteso fra le  $n_s$  60 e 550 facendo variare in corrispondenza il diametro della ruota nei limiti accennati da 260 a 2345 mm. Si ha infatti:

$$\begin{array}{lll} \text{per } n = 60 & Q_1 = 140 & n_1 = 51 \\ \text{» } \text{» } = 550 & \text{» } = 1800 & \text{» } = 130 \end{array}$$

per cui

$$Q_1 = Q_1 \cdot D_1^2 = (140 \cdot 0,26^2) \div (1800 \cdot 2,345^2) = 9,5 \div 9900 \text{ l/sec.}$$

$$n_1 = \frac{n_1}{D_1} = \frac{51}{2,345} \div \frac{130}{0,26} = 21,7 \div 500 \text{ giri/min.}$$

In un diagramma cartesiano avente per ascisse le  $Q_1$  e per ordinate le  $n_1$  il campo d'applicazione della serie sarà quindi rappresentato da un'area compresa fra queste coordinate estreme. Ogni punto individuato dalle coordinate  $Q_1$  ed  $n_1$  rappresenta una caratteristica  $n_s = n_1 \sqrt{10 \cdot Q_1}$ , per cui l'area considerata sarà limitata su due lati dalle linee luogo dei punti di  $n_s$  costante per i due valori estremi delle serie di tipi accennati e sugli altri due dalle linee corrispondenti ai diametri estremi della serie di ruote in base alla relazione  $D_1^2 = \frac{Q_1}{Q_1^1}$ , in cui  $Q_1^1$  varia colla  $n_s$  secondo il diagramma base (fig. 59).

## 30. Campo di applicazione di un modello.

La suddivisione della serie deve essere prevista in modo che qualsiasi punto  $Q_1 - n_1$  di questa area trovi un modello di ruota conveniente cioè tale da funzionare industrialmente in buone condizioni anche se queste non sono sempre quelle di massimo rendimento. Ogni modello coprirà quindi una piccola zona, un piccolo rettangolo del campo d'applicazione corrispondente ad una certa variazione di portata e di giri. Per evidenti

<sup>(68)</sup> Introdotto dalla Ditta Ing. A. Riva, Monneret e C. ora Costruzioni Meccaniche Riva - Milano.

<sup>(69)</sup> Hanno 6 m di diametro le turbine tipo Lawaczeck dell'impianto di Lilla Edet (Svezia), che con  $H = 6,25$  m sviluppano 10.000 HP con una  $n_s = 600$  ed alle prove diedero un rendimento del 92 %. Nello stesso impianto esiste pure una turbina Kaplan di m 5,80 di diametro con una  $n_s = 640$ , che diede pari rendimento. E' interessante ricordare, a proposito di rendimenti, che le turbine Francis del Niagara di 70.000 HP —  $n_s = 148$  (fig. 37) diedero il 93,8 %, per cui il 94 % si dovrebbe ritenere come il limite praticamente raggiungibile colle turbine idrauliche.



ragioni di economia si cercherà di ridurre il numero dei modelli al minimo possibile, perciò sarà della massima importanza la determinazione della zona assegnata ad ogni ruota nell'intento di conciliare l'economia di modellario colla bontà di funzionamento di ogni modello in qualsiasi delle condizioni di portata e di giri per i quali esso si ritiene applicabile.

Dalle curve  $e - Q$  della fig. 57 risulta come in generale il massimo rendimento capiti ad una portata alquanto inferiore alla totale corrispondente alla massima potenza sviluppata dalla turbina. Questo è appunto un vantaggio per il fatto che in pratica la portata normale di un impianto è di solito inferiore alla massima disponibile e la turbina è così in grado di utilizzare la portata normale col massimo rendimento. Quindi entro certi limiti la parzializzazione di una turbina corrisponde ad un aumento di rendimento e l'applicabilità di uno stesso modello di serie alle diverse portate comprese in questo campo sarebbe ovvia se non si dovesse tener conto di ulteriori parzializzazioni. Infatti specialmente nei piccoli impianti si richiede che l'unica turbina utilizzi bene anche la portata minima disponibile, che può essere  $1/2$  e qualche volta  $1/4$  della totale, ed in corrispondenza della quale la curva di rendimento è già in forte discesa. Se quindi la ruota non viene sfruttata per la massima portata, ossia se non ne viene utilizzata tutta la curva del rendimento, lo stesso grado di parzializzazione riferito ad una portata minore equivarrà ad un grado di parzializzazione proporzionalmente minore riferito alla portata massima. Perciò appunto in considerazione dell'influenza che la riduzione della portata utilizzata esercita sul rendimento parziale occorrerà limitare il campo della portata  $Q$ , assegnata ad ogni modello.

Nel senso della velocità  $n$ , vi è relativamente una maggiore elasticità di funzionamento ma occorre anche qui tener calcolo dell'influenza che la variazione dei giri esercita sul rendimento a portata parziale, che è molto più grande che a portata totale. Infatti, come risulta dai diagrammi  $e - n$  dei rendimenti ad apertura costante e giri variabili (fig. 45, 46, 47), i valori massimi si hanno a velocità differenti e precisamente aumentando la velocità il massimo va spostandosi verso le aperture maggiori; questo spostamento è tanto più sensibile quanto maggiore è la  $n_s$  della ruota. Perciò la curva di rendimento  $e - Q$  a velocità costante cambia affatto di forma secondo se la velocità scelta è maggiore o minore della normale, nel senso che la velocità minore favorisce il rendimento ad apertura parziale, la maggiore favorisce invece l'apertura totale. Le turbine veloci hanno anche la proprietà di mantenere quasi invariato il massimo rendimento entro certi limiti di variazione della velocità, salvo però lo spostamento rispetto all'apertura ed alla portata. Quindi la variazione della  $n$ , nella zona assegnata ad un modello di ruota ha spesso una piccola influenza sul valore del rendimento massimo, influisce invece sul funzionamento parziale per cui questo dovrà essere specialmente considerato nella scelta del modello e della velocità ad esso attribuita.

Poiché il rendimento peggiorerà ancora, e molto rapidamente, se la ruota non è sfruttata per la massima portata di cui è capace, si verrebbe alla conclusione che convenga per non esagerare il difetto assegnare ai modelli delle ruote veloci un campo di applicazione meno esteso aumentandone il numero nella serie. Si potrebbe però obiettare che le turbine veloci, anche nelle migliori condizioni di sfruttamento, danno cattivi rendimenti parziali per cui il peggioramento dovuto alla non completa utilizzazione non modifica in sostanza il carattere della turbina. Quindi se la portata da utilizzare è soggetta ad una forte riduzione non si ricorrerà ad una turbina veloce, ossia ricorrendo a questa per ragioni di economia di impianto si rinuncerà al rendimento parziale.

Riteniamo dunque si possa senz'altro per ragioni pratiche fissare per ogni tipo della serie, indipendentemente dalla caratteristica  $n_s$ , la stessa frazione della portata  $Q_{max}$  come zona di applicazione del modello. L'ampiezza di questa zona col conseguente peggioramento del rendimento a portata parziale sarà scelta considerando la curva di una turbina normale con caratteristica moderata ( $n_s = 200$ ) e tenendo presenti le garanzie che la pratica ha dimostrato si possono richiedere da una buona turbina, sempre supposto che questa funzioni colla velocità di massimo rendimento.

Si supponga ora di voler utilizzare questo modello normale per una portata minore, per es.  $8/9$  o  $9/10$  della massima, e si ripeta la scala delle portate facendo corrispondere i  $10/10$  a questa portata ridotta (fig. 57). Il rendimento risulta aumentato a portata totale, mentre per metà portata scende del 2 % circa. La curva è ancora ottima ed anche ad  $1/4$  di portata la diminuzione è solo del 5 %. L'influenza della riduzione della portata

è però molto più sensibile sulle altre curve per caratteristiche più elevate poichè il peggioramento del rendimento a metà portata diventa rispettivamente il 4, il 6, il 9 ed il 22 %. Osserviamo però che il peggioramento è una conseguenza stessa del cattivo rendimento iniziale quindi poco importa che il 0,58 sia sceso a 0,49, e tanto meno che il 0,22 sia diventato 0. Evidentemente con simili curve la parzializzazione ammissibile sarà tanto minore in modo che anche il peggioramento del rendimento a portata parziale in conseguenza della non completa utilizzazione del modello si manterrà in limiti tollerabili.

Riferendoci ancora alla curva di rendimento per  $n_s = 200$ , che si considera come tipica della turbina parzializzabile, potrebbe sembrare ammissibile per la pratica una elasticità anche maggiore di quella considerata nell'utilizzazione del modello. Dobbiamo però tener conto anche della eventuale variazione di velocità in più od in meno della normale che il modello deve subire nella zona di applicazione ad esso assegnata, che dà luogo ad una variazione della curva di rendimento generalmente in senso di peggiorarla. In pratica è spesso esplicitamente richiesto il funzionamento con due diverse velocità, per esempio col variare della frequenza per le macchine elettriche, oppure varia la caduta mentre si mantiene costante la velocità, il che equivale ancora a variare la velocità  $n$ , riferita alla caduta, come si vedrà meglio in seguito <sup>(70)</sup>.

Dal diagramma (fig. 45) riferentesi alla turbina normale con  $n_s = 200$  si ricava per le tre velocità 0,9, 1,0 e 1,1 e nei due casi di sfruttamento completo della ruota o parziale, assumendo cioè come portata totale la massima 10 o quella ridotta  $8/9$ , i seguenti valori del rendimento:

Portata	totale	$3/4$	$1/2$	$1/4$	ridotta	$3/4$	$1/2$	$1/4$
Velocità 0,9	80	83,5	81	63	82,5	83,5	78,5	59
» 1,0	81	85	81	60	83,5	84,5	78,5	55
» 1,1	80	83,5	78,5	54,5	82,5	83	75,5	48,5

Trascurando i rendimenti ad  $1/4$  risulta che a  $1/2$  portata nel caso più sfavorevole il rendimento supera ancora il 75 %, cioè il rendimento è industrialmente ancora buono con una perdita del 5,5 % rispetto al massimo ottenibile per la parzializzazione considerata. E' facile vedere che per un maggior scarto di velocità la diminuzione di rendimento si accentuerebbe rapidamente e non è più da prendere in considerazione se non in via eccezionale. Concludiamo quindi che una variazione di velocità del 10 % sotto o sopra la normale è ammissibile nel tipo di ruota considerato e di questo valore si terrà conto nell'assegnare il campo di variazione di velocità nella corrispondente serie, applicandolo anche agli altri tipi più veloci per uniformità.

Mentre però nella turbina normale la variazione della portata ad apertura totale corrispondente allo scarto di velocità considerato del 10 % è trascurabile, nelle turbine veloci diventa abbastanza sensibile ed occorre tenerne conto nel riferire i rendimenti alla portata stessa.

Ciò premesso, nel diagramma della turbina veloce con  $n_s = 350$  (fig. 46) si ricava l'analoga tabella seguente:

Portata	totale	$3/4$	$1/2$	$1/4$	ridotta	$3/4$	$1/2$	$1/4$
Velocità 0,9	78	84	75	39,5	83	83	70,5	31,5
» 1,0	79	84,5	72,5	25	84	82,5	66,5	12,5
» 1,1	79,5	82,5	67	5	84	79,5	59	—

dalla quale risulta che a  $1/2$  portata il rendimento è cattivo in qualsiasi condizione e da non prendersi in considerazione. Si deduce dal diagramma che il rendimento 0,75 potrebbe essere assicurato con portata totale ridotta e velocità variabile nel limite del 10 % solo per una portata non inferiore a  $6,5/10$  della totale. Analogamente per la turbina ad elica con  $n_s = 500$  secondo il diagramma della fig. 47 il limite della parzializzazione ammissibile per ottenere il 0,75 di rendimento nelle stesse condizioni sarebbe sui  $3/4$ . Questo nelle condizioni più sfavorevoli, tenendo presente che data la grande influenza della variazione della velocità il rendimento in condizioni particolari potrebbe essere assai migliorato ossia a parità di rendimento potrebbe essere ammessa una maggiore parzializzazione.

<sup>(70)</sup> Vedi § 32.

Se  $Q_{\max}$  indica la massima portata  $Q_1$  corrispondente ad un modello qualsiasi,  $Q_{\min}$  la portata minima che può essere assegnata allo stesso modello come portata totale in considerazione del peggioramento del rendimento parziale, tenuto conto anche della possibile variazione della velocità, si potrà stabilire:

$$\frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \varphi = \text{cost.}$$

Le precedenti considerazioni dimostrano opportuno il valore  $\varphi = \frac{10}{8,9} = 1,12$  che fu adottato nell'esempio di normalizzazione in esame. Evidentemente  $\varphi$  dovrà rappresentare anche il rapporto fra le portate massime corrispondenti a due modelli successivi nella serie affinché nessun punto del campo ad essa corrispondente resti scoperto.

Il valore  $Q_{\max} - Q_{\min}$  costituisce però solo una delle dimensioni del rettangolo rappresentante il campo d'applicazione del modello. L'altra dimensione è data dal valore  $n_{\max} - n_{\min}$  ossia dallo scarto della  $n_1$  ammissibile sopra e sotto la velocità normale sempre in considerazione del peggioramento del rendimento tanto a portata parziale come a totale. Anche per la velocità si è visto che il rapporto  $\frac{n_{\max}}{n_{\min}} = \psi = \frac{1,10}{0,9} = 1,22$ , costante per tutte le caratteristiche  $n_s$ , è ammissibile in pratica anche tenendo conto della non completa utilizzazione del modello col rapporto  $\varphi = 1,12$ .

### 31. - Diagramma logaritmico a mosaico.

In base a queste due dimensioni della zona assegnata ad ogni turbina si tratta ora di costruire una specie di mosaico tale da ricoprire senza interruzione il campo d'applicazione. Poiché i rettangoli che rappresentano le zone di applicazione di ciascuna ruota sono misurati semplicemente dai rapporti  $\varphi = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}$  e  $\psi = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$  è evidente la convenienza di scegliere una scala logaritmica. A rapporti uguali corrisponderanno differenze uguali ossia tutte le turbine di qualsiasi diametro ma dello stesso tipo saranno rappresentate da rettangoli o parallelogrammi uguali, e questo è molto utile per la chiarezza e per l'uso del diagramma. Il suo tracciamento risulta anche molto semplificato dal fatto che le linee di  $n_s = \text{cost}$ , collegati i diversi diametri delle turbine dello stesso tipo, sono rappresen-

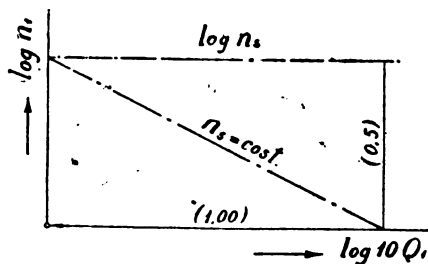


Fig. 65. — Rappresentazione grafica della  $n_s = n_1 \sqrt{10 \cdot Q_1}$ .

tate nel diagramma logaritmico da rette inclinate (fig. 65) secondo l'equazione:

$$\log n_1 = \log n_s - 1/2 \log 10 \cdot Q_1$$

che si deduce dalla solita  $n_s = n_1 \sqrt{10 \cdot Q_1}$ . Scegliendo per le velocità una unità logaritmica doppia di quella per le portate l'inclinazione risulterà di  $45^\circ$  come appunto si è fatto nel diagramma che serve di esempio (fig. 67), anche per la considerazione che estendendosi il campo d'applicazione delle turbine coperto dal diagramma molto più nel senso delle portate che in quello delle velocità si ottiene così un formato più comodo con vantaggio anche della chiarezza del tracciato.

Risulta dai precedenti diagrammi che nelle turbine lente e normali, nei limiti di variazione della velocità  $\pm 10\%$ , la portata si può praticamente ritenere costante e come tale è ritenuta nel diagramma fino alla  $n_s = 250$ . Perciò le zone corrispondenti a tutte le ruote in questo campo, limitate nel senso della portata da linee verticali, sono effettivamente rettangoli ed il punto medio del secondo lato verticale corrispondente alla velocità normale (media) ed alla portata massima individua appunto il modello a cui la zona si riferisce (fig. 66). Tutti i punti analoghi risulteranno dall'intersezione delle rette  $n_s = \text{cost}$ ,

corrispondenti ai vari tipi di turbine che compongono il sistema, colle linee  $D_1 = \text{cost}$  corrispondenti alla successione di diametri formanti ciascuna serie di ruote.

Le linee  $D_1 = \text{cost}$  si deducono dal diagramma della figura 59 e rappresentano precisamente il modo di variare della  $n_1$  in funzione della  $Q_1$  per ogni dato diametro. Supponendo di includere nella serie il diametro 1 m si può senz'altro tracciare per punti la linea  $n_1 - Q_1$  corrispondente, poichè in questo caso particolare si ha appunto  $n_1 = n_1^1$  e  $Q_1 = Q_1^1$  i cui valori sono dati direttamente dal diagramma accennato. Risulterà dal seguito come la discontinuità della linea non abbia alcuna ragione idraulica ma sia invece dovuta alla necessità di adattamento al diagramma dei modelli e per questo motivo appunto i vertici della spezzata cadono su una delle verticali di  $n_s = \text{cost}$  corrispondente ad un tipo della serie. Il primo tratto continuo con una leggera ondulazione che si estende fino alla  $n_s = 252$  corrisponde al campo d'applicazione accennato in cui ogni modello occupa una zona rettangolare.

E' chiara pure l'opportunità di adottare nel campo considerato un rapporto  $\varphi$  costante per le portate poichè tutti i rettangoli possono così venire incolonnati verticalmente con grande semplificazione del loro tracciato. Nel diagramma a mosaico (fig. 67) la prima serie considerata è caratterizzata dai seguenti valori:

$$Q_1^1 = 204 \quad n_1^1 = 55 \quad n_s = n_1^1 \sqrt{10 \cdot Q_1^1} = 78,5$$

per cui il punto che individua la ruota  $D_1 = 1,00$  della prima serie ha per ascissa  $Q_1 = 204$  la quale corrisponde appunto ad una delle verticali che limitano i rettangoli che si tratta di determinare. Dato il rapporto  $\varphi = 1,12$  costante, tutte le altre verticali equidistanti saranno pure determinate e si possono tracciare. Il campo di questi rettangoli sarà limitato alla retta inclinata di  $45^\circ$  corrispondente alla  $n_s = 252$ , della quale si conosce un punto sulla linea  $D_1 = 1,00$  avente per ascissa  $Q_1^1 = 1260 = 204 \cdot 1,12^{16}$ , cioè distante dalla prima 16 spazi. A questi 16 spazi dovrebbero corrispondere altrettanti modelli dello stesso diametro formanti una striscia alta  $\psi$  ossia lo scarto nel senso della velocità. Aggiungendo altre strisce identiche sopra e sotto corrispondenti ad una serie di diametri è facile ricoprire tutto il campo d'applicazione (fig. 66-a).

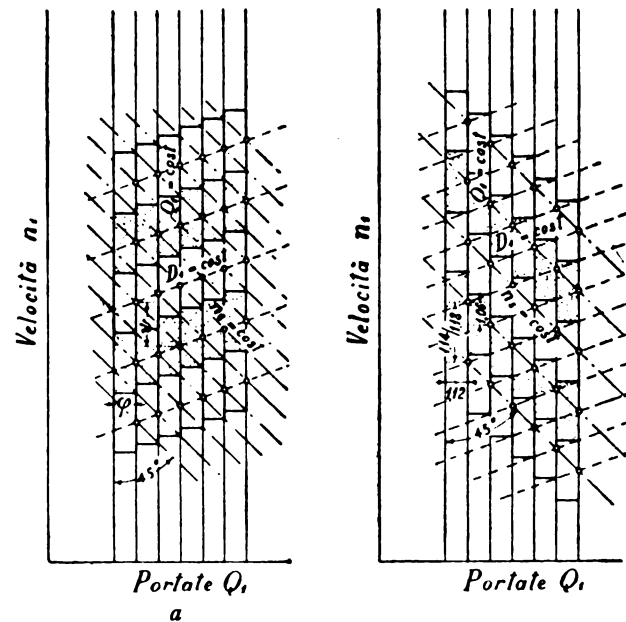


Fig. 66. — a) Serie di diametri di tipo variabile; b) Serie di tipi di diametro variabile.

Si è visto come il rapporto  $\psi$  ammissibile per la velocità sia alquanto superiore al rapporto  $\varphi$  stabilito per la portata, però tenendo conto delle eventuali variazioni di caduta ossia, indirettamente, di velocità che si possono verificare in pratica, è prudente non sfruttare questa possibilità se non per quanto lo richiede la costruzione del diagramma. Posto  $\psi = \varphi = 1,12$ , i punti corrispondenti agli altri diametri della serie risulterebbero dall'intersezione delle linee a  $45^\circ$  di equal  $n$  colle verticali rappresentanti lo stesso rapporto  $\varphi$  tra le portate, però prese a due a due per tener conto della doppia unità logaritmica per le velocità. Ma essendo le velocità di rotazione inversamente proporzionali ai diametri risulta che  $\varphi$  rappresenterebbe anche il



rapporto fra i successivi diametri e la serie generale nel campo considerato sarebbe quindi costituita da 16 tipi di modelli ciascuno con diametri fra loro nel rapporto di  $\frac{1}{1,12}$ .

Questo stesso rapporto fra i diametri corrisponderebbe anche all'altezza dei rettangoli d'applicazione di ogni modello qualora la linea  $n_1 - Q_1$  di diametro costante fosse orizzontale, ossia quando per tutti i tipi fosse  $n_1 = \text{cost.}$  Invece per le ragioni idrauliche e costruttive già accennate <sup>(71)</sup> questa linea è inclinata in senso contrario alle linee della  $n_s$  e per conseguenza la distanza fra due successive linee di diametro costante misurata verticalmente e corrispondente a due modelli sovrapposti spostati di serie è maggiore della distanza verticale fra due mo-

tipo in modo che i successivi rettangoli siano contigui cioè cadano nelle successive colonne tracciate (fig. 66-b). Ciò equivale a ridurre a metà la distanza verticale fra i successivi modelli della stessa serie per cui il rapporto fra le velocità  $v$  diventerà  $\sqrt{1,12} = 1,06$  e questo sarà pure il rapporto fra i successivi diametri. Infatti poichè le portate sono proporzionali al quadrato dei diametri si ha appunto che il rapporto fra le portate dei successivi modelli dello stesso tipo sarà  $\varphi = 1,06^2 = 1,12$ . In altre parole invece che da striscie continue di egual diametro il campo di applicazione sarà coperto da striscie continue di egual tipo ossia di egual caratteristica  $n_s$ . Si vede subito dal diagramma a mosaico che il numero dei tipi si è ridotto a metà e l'intervallo che prima esisteva fra i modelli di uno stesso tipo capita ora fra

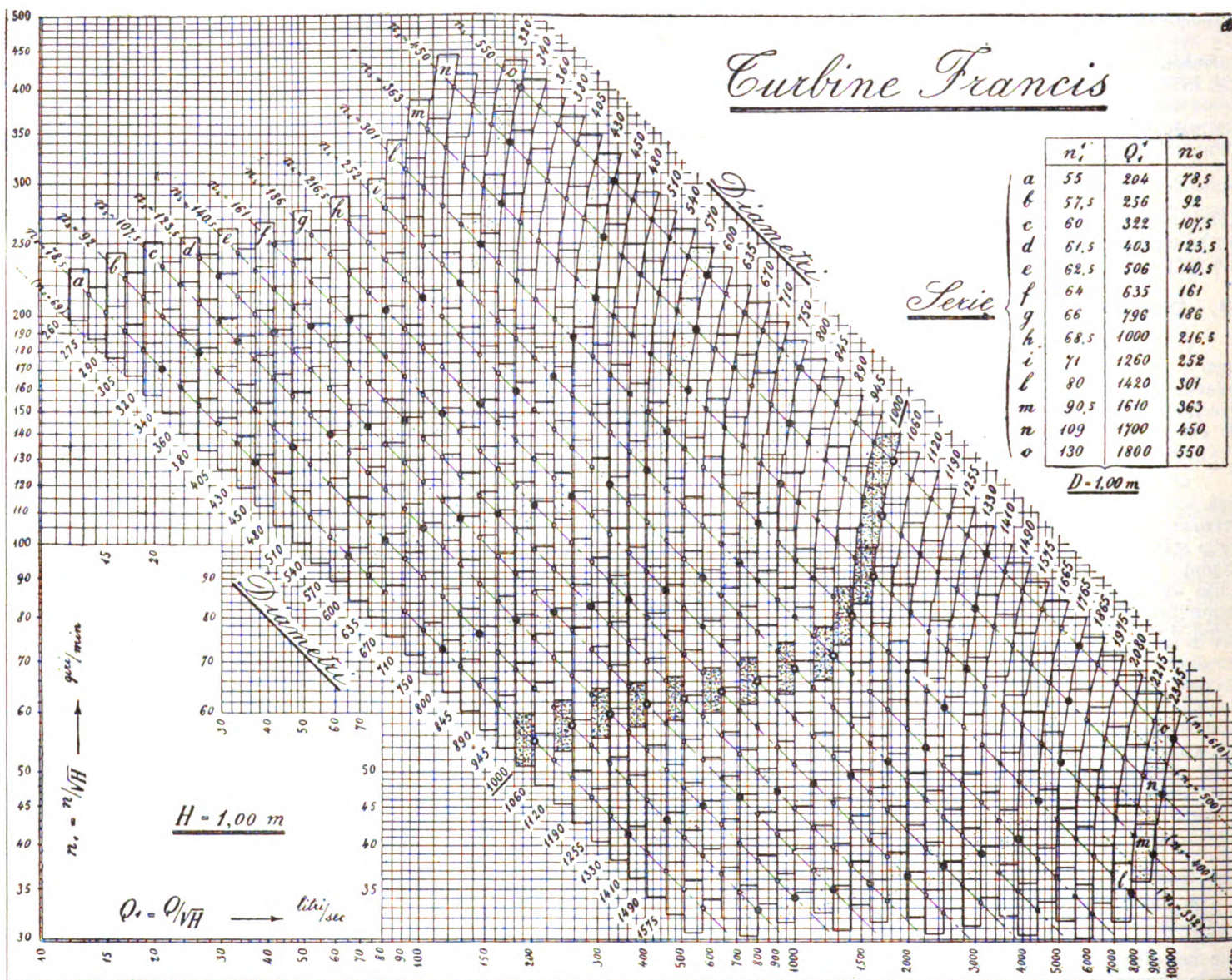


Fig. 67. — Diagramma logaritmico a mosaico di serie di turbine.

delli successivi della stessa serie. Nell'esempio considerato la massima altezza dei rettangoli varia da 1,14 a 1,18 (fig. 66-b) cioè entro limiti perfettamente ammissibili.

Però una tale disposizione della serie è criticabile per diversi motivi. Notiamo infatti che i rettangoli corrispondenti a modelli di uno stesso tipo non sono contigui poichè capitano ogni due colonne verticali, mentre i posti intermedi sono occupati dai modelli delle due serie adiacenti. Questa compenetrazione di diversi tipi lungo la linea di eguale  $n_s$  non presenta speciali inconvenienti quando si abbiano a disposizione tutti i modelli occorrenti per riempire le lacune. E' evidente tuttavia che il numero di tipi occorrenti con questo sistema sarebbe eccessivo ed industrialmente è opportuno distribuire i modelli nel minor numero possibile di tipi aumentando piuttosto il numero di diametri per ogni tipo. Si può senz'altro ridurre a metà il numero dei tipi disponendo la serie dei diametri di uno stesso

tipi in modo che i successivi rettangoli siano contigui cioè cadano nelle successive colonne tracciate (fig. 66-b). Ciò equivale a ridurre a metà la distanza verticale fra i successivi modelli della stessa serie per cui il rapporto fra le velocità  $v$  diventerà  $\sqrt{1,12} = 1,06$  e questo sarà pure il rapporto fra i successivi diametri.

In conclusione il campo dalla  $n_s = 78,5$  alla  $n_s = 252$  risulta coperto da 9 serie di turbine (fig. 67) distinte colle lettere dell'alfabeto  $a, b, c, \dots, h, i$ , composte ciascuna di turbine dello stesso tipo i cui diametri formano una progressione geometrica colla ragione 1,06 corrispondente per le portate ad un rapporto  $\varphi = 1,06^2 = 1,12$  il quale, come si è dimostrato, è perfettamente conveniente per l'utilizzazione del modello a portata ridotta. Le caratteristiche  $n_s$  dei tipi contigui sono tra loro legate indirettamente dal fatto che la loro distanza orizzontale nel senso delle portate è doppia di quella corrispondente ai successivi modelli di ciascun tipo, vale a dire le portate  $Q_1$  crescono colla ragione  $1,12^2 = 1,255$ . Il rapporto  $\varphi$  tra la velocità massima e minima di utilizzazione di ciascun modello non è costante in conseguenza della curvatura della linea  $n_1 - Q_1$  e varia da 1,14 a 1,18 cioè entro limiti abbastanza ristretti da non influire sensibilmente sul rendimento.

<sup>(71)</sup> Vedi § 19.



Le 9 caratteristiche  $r$ , corrispondenti ai tipi di serie sono state segnate come ascisse nel diagramma (fig. 59) messo a base della normalizzazione e che fissa il modo di variare dei corrispondenti valori  $Q_1$  ed  $n_1$ . Come già notammo, le linee  $Q_1$  ed  $n_1$  in funzione della  $n_s$  dopo la  $r_s = 252$  cambiano bruscamente di direzione. Fu appunto per adattarle al diagramma a mosaico che le primitive curve regolari, studiate in base a considerazioni generali idrauliche e costruttive, vennero alquanto deformate sostituendole con linee spezzate in modo da far capire i vertici in corrispondenza delle caratteristiche  $n_s$  di serie.

A partire dalla  $r_s = 252$  (serie  $i$ ) le velocità  $n_1$  prendono a salire più rapidamente rispetto alle portate  $Q_1$ , come appare anche più evidente sul diagramma a mosaico che dà la linea delle  $n_1$  in funzione delle  $Q_1$  riferita al diametro 1,00, per cui continuando a distanziare le successive serie di due passi nel senso delle portate  $Q_1$  i rettangoli si allungherebbero troppo nel senso della velocità. Vi si rimedia facilmente riducendo a metà il passo per le  $Q_1$  delle successive serie cioè facendo in modo che i rettangoli corrispondenti ad ogni modello siano contigui non solo nella serie dei diametri ma anche nella serie dei tipi. A questo scopo l'inclinazione del corrispondente lato della spezzata  $n_1 - Q_1$  è stata scelta in modo da ottenere per il rettangolo di applicazione, che conserva il rapporto  $\varphi = 1,12$ , un'altezza compresa nei limiti stabiliti con un rapporto  $\psi = 1,20$  circa.

Occorre ancora tener presente che coll'aumentare della  $n_s$  la portata a velocità variabile non si può più ritenere costante ma va sempre più aumentando colla velocità stessa. In conseguenza i rettangoli inclinandosi diventano parallelogrammi ad inclinazione sempre maggiore col crescere della  $n_s$ . Così per es. nel caso della turbina con  $n_s = 350$  (fig. 46) ad una variazione della velocità del 20 %, ossia per  $\psi = 1,20$ , corrisponde una variazione della portata a totale apertura del 7 %, che diventa dell'8 % per una  $n_s = 500$  (fig. 47). Questi dati servono per fissare l'inclinazione dei parallelogrammi corrispondenti e si suppone che per le  $n_s$  intermedie l'inclinazione varii proporzionalmente. Per ragioni pratiche è mantenuta per tutte le serie la stessa progressione di diametri colla ragione 1,06 ossia per le corrispondenti  $Q_1$  la stessa ragione  $1,06^2 = 1,12$ ; in conseguenza le colonne costituite dai rettangoli sovrapposti per le  $n_s < 252$  vanno inclinandosi per la degenerazione dei rettangoli in parallelogrammi.

Si noti ancora che per effetto di questa inclinazione la larghezza orizzontale del parallelogramma, rappresentante la zona di applicazione del modello, è alquanto maggiore della distanza orizzontale fra due modelli successivi della stessa serie che si trovano sulla linea della  $n_s = \text{cost}$ , vale a dire il rapporto  $\psi$  di utilizzazione di ciascun modello, finora mantenuto costante coi rettangoli, va lentamente aumentando mantenendosi però ancora sempre in limiti tollerabili per le turbine veloci poichè arriva al massimo a 1,15 invece di 1,12.

Con l'accennata disposizione dei parallelogrammi affiancati si riesce a disporre altre due serie di turbine, la  $l$  e la  $m$ , arrivando così alla  $n_s = 363$ . A questo punto la linea  $n_1 - Q_1$ , sempre riferita a  $D_1 = 1,00$ , con altra svolta prende a salire ancora più rapidamente per cui occorre cambiare ancora la disposizione del mosaico per le serie successive. Si riesce ancora facilmente a combinare le cose disponendo i parallelogrammi appartenenti ai modelli dello stesso diametro non più affiancati ma incolonnati. La loro altezza corrisponderà precisamente alla distanza verticale fra due successivi tipi dello stesso diametro, vale a dire il rapporto  $\psi = 1,20$  rappresenterà anche il massimo rapporto fra le velocità  $n_1$  delle successive serie, mentre la variazione delle corrispondenti portate  $Q_1$  sarà direttamente legata all'inclinazione dei parallelogrammi. Così sono state tracciate anche le ultime due serie  $n$  ed  $o$  strettamente collegate alle altre in modo da ricoprire il campo prefisso senza interruzioni e senza sovrapposizioni.

Dal concatenamento delle varie serie nel diagramma a mosaico appare dunque la necessità di spezzare le linee delle  $n_1$  e  $Q_1$  nel diagramma base (fig. 59) in vari tratti corrispondenti ai diversi raggruppamenti dei parallelogrammi che lo formano. Ultimato il quadro delle serie risultano individuati i diversi tipi per mezzo delle corrispondenti  $Q_1$  le quali nel primo tratto della curva formano una progressione geometrica colla ragione  $1,12^2 = 1,255$ , che diventa nel secondo tratto circa 1,13 per la disposizione affiancata dei successivi rettangoli o parallelogrammi e si riduce a circa 1,06 per gli altri tipi veloci i cui parallelogrammi sono sovrapposti. Nel diagramma base sulla linea delle  $Q_1$  sono segnati questi punti che hanno per ascisse le corrispondenti  $n_s$ , per mezzo delle quali si ricavano gli altri

elementi che caratterizzano il tipo cioè  $B_0$ ,  $D_s$  e  $z \cdot a_0$ , oltre alla  $n_1$  che ha già servito per il tracciamento del diagramma a mosaico.

Riportiamo nella seguente tabella i dati fondamentali  $n_1$ ,  $Q_1$  ed  $n_s$  dei 13 tipi che ne risultano, distinti dalle successive lettere dell'alfabeto.

TIPO	$n_1$	$Q_1$	$n_s$
<i>a</i>	55	204	78,5
<i>b</i>	57,5	256	92
<i>c</i>	60	322	107,5
<i>d</i>	61,5	403	123,5
<i>e</i>	62,5	505	140,5
<i>f</i>	64	635	161
<i>g</i>	66	796	186
<i>h</i>	68,5	1000	216,5
<i>i</i>	71	1260	252
<i>l</i>	80	1420	301
<i>m</i>	90,5	1610	363
<i>n</i>	109	1700	450
<i>o</i>	130	1800	550

E' compito del costruttore in base a questi elementi principali tracciare il profilo della ruota, che, in mancanza di altri dati od esperienze particolari, ha ancora largo campo di esercitare il suo criterio personale. Come esempio sono riuniti nella

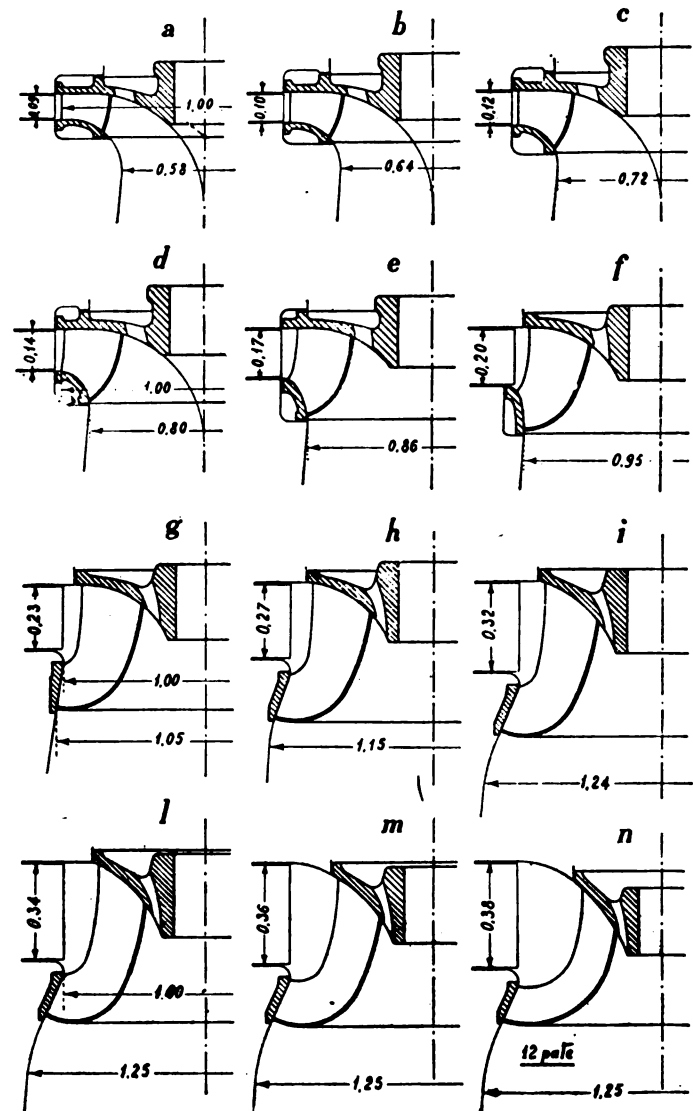


Fig. 68. — Profili di ruote in serie da  $n_s = 78,5$  a  $n_s = 450$ .

fig. 68 i 13 profili di ruota che potrebbero adattarsi alla serie considerata. Dal loro complesso appare evidente il passaggio graduale dall'un tipo al successivo ed il progressivo sviluppo della pala allo scarico coll'aumentare della corrispondente  $Q_1$ , evitando però la forma a cucchiaino sporgente. Nel senso radiale la pala è tenuta corta per quanto possibile per ridurre le perdite di attrito, intagliandola all'entrata sempre più profondamente quanto maggiore è la caratteristica  $n_s$ . Si ha per conseguenza



che l'interstizio tra ruota e distributore va aumentando colla  $n_1$ , e questo si può ritenere razionale considerando che anche l'apertura, quindi l'angolo d'uscita del distributore, aumentano nello stesso senso per cui la lunghezza del percorso assoluto dell'acqua in questo interstizio rimane compresa in limiti convenienti. Il diametro d'entrata della ruota si riduce perciò passando dalla corona al mozzo e la  $n_1$ , ossia la velocità periferica, che riferita al diametro della corona va aumentando colla  $n_1$ , si mantiene quasi costante riferita al diametro misurato presso il mozzo.

In considerazione della maggior portata  $Q_1$  e della conseguente maggior velocità le pale nelle ruote veloci hanno un piccolo sviluppo radiale ed assumono la caratteristica forma a falce. Notiamo che non conviene esagerare in questo senso per non andare incontro al pericolo di corrosioni dovute all'eccessivo carico specifico <sup>(72)</sup>. Questo sviluppo della pala quale appare dal profilo è però legato al numero delle pale nella ruota e naturalmente varia, a parità di altre condizioni, in ragione inversa di detto numero. I profili della fig. 68 si riferiscono a 12 pale nella ruota.

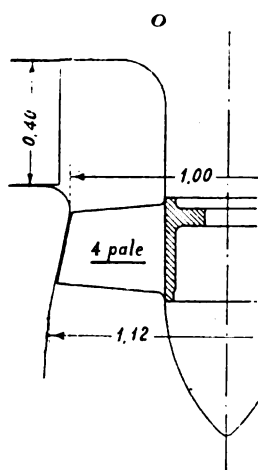


Fig. 68 bis. — Profilo di ruota ad elica  $n_s = 550$ .

Dal tipo  $n$  Francis per  $n_s = 450$  si passa al tipo  $o$  ad elica (fig. 68 bis) per  $n_s = 550$ . Abbiamo già accennato come la tendenza odierna sia di adottare le eliche anche per  $n_s$  minori per cui anche il tipo  $n$  potrebbe essere sostituito da un'elica. Questa richiede però a parità di altre condizioni un maggior diametro ossia le linee delle  $n_1$  e delle  $Q_1$  passando dalla Francis all'elica presentano una discontinuità, per cui si conclude che mentre le serie meno veloci fino alla  $m$  potrebbero ancora ritenersi moderne, le più veloci a partire dalla  $n_s = 450$  dovrebbero essere alquanto modificate secondo la tendenza attuale indicata dal diagramma della fig. 64.

Nel diagramma a mosaico (fig. 67) sono segnati i diametri delle ruote a fianco del rispettivo rettangolo o parallelogramma per le serie estreme e speciali riferimenti facilitano la lettura del diametro anche per quelle intermedie. Noteremo però che la suddivisione del campo d'applicazione delle turbine in piccole zone perfettamente definite assegnate a ciascun modello non deve essere interpretata come una questione matematica, ma considerata con un certo criterio che deriva dall'esame delle particolari condizioni dell'impianto cui la turbina è destinata. Si dovrà quindi vagliare se sia opportuno un modello appena sufficiente per la portata massima oppure uno piuttosto abbondante, uno più lento od un altro piuttosto veloce. Quando il punto  $n_1 - Q_1$  corrispondente ai dati dell'impianto cade nella parte centrale del rettangolo di applicazione di un modello non v'è dubbio sulla scelta. Esso può invece capitare sul confine di due od anche tre rettangoli contigui e non sempre la scelta del modello più abbondante è la soluzione migliore, per quanto sia quella che espone a minori rischi il costruttore. Specialmente per le turbine veloci è importante la considerazione della velocità  $n_1$  che esercita una così grande influenza sulla forma della curva di rendimento. Notando che nel mosaico i rettangoli contigui sono tutti più o meno sfalsati nel senso della velocità potrebbe spesso convenire di usare, invece del modello corrispondente per la portata ma con velocità anormale, il modello contiguo per una portata più grande ma con una velocità più prossima alla normale e più adatta per ottenere una migliore

curva di rendimento. Se la massima portata è tassativamente fissata allo scopo di ottenere il miglior possibile rendimento parziale, è indubitato che convenga scegliere il modello più scarso di portata anche con velocità anormale.

Generalmente però data la presenza di più turbine nell'impianto o l'elasticità dei dati di portata dell'impianto stesso, dovrebbe essere indifferente la variazione di un 5 % della portata assegnata alla turbina, pur supposta invariabile la velocità per ragioni di accoppiamento elettrico, allo scopo di permettere al costruttore la scelta del modello che meglio si adatta e che può dare il miglior rendimento. Succede invece che spesso per ragioni burocratiche i dati di portata, arrotondati a centinaia o migliaia di litri, sono ritenuti intangibili, coll'aggravante che una proposta da parte del costruttore di una variazione in più od in meno desterebbe il sospetto di deficiente organizzazione. Eppure basta un'occhiata al diagramma a mosaico per dimostrare quale enorme numero di modelli occorra per risolvere coscienziosamente il meno peggio possibile tutti i casi di turbine che possono presentarsi nel campo d'applicazione considerato, notando ancora che i modelli dovrebbero anche essere previsti per i due sensi di rotazione destro e sinistro cioè in numero doppio di quello apparente dal diagramma. Pur supponendo di limitare la costruzione dei modelli ai casi più frequenti e tenendo conto che i diametri che più sovente occorrono variano dal 400 al 1200, vediamo che entro questi limiti sono compresi 20 diametri che ripetuti 13 volte per le diverse serie danno 260 modelli per un solo senso di rotazione. Riconosciamo tuttavia che per le ragioni già esposte vi sono delle serie meno frequentemente usate, cioè la più lenta  $a$  e le intermedie  $f$ ,  $g$  ed  $i$ , essendo invece preferite per le alte cadute le serie  $b$ ,  $c$  e  $d$  ( $n_s = 92 \div 123,5$ ) equilibrabili automaticamente, la  $e$  ( $n_s = 140,5$ ) che ha una spinta relativamente piccola sopportabile da un comune perno di spinta, la  $h$  ( $n_s = 216,5$ ) adatta per funzionamento parzializzato, e le  $l$ ,  $m$ ,  $n$ , ed  $o$  ( $n_s = 301 \div 550$ ) veloci.

## CAP. VIII.

### CASI PARTICOLARI.

#### 33. - Caduta variabile.

Negli impianti normali di turbine è raro che la caduta si mantenga perfettamente costante. Di solito è il livello a valle che varia secondo la portata del canale di scarico o secondo il regime del corso d'acqua in cui esso sbocca. Il livello a monte è generalmente mantenuto costante, può tuttavia variare per la presenza di un bacino di accumulazione o quando con un canale di arrivo molto corto le variazioni di regime del corso d'acqua, da cui è derivato, si ripercuotono sul livello nella camera della turbina. Di solito si ha una minor caduta disponibile in epoca di abbondanza di acqua ed una maggiore in magra, per cui nella maggior parte dei casi la turbina a totale apertura dovrà funzionare colla caduta minima. In base quindi a questa

$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H_{min}}}$  massima che ne risulta si sceglierà la turbina,

assumendo anche per  $n_1$  il valore della velocità corrispondente alla caduta minima se la variazione è piccola, altrimenti riferendosi alla caduta media ponendo  $n_1 = \frac{n}{\sqrt{H_{med}}}$ . Si hanno così le

migliori condizioni di funzionamento e l'aumento di caduta ad apertura parziale, equivalente ad una diminuzione della  $n_1$ , contribuisce a migliorare il rendimento a piccola portata.

Se invece la caduta varia indipendentemente dalla portata occorre calcolare per i due casi estremi le coppie dei valori  $Q_1$  ed  $n_1$  e solo il modello il cui rettangolo di applicazione li contiene entrambi soddisferà nel miglior modo alle particolari condizioni di funzionamento. E' evidente che riuscirà meno facile far cadere due punti  $n_1 - Q_1$ , qualche volta abbastanza distanti, nello stesso rettangolo ed in questo caso specialmente potrà occorrere di utilizzare il modello contiguo più grande spostato di circa mezzo passo allo scopo di abbracciare le due  $n_1$ .

Trascuriamo il caso in cui oltre alla caduta varia anche la velocità, per es. per il cambio della frequenza, poichè ne possono derivare delle  $n_1$  disparatissime che esorbitano dai limiti ammissibili per un buon funzionamento. Il costruttore può bensì in via informativa comunicare dei dati di rendimento anche per i casi estremi ma le garanzie sono limitate ad una sola variabile, riferendole per es. alla caduta media come costante.

La variazione della caduta, restando la velocità della tur-

<sup>(72)</sup> Vedi § 6.

bina costante, equivale agli effetti del rendimento per una data apertura ad una variazione inversa della velocità riferita alla caduta costante, e si è appunto visto come per la legge di proporzionalità il rendimento  $\epsilon$  si mantenga costante alla condizione:

$$\frac{n_H}{n_1} = \sqrt{\frac{H_1}{H_n}},$$

essendo  $n_H$  i giri riferiti alla caduta costante  $H_1$  ed  $H_n$  la caduta riferita ai giri costanti  $n_1$ . Posto  $H_1 = n_1 = 1$  risulta semplicemente

$$n_H \sqrt{\frac{1}{H_n}} \quad \text{ossia} \quad H_n = \left(\frac{1}{n_H}\right)^2.$$

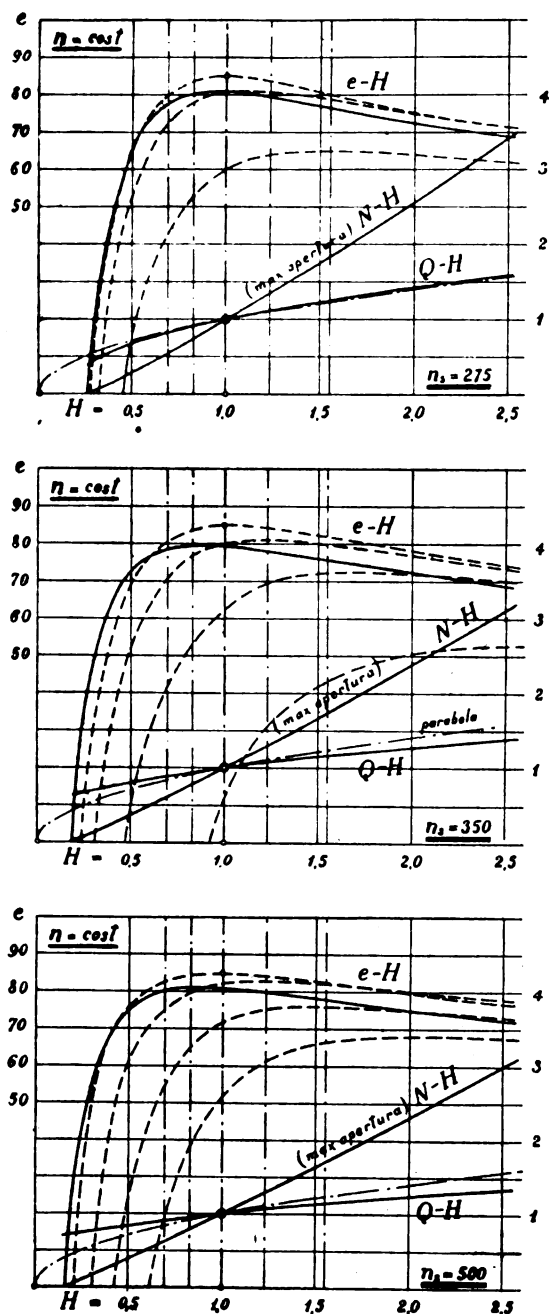


Fig. 69. — Diagrammi di funzionamento a caduta variabile.

Notiamo che il rendimento misurato alle prove è quello effettivo  $\epsilon$  che comprende anche le perdite meccaniche della turbina. Queste sono però relativamente piccole e si può senz'altro ammettere che le considerazioni per  $\epsilon = \text{cost}$  valgano anche per  $\epsilon = \text{cost}$ . Gli stessi diagrammi  $\epsilon - n$  dei rendimenti in funzione delle velocità (fig. 45, 46, 47) si possono quindi trasformare in funzione della caduta semplicemente modificando la scala delle ascisse secondo la relazione accennata. Così alla velocità 2 corrisponderà la caduta  $\left(\frac{1}{2}\right)^2 = 0,25$ , alla velocità 0,5 la caduta  $\left(\frac{1}{0,5}\right)^2 = 4$ , ecc.

Il diagramma dei rendimenti in funzione della caduta riuscirà però più chiaro e significativo se la scala delle ascisse è uniforme e la fig. 69 rappresenta appunto i tre diagrammi tra-

sformati in questo senso. Le curve paraboliche hanno ora cambiato completamente aspetto e si sono molto appiattite tendendo all'asse delle ascisse all'infinito nel senso delle maggiori cadute. Naturalmente i tre diagrammi hanno conservato il loro carattere distintivo ed alla maggior ampiezza delle parabole nel senso della velocità corrisponde una maggior ampiezza delle curve derivate nel senso della caduta. Così la turbina più veloce ( $n_1 = 500$ ), che permette a parità di rendimento la maggior variazione di giri, permette anche la maggior variazione di caduta. Nel caso particolare rileviamo per es. che il rendimento per l'apertura normale si mantiene superiore all'80 % con una variazione di caduta da 0,6 a 1,9, ossia da 1 a 3,2. E' questa una proprietà molto importante delle turbine veloci che le rende specialmente adatte per le cadute variabili.

Le considerazioni precedenti si riferiscono all'apertura costante, notando però che col variare della caduta anche la portata sarà variata secondo la relazione  $\frac{Q}{\sqrt{H}} = \text{cost}$ . Si deduce

che nel caso particolare in cui la portata a caduta costante rimanesse costante, la  $\frac{Q}{\sqrt{H}} = \text{cost}$  rappresenterebbe pure la legge

di variazione della portata a caduta variabile, ossia la curva della portata a caduta variabile sarebbe rappresentata da una parabola coll'asse orizzontale. Però di solito la portata varia in più od in meno colla velocità per cui anche detta parabola si deforma. Nei tre diagrammi considerati sono segnate le curve  $Q - H$  della portata corrispondenti all'apertura massima, ottenute ricavando la portata a caduta costante dal rispettivo diagramma in funzione della velocità e leggendo sulla scala delle equivalenti cadute riferite alla velocità costante.

Si nota quindi che all'aumento della portata col crescere della velocità a caduta costante, ossia col diminuire della caduta a velocità costante, nelle turbine veloci corrisponde un raddrizzamento della parabola cioè la linea della portata passa al disopra della parabola per le cadute minori, al disotto per le cadute maggiori della normale, in modo di assumere un andamento quasi rettilineo e tendente all'orizzontale. L'opposto succede per le turbine lente (<sup>73</sup>). Se ne deduce subito il vantaggio delle turbine veloci la cui portata si dimostra meno influenzata dalla caduta.

Un effettivo vantaggio lo avrebbero se anche la potenza sviluppata fosse meno variabile colla caduta. Nel diagramma compaiono la portata ed il rendimento in funzione della caduta per cui è facile calcolare anche la curva della potenza. Si vede nei tre casi che essa ha un andamento quasi rettilineo e che per la turbina più veloce è un po' meno inclinata, per cui il vantaggio esiste sebbene minore di quanto sarebbe desiderabile.

### 33. - Turbine accoppiate.

Il problema del rendimento parziale è facilmente risolto quando la portata dell'impianto è suddivisa fra due o più turbine funzionanti insieme o isolatamente in modo da utilizzare in ogni caso la portata variabile con un grado di apertura delle turbine abbastanza grande e corrispondente ad un buon rendimento. Nei grandi impianti le turbine sono indipendenti e la scelta del loro numero e della loro potenza dipende di solito da criteri di economia e di esercizio. Negli impianti di piccola potenza con un solo gruppo le due o più ruote sono montate sullo stesso albero, ma sono collocate in camere d'arrivo separate ed isolabili in modo da eliminare le perdite d'acqua attraverso i distributori delle turbine inattive. Anche gli scarichi delle turbine destinate a funzionare separatamente devono essere indipendenti perchè il rendimento del diffusore resti inalterato. La disposizione migliore è quella che permette di isolare anche meccanicamente la turbina fuori servizio, non sempre però essa è possibile o comoda e si lascia girare anche la ruota inattiva a distributore chiuso avendo cura però che essa si trovi tutta nell'aria, ritenendosi trascurabile la resistenza che essa provoca per l'effetto ventilante a distributore chiuso.

Occorre tener presente che tutte le turbine montate sullo stesso albero devono avere la stessa velocità e per semplicità

(<sup>73</sup>) E' facile vedere che le curve delle portate  $Q - H$  non sono altro che le caratteristiche  $H - Q$  (fig. 50) in cui gli assi delle coordinate sono scambiati. Si possono quindi avere, secondo il tipo di turbina, i tre casi in cui la curva  $Q - H$  taglia l'asse delle ordinate  $H$  in senso positivo, all'origine o in senso negativo. Le curve dei rendimenti  $\epsilon - H$  sono pure del tipo delle  $\epsilon - Q$  trovate in funzione della portata (fig. 50 e 54).

di regolazione le turbine funzionanti contemporaneamente dovranno avere lo stesso grado di apertura. Questa condizione corrisponde anche a quella del massimo rendimento ottenibile dal funzionamento combinato quando le due turbine accoppiate hanno la stessa curva di rendimento. Se invece le turbine hanno una diversa caratteristica la condizione di massimo rendimento richiede un rapporto variabile fra le rispettive portate che sarebbe difficile ottenere meccanicamente quando le turbine sono comandate da un regolatore, mentre il piccolo vantaggio di rendimento ottenibile non compensa la complicazione della manovra <sup>(74)</sup>.

Consideriamo ora alcuni dei casi più caratteristici che possono presentarsi in pratica. Il caso più comune è quello di due turbine uguali, semplici o doppie, sullo stesso albero in camere separate e con scarichi indipendenti. Crescendo la portata a partire dalla minima si funziona dapprima con una sola turbina fino alla totale apertura corrispondente a metà della portata totale. Poi si mette in funzione la seconda turbina portandole però ambedue a metà portata e proseguendo ad aprirle contempora-

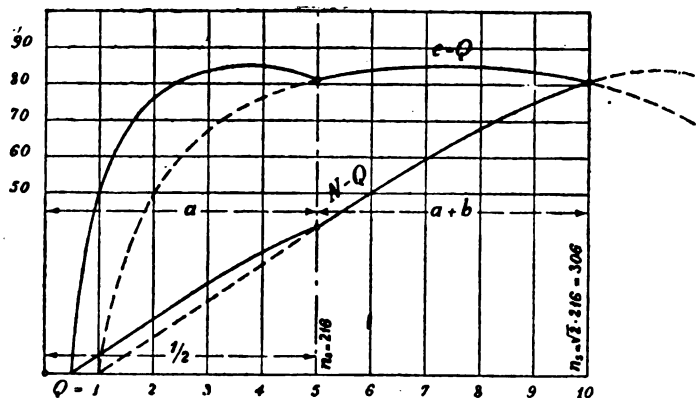


Fig. 70. — Accoppiamento di due turbine uguali  $n_s = \sqrt{2} \cdot 216 = 306$ .

neamente fino a totale apertura. Le fig. 70 e 71 rappresentano i diagrammi di rendimento in funzione della portata per questa combinazione nell'ipotesi di ruote normali con  $n_s = 216$  oppure veloci con  $n_s = 450$ . E' evidente che la curva di rendimento delle due turbine funzionanti contemporaneamente ad eguale apertura si può considerare come la stessa di una sola turbina riferita ad una portata doppia. Nel diagramma sono tracciate le due curve, l'una con ascisse doppie di quelle dell'altra e risulta evidente il guadagno in rendimento che si ottiene con portate inferiori alla metà passando dal funzionamento della turbina doppia alla semplice. Nel caso particolare del primo diagramma riferentesi ad una turbina meno veloce osserviamo che a metà portata si ha lo stesso rendimento 0,81 come a totale apertura, per cui le due curve avranno in comune questo punto ed il passaggio dall'uno all'altro funzionamento avviene regolarmente senza sbalzi e così pure la curva della potenza risulta continua. In questo e nei diagrammi successivi la curva della potenza è riferita alla portata totale  $Q_1 = 1$  in modo che con la caduta  $H = 1$  risulta  $N_1 = \eta_1 \cdot Q_1 \cdot H = \eta_1$  a completa apertura, mentre colla portata parziale  $\varphi \cdot Q_1$  si ha:

$$N_0 = \eta_0 \cdot \varphi \cdot Q_1 \cdot H = \eta \cdot \varphi \cdot Q_1$$

Nel secondo diagramma invece (fig. 71), riferentesi ad una  $n_s = 450$ , le curvature sono più accentuate ed il rendimento a metà portata è inferiore a quello a totale apertura, per cui il passaggio diretto dalla turbina semplice alla doppia darebbe luogo ad una brusca diminuzione di rendimento e di potenza. Fenomeno questo facile da constatare in pratica e che persuaderebbe facilmente l'utente della convenienza di continuare il funzionamento con una sola turbina a costo di lasciar sfiorare un po' d'acqua esuberante e di non aprire la seconda turbina se non quando la portata disponibile sia tale da ottenere la stessa potenza anche con le due turbine parzializzate. Questo equivale a prolungare idealmente la curva di rendimento della turbina semplice oltre all'apertura totale che si suppone corrisponda anche alla massima potenza. Restando quindi la potenza costante ed aumentando la portata il rendimento e va-

riera in ragione inversa secondo la relazione  $e \cdot Q = \text{cost}$ , vale a dire il prolungamento della curva sarà costituito da un'iperbole equilatera che incontrerà la curva della turbina doppia in un punto di rendimento minimo più alto di quello che si avrebbe altrimenti avuto funzionando subito con la turbina doppia. Ne risulta così una curva di rendimento variabile da 0,75 a 0,85 con due minimi e due massimi, che si estende dalla portata minima 2,7/10 alla totale, tale cioè da soddisfare ai casi più spinti di parzializzazione.

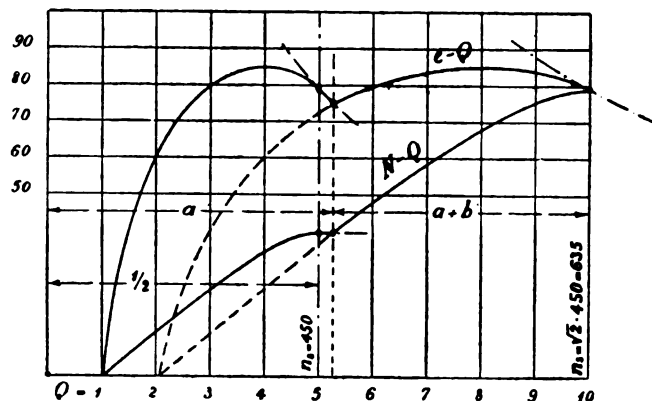


Fig. 71. — Accoppiamento di due turbine uguali  $n_s = \sqrt{2} \cdot 450 = 635$ .

Naturalmente la curva corrispondente alla  $n_s$  minore (figura 70) è più pianeggiante ed ha un'estensione maggiore, infatti il 0,75 si ottiene a partire dalla portata minima 2/10 mentre il rendimento minimo intermedio si mantiene sul 0,81 e questo rendimento minimo si ha per tutta l'estensione della portata a partire dai 2,5/10, ossia da 1/4 della portata. Il secondo diagramma (fig. 71) dimostra nello stesso tempo che con una  $n_s$  superiore, vale a dire con una curva più ripida di rendimento, l'accoppiamento di due turbine uguali non sarebbe più vantaggioso.

Si presenta ovvio il sistema di accoppiare due turbine di portata differente in modo di avere a disposizione tre combinazioni corrispondenti al frazionamento della portata in altrettante parti. Poichè le due turbine devono avere la stessa velocità una delle soluzioni sarebbe quella di accoppiare una turbina semplice con una doppia dello stesso tipo e diametro, costituendo cioè un insieme di tre ruote uguali che nelle diverse combinazioni di turbina semplice, doppia e tripla avrebbero la stessa curva di rendimento riferita all'apertura. Il diagramma risultante è quindi costituito dalla sovrapposizione delle tre curve aventi rispettivamente per ascisse 1/3, 2/3 e 3/3 della portata.

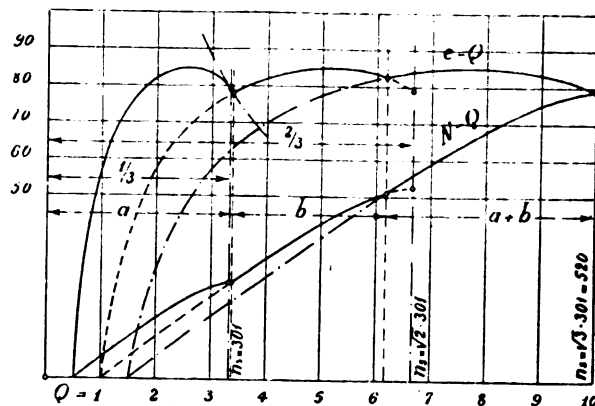


Fig. 72. — Accoppiamento di tre turbine uguali, ossia di una semplice ed una doppia  $n_s = \sqrt{3} \cdot 361 = 520$ .

La fig. 72 rappresenta un diagramma riferito alla  $n_s = 301$ . Si nota che in questo caso nel passaggio dalla turbina doppia a totale apertura alla tripla con apertura corrispondente a 2/3  $Q$  succede l'opposto di quanto avviene passando dalla semplice alla doppia, cioè il rendimento e la potenza aumentano bruscamente. Ciò dimostra che le due curve dei rendimenti s'incontrano in corrispondenza di una portata inferiore ai 2/3  $Q$ , e si potrà quindi usufruire di un miglior rendimento attaccando la terza turbina prima ancora che la doppia abbia raggiunto la completa apertura. Anche questa combinazione presenta lo stesso punto critico al passaggio dalla semplice alla doppia, che la rende inadatta per le turbine con curva di rendimento ripida.

<sup>(74)</sup> Sull'accoppiamento delle turbine e sulla ripartizione della portata per ottenere il massimo rendimento tratta in particolare il Prof. THOMANN: Ueber die Zusammenschaltung von Wasserturbinen - Schweiz. Bauztg., 1926, pag. 55.

Si possono invece combinare ruote con caratteristiche  $n_s$  diverse purchè abbiano la stessa velocità  $n_1$ . Il diagramma a mosaico (fig. 67) dimostra che si possono trovare in tutte le serie ruote con velocità quasi uguale, sebbene di diametro e portata differenti. Due di esse si potranno accoppiare alla condizione che le rispettive portate e le curve di rendimento siano tali che questo non scenda nelle zone di passaggio sotto un certo limite. Quindi quanto più le ruote sono veloci tanto minore sarà la differenza di portata ammissibile fra di esse.

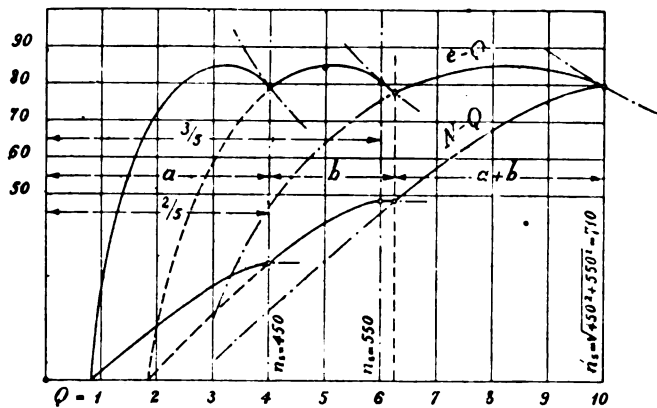


Fig. 73. — Accoppiamento di due turbine disuguali  
 $n_s = \sqrt{450^2 + 550^2} = 710$ .

Il diagramma della fig. 73 si riferisce a due ruote rispettivamente con  $n_s = 450$  e  $550$  le cui portate, con la stessa velocità  $n_1$ , stanno nel rapporto di  $2/3$  corrispondente ad un rapporto fra i diametri  $1/1,19$ . Sovrapponendo le due curve dei rendimenti riferite alle rispettive portate risulta che nel passaggio diretto dalla turbina piccola alla turbina grande si ha continuità di funzionamento poichè il rendimento a totale apertura della piccola è uguale circa a quello della grande ad ugual portata. Raggiunta la massima apertura della turbina grande si riattacca la piccola parzializzandole entrambe.

Potrebbe interessare lo studio della condizione di massimo rendimento<sup>(75)</sup>, che però è poco diverso da quello che si ottiene portando le turbine allo stesso grado di apertura per comodità di regolazione, ossia circa allo stesso grado di portata nel rapporto di  $2/3$ . Il rendimento risultante si calcola in base ai rendimenti parziali di ciascuna ruota riferiti alla rispettiva portata ossia, indicando con gli indici  $a$ ,  $b$ , e  $c$ , i dati che si riferiscono al funzionamento con la prima, con la seconda o con entrambe:

$$\eta_c = \frac{\eta_a Q_a + \eta_b Q_b}{Q_c}$$

in cui  $Q_c = Q_a + Q_b$ . Tracciata anche questa curva di rendimento si vede nel caso considerato che essa passa al disotto del rendimento a totale apertura della turbina grande, per cui come al solito sarà opportuno rinunciare ad una piccola parte della portata funzionando con la sola turbina grande fino a quando si potrà ottenere la stessa potenza con le due turbine accoppiate e parzializzate. Ne risulta così un diagramma complessivo in cui il rendimento variabile da 0,85 non scende sotto al minimo di 0,78 per tutta l'estensione della portata a partire da  $2,2/10 Q$ , pure avendo le due turbine una caratteristica complessiva  $n_s = 710$ .

Lo stesso principio dell'accoppiamento di due turbine con caratteristiche differenti si potrebbe applicare anche a ruote più lente, come appare dal diagramma (fig. 74) in cui le due ruote con  $n_s = 216$  e  $301$  rispettivamente hanno portate nel rapporto di  $1/2$ . Si nota che anche qui nel passaggio del funzionamento dalla turbina piccola più lenta alla grande si avrebbe una brusca per quanto piccola diminuzione di rendimento e di potenza. Però nella turbina lenta la massima apertura normale non corrisponde alla massima potenza (vedi anche fig. 70) per cui aprendo maggiormente il distributore sarà possibile ottenere ancora un piccolo aumento di potenza sebbene con rendimento diminuito, sempre però superiore a quello corrispondente alla turbina grande parzializzata a parità di portata. Convien quindi in questa circostanza sfruttare maggiormente la ruota più lenta fino al punto di incrocio delle due curve di rendimento nel diagramma.

Dal confronto dei diagrammi delle fig. 70 e 74 risulta che la combinazione di due ruote differenti con portate nel rapporto da 1 a 2 ed una complessiva  $n_s = 370$  dà luogo ad una curva di rendimento che si può ritenere migliore di quella ottenuta con due ruote uguali ed una complessiva  $n_s = 306$ . Buona e di pochissimo inferiore alla stessa è la curva ottenuta combinando tre ruote uguali veloci con una complessiva  $n_s = 520$  (fig. 72) per cui è senz'altro evidente il vantaggio della ripartizione della portata su tre ruote uguali oppure su due disuguali invece che

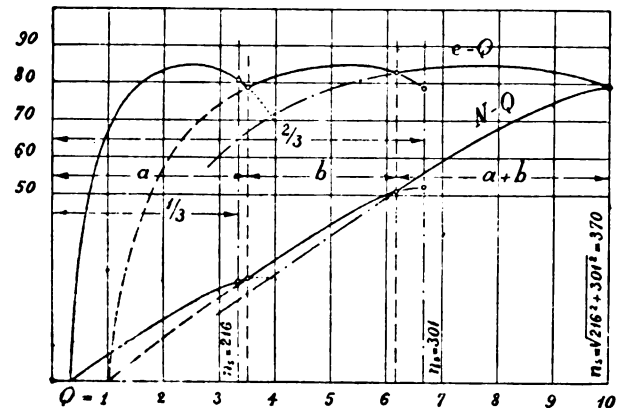


Fig. 74. — Accoppiamento di due turbine disuguali  
 $n_s = \sqrt{216^2 + 301^2} = 370$ .

su due uguali. Sulla scelta di una di queste combinazioni o di altre analoghe influirà come di solito il regime della portata disponibile, l'entità della medesima ossia la grandezza delle turbine, la velocità da raggiungere per l'accoppiamento diretto col l'alternatore ed in generale la questione economica.

#### 34. - Garanzie di rendimento.

Le considerazioni precedenti sul funzionamento delle turbine e sul loro rendimento sono riferite alla portata poichè questa misura l'energia disponibile in natura che si deve trasformare in energia meccanica utile. Dal lato idraulico e tecnico non c'è dubbio che questo riferimento non sia il più logico. Tuttavia è invalso l'uso nell'industria di riferire i rendimenti e le garanzie alla potenza sviluppata dalla turbina. Questo sistema trova il suo confronto nell'elettrotecnica poichè anche i rendimenti delle macchine elettriche vengono riferiti alla po-

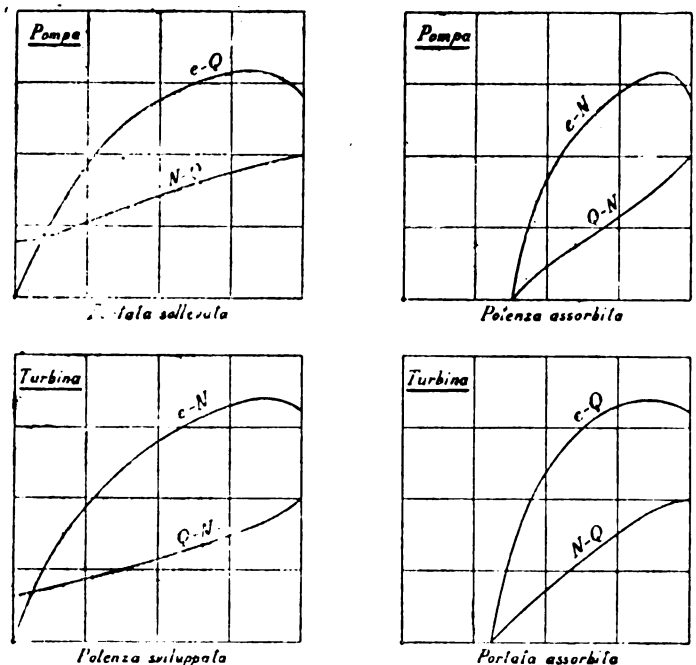


Fig. 75. Confronto dei diagrammi di rendimento riferiti alla portata ed alla potenza.

tenza resa e non a quella assorbita. Notiamo però subito che la curva dei rendimenti di queste macchine in generale è pianeggiante, almeno nella massima parte, per cui non cambia di aspetto riferendola alla potenza resa piuttosto che a quella assorbita.

<sup>(75)</sup> Vedi THOMANN già citato, riportato anche ne *L'Energia Elettrica*, 1926.



Si potrebbe pure osservare che anche nelle pompe centrifughe il rendimento è riferito di solito alla portata innalzata e non alla potenza meccanica assorbita in HP, sebbene la curva risulti ben differente nei due casi (fig. 75). Questo riferimento è difatti logico nella maggior parte dei casi, quando la pompa funziona semplicemente da macchina operatrice collo scopo di sollevare una certa portata, alla quale torna più comodo riferire il rendimento. In questi casi non ha tanta importanza la forma della curva del rendimento quanto la condizione che la potenza assorbita col variare della prevalenza non superi quella disponibile del motore. Poco importa quindi che la pompa a portata piccola o nulla assorba quasi la stessa potenza come in piena efficienza poichè evidentemente in queste condizioni il suo funzionamento non ha alcun scopo e la potenza motrice può essere risparmiata. Però se la pompa funziona da vero trasformatore di energia meccanica in energia idraulica, come avviene negli impianti di accumulazione, è evidente l'interesse di conoscere il rendimento della trasformazione riferito alla potenza meccanica fornita alla pompa in più o meno grande misura e che si intende di utilizzare nel miglior modo. Così l'utente della turbina calcola la rendita del suo impianto in base alla portata disponibile che continuamente defluisce, e sarebbe opportuno quindi che i diagrammi dei rendimenti e le garanzie nell'interesse dell'acquirente si uniformassero a questo punto di vista onde evitare sgradite sorprese.

Quale influenza sulla forma della curva dei rendimenti eserciti il riferimento alla potenza piuttosto che alla portata lo dimostra il confronto dei diagrammi (fig. 57) eseguiti secondo i due sistemi. Questa differenza è minima per le turbine lente e per la turbina Kaplan, come lo sarebbe anche per la turbina Pelton, cioè per le turbine con curva di rendimento pianeggiante, mentre diventa molto sensibile per le turbine veloci. Infatti la curva  $e - N$  parte sempre dall'origine degli assi mentre la  $e - Q$  parte da una portata  $Q_0$  sempre più grande quanto maggiore è la  $n$ , della turbina. E' vero però che le massime differenze si hanno in corrispondenza dei bassi rendimenti cioè fuori del campo normale di utilizzazione della turbina, quindi con questa limitazione forzata anche il rendimento riferito alla potenza può essere giustificato.

E' naturale d'altra parte che i costruttori di turbine cerchino di presentare le loro costruzioni sotto l'aspetto più lusinghiero e che non respingano un sistema a loro apparentemente più favorevole. L'assillante ricerca dell'economia negli impianti del dopo-guerra ha reso sempre più generale la richiesta di turbine veloci che i costruttori hanno perfezionato al punto di ottenere con esse i massimi rendimenti. Però, escluso il sistema Kaplan, a tutte è comune il difetto del cattivo rendimento parziale, che per ora risulta inevitabile. Non tutti i tecnici che si occupano di impianti di turbine sembrano persuasi di ciò attribuendo la deficienza alla costruzione invece che al sistema. Il costruttore, pur consigliando di usare le turbine veloci con prudenza, cerca per quanto possibile di attenuare il difetto e dando le garanzie parziali in base alla potenza invece che alla portata ottiene un miglioramento apparente di qualche % che rende meglio accetta la turbina. Questi piccoli espedienti diventerebbero inutili quando fosse meglio conosciuto il funzionamento delle turbine, ed a questo scopo anche vorrebbero contribuire queste note.

Bologna, marzo 1927.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentata da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Galileo Ferraris e l'invenzione dei trasformatori.

Riceviamo:

Budapest, il 13 giugno 1927.

Alla Spett. Redazione dell'«Elettrotecnica»,

Noi abbiamo recentemente pubblicato alcuni fascicoli sulla storia del trasformatore e sul primo sviluppo degli impianti di trasporto di energia ad alta tensione da Tivoli a Roma. In essi, non è stata fatta menzione dei meriti di Galileo Ferraris e della parte che giustamente gli compete e ciò a causa di insufficiente documentazione in merito al momento della redazione. Poichè è stata attirata la nostra attenzione su questo punto, desideriamo dare atto di quanto segue, ben lieti di avere questa occasione per rendere omaggio all'illustre Italiano.

Non v'è dubbio, che Galileo Ferraris compì opera di pioniere all'epoca del primo sviluppo dei trasformatori elettrici. La sua memoria presentata l'11 gennaio 1885 all'Accademia delle Scienze di Torino sui trasformatori di Gaulard e Gibbs riassume una serie di prove sperimentali compiute l'anno innanzi e le illumina con la solita magnifica penetrazione del suo genio. E la successiva memoria del luglio 1885 sul trasformatore Ganz, della cui invenzione egli riconosce esplicitamente il merito a Zipernowsky, Déri e Bláthy che l'avevano brevettato il 2 gennaio 1885, è un nuovo esempio della potenza chiarificatrice e generalizzatrice del grande scienziato, che contribuì certamente all'ulteriore sviluppo delle conoscenze teoriche e pratiche sul trasformatore.

Di ciò ebbe a dare la riprova lo stesso Galileo Ferraris, consigliando più tardi coraggiosamente al gerente Carlo Pouchain della Società Anglo-Romana di non esitare nell'adozione del nuovo sistema di trasporto di energia in quel famoso impianto di Tivoli (1891), che rimarrà nella storia dell'elettrotecnica. Ed è infine superfluo ricordare, che, indipendentemente da tutto ciò, lo sviluppo degli impianti elettrici trifasi è indissolubilmente legato all'opera di Ferraris come ideatore del motore a campo rotante.

SOCIETÀ ANONIMA GANZ DI ELETTRICITÀ.

Non possiamo che essere lieti di un così autorevole riconoscimento dei meriti del nostro Grande, e ringraziamo la Casa Ganz per la sua cortesia.  
(N. d. R.).

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

#### A. E. ANDERSON — Interruttori a chiusura automatica per la protezione di sezionamenti di linee di contatto. (Gen. El. Rev., febbraio 1927, pag. 105).

L'A. illustra il funzionamento di equipaggiamenti per la chiusura automatica di interruttori di linea ad aggancio meccanico comandati elettricamente a distanza, descrivendone dettagliatamente le singole parti e riportando interessanti risultati di prove eseguite: i tipi descritti vengono usati per linee di contatto di impianti di trazione a corrente continua, 600 volt.

Le principali caratteristiche di tali equipaggiamenti, normalmente costruiti per correnti continuative di 1200, 1600, 2000, 3000 ampere, sono:

- funzionamento indipendente dalla direzione della corrente;
- selettività negli scatti per corrente massima;
- funzionamento normale entro limiti di tensione molto ampi (300 a 660 volt) e perciò praticamente indipendente dalle inevitabili oscillazioni della tensione di linea;
- chiusura automatica dell'interruttore a tempo differito con una durata minima di apertura regolabile e indipendente dalle condizioni di carico;
- riunione di tutte le apparecchiature su di un unico pannello.

Gli interruttori di linea usati con detti equipaggiamenti sono del tipo per montaggio sul quadro, dotati di contatti metallici, di soffio elettromagnetico, di comando a mano e di comando elettrico a distanza. Normalmente sull'interruttore è montato il solo dispositivo di scatto per corrente massima; è possibile aggiungervi anche il dispositivo di scatto per variazione di carico, consistente in una bobina di scatto montata sull'interruttore ed alimentata da un apposito trasformatore di corrente. I due dispositivi tuttavia funzionano indipendentemente uno dall'altro.

Il dispositivo di chiusura automatica è essenzialmente costituito

da due relais di tensione funzionanti a tempo differito (intervallo di taratura  $5'' \div 6''$ ) e da un relais differenziale; la regolare successione delle operazioni è assicurata da opportuni blocchi elettrici.

I due relais di tensione hanno funzioni identiche: ciascuno di essi può, indipendentemente dall'altro, provocare il funzionamento del relais differenziale. L'impiego di due relais è necessario per tener conto del fatto che la linea può essere alimentata in punti comunque distribuiti rispetto all'interruttore. I relais in conseguenza debbono essere inseriti uno da una parte ed uno dall'altra dell'interruttore stesso; la loro inserzione è operata da contatti ausiliari portati dall'interruttore, chiudendosi all'atto in cui esso si apre. Quando gli equipaggiamenti siano adoperati per la protezione di linee di alimentazione sarà sufficiente un solo relais di tensione.

Il relais differenziale ha quattro avvolgimenti, due principali (uno ampermetrico ed uno voltmetrico) ad azione contrastante, uno di compensazione, per rendere la sensibilità del relais indipendente dalla direzione della corrente, ed uno di ritenuta.

La bobina voltmetrica, la cui azione tende ad energizzare il circuito di chiusura dell'interruttore di linea, è comandata da uno qualunque o da entrambi i relais di tensione; la bobina ampermetrica è derivata ai due estremi di una resistenza, la quale è a sua volta derivata ai due morsetti dell'interruttore. Opportuni dispositivi accessori assicurano che alla messa in servizio dell'equipaggiamento la resistenza si trovi inserita prima che possano energizzarsi i due relais di tensione.

Ciò premesso, avvenuto lo scatto dell'interruttore, la richiusura di esso potrà verificarsi solo quando l'influenza della bobina voltmetrica prevarrà su quella della bobina ampermetrica, la cui azione è direttamente proporzionale alla corrente di linea. Di qui deriva la possibilità di stabilire un valore limite del carico della linea, al di sopra del quale è impedita la richiusura automatica dell'interruttore.

L'A. riporta i risultati di molteplici prove eseguite, fra le quali degne di speciale rilievo sono quelle fatte su equipaggiamenti del tipo per 1600 ampere connessi in serie con interruttori ultra rapidi cortocircuitanti esistenze limitatrici di carico. L'intensità massima delle correnti interrotte fu di 35.000 amp., il tempo di apertura, misurato fra due valori di carico nullo, raggiunge appena  $0,4''$ .

C. G. E. (\*)

#### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. B. NOTTINGHAM — **Curve caratteristiche dell'arco normale; dipendenza dell'esponente  $n$  dalla temperatura assoluta dell'anodo.** (Phys. Review, ottobre 1926).

E' noto che tra l'intensità di corrente che attraversa l'arco, supposto di lunghezza costante, e la tensione agli estremi dell'arco corre una relazione del tipo  $V = A + \frac{B}{I^n}$  dove  $A$  e  $B$  sono costanti di-

pendenti dalla lunghezza dell'arco, dalla natura dei materiali degli elettrodi, e dall'atmosfera che circonda l'arco, ed  $n$  una costante dipendente dalla natura del materiale dell'anodo.

L'equazione sopra scritta si lascia trasformare nella  $\log(V - A) = \log B - n \log I$ , che è l'equazione di una retta, costruita la quale si ha  $n$ . Allo scopo di determinare  $n$ , furono fatte numerose esperienze su archi fra elettrodi di carbone, di tungsteno, di zinco in aria; di zinco in argon; di rame; come pure fra elettrodi diversi tra loro. Si è riscontrato che questo coefficiente dipende della temperatura di ebollizione  $T$  dell'elettrodo.

La tabella seguente riassume i principali risultati delle esperienze ( $T$  in gradi assoluti):

Anodo	Catodo	$n$	$T^\circ$	Esperimentatori
Tungsteno	Tungsteno	1.380	5100 k	Langmuir
Platino	Platino	1.150	4180 "	Langmuir
Carbone	Carbone	1.000	3770 "	Van der Waals
Carbone	Rame	0.985	3770 "	Van der Waals
Rame	Rame	0.670	2580 "	Greenwood
Alluminio	Carbone	0.650	2480 "	Ruff-Schmidt
Nikel	Carbone	0.640	2450 "	Hagenbach-Langbein
Nikel	Nikel	0.640	2450 "	Hagenbach-Langbein
Argento	Carbone	0.624	2370 "	v. Wartenberg
Zinco (aria)	Carbone	0.570		
Zinco (aria)	Zinco	0.570		
Piombo	Carbone	0.480	1850 "	v. Wartenberg
Antimonio	Carbone	0.460	1710 "	Greenwood
Bismuto	Carbone	0.445	1690 "	Greenwood
Zinco (argon)	Zinco	0.345	1180 "	Braume

Da queste cifre si deduce la relazione empirica  $n = 2,62 \times 10^{-4} T$ , dove  $T$  è la temperatura assoluta di ebollizione dell'anodo, relazione che deve ritenersi rappresenti un'altra delle caratteristiche dell'arco.

Questa relazione può servire a togliere certe divergenze relative alla vera forma delle curve caratteristiche.

A. M.

#### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

E. MEYER — **Caratteristiche d'alto-parlanti.** (Wireless World, 15 dicembre 1926, Vol. XIX, N. 24, pag. 805).

Costituito un circuito generatore di oscillazioni come in fig. 1, dove  $C_1$  e  $C_2$  sono capacità variabili, abbiamo che la corrente anodica  $I_a$  è funzione del rapporto  $\frac{C_1}{C_2}$  (fig. 2). Per la determinazione che interessa,  $C_1$  è disposto in modo da lavorare sulla parte crescente della curva, cioè in guisa che ad un aumento di  $C_2$  la corrente anodica diminuisce e viceversa. S'intende che la condizione di massimo è quella in cui i due circuiti oscillatori sono in risonanza.

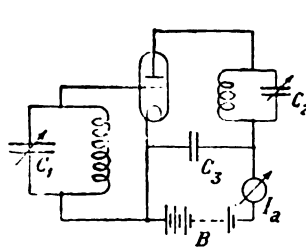


Fig. 1.

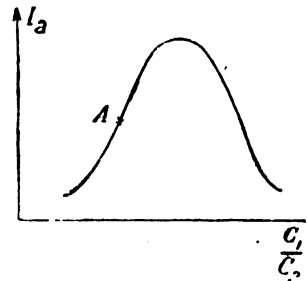


Fig. 2.

Nel dispositivo dell'Autore  $C_1$  è il condensatore di un microfono a condensatore. Questo, come è noto, consiste essenzialmente in due lamine, la cui distanza vien fatta variare dall'onda sonora. L'arrivo di questa sul microfono ne varia quindi la capacità sincronicamente colla pressione dell'aria dovuta all'emissione della nota. Di conseguenza varia colla stessa pulsazione il valore della corrente  $I_a$ . Un telefono capace di risentire le variazioni di  $I_a$  rivela a sua volta una nota corrispondente in tono a quella impressa al diaframma del microfono. Applicando ora a  $C_2$  una f. e. m. alternata di opportuna ampiezza, di eguale frequenza, ma in opposizione di fase rispetto all'azione dell'onda sonora, si può ottenere che le armature cessino di vibrare e la corrente anodica resti invariata. Dal valore della f. e. m. di compensazione, si può dedurre l'intensità del suono raccolto.

In pratica i circuiti non sono così semplici come in fig. 1; il telefono e il microfono sono connessi al circuito principale attraverso due trasformatori (fig. 3), il circuito filtro  $D$  è disposto, affinché il generatore  $G$  non sia raggiunto dall'alta frequenza, e il condensatore  $C_4$  per impedire il passaggio della corrente continua necessaria per fare funzionare il microfono, attraverso al primario di  $T$ . La corrente fornita dal generatore  $G$  deve avere la stessa frequenza della nota con cui l'alto parlante viene provato.

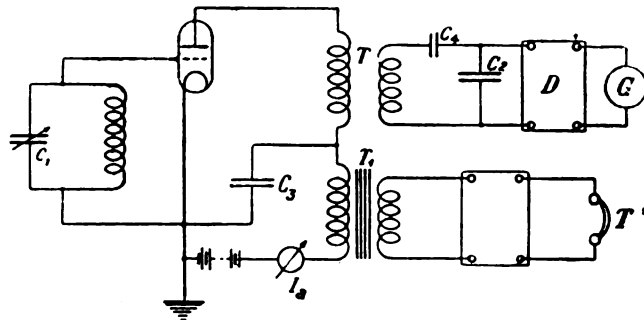


Fig. 3.

Per la misura della intensità cercata, si procede nel modo seguente: udito il suono al telefono si varia il potenziale della corrente d'opposizione, fino a quando il telefono rimane silenzioso. Dalla lettura di tale potenziale è allora noto il valore della intensità fonica appena si conosca a quante dine per  $cm^2$  corrisponde una certa tensione. Per questa determinazione l'A. opera seguendo il cammino inverso a quello con cui procede nella misura: applica cioè un potenziale d'opposizione noto e costante e varia la pressione statica, che misura con un manometro, sul diaframma del microfono, sino a che la corrente anodica riassume il valore di prima dell'applicazione della f. e. m. di compensazione; rimane così nota la relazione che lega i due valori elettrico e meccanico che esprimono l'intensità cercata.

Il dispositivo dell'A. è stato impiegato per determinare le caratteristiche degli alto parlanti, ossia per rilevare un diagramma, in cui le ascisse sono le frequenze secondo le quali è eccitato l'alto parlante, e le ordinate le corrispondenti pressioni ossia le intensità foniche in un punto determinato rispetto alla bocca dell'alto parlante stesso. E' stato anche agevole tracciare le linee di eguale intensità del suono in punti diversi e determinare così in quale modo influisca la forma del diffusore dell'apparecchio sulla distribuzione delle onde sonore.

C. Ai.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un nuovo tipo di valvola con patrona economica per corrente fino a 25 A, 500 volt, che permette di abbassare sensibilmente il costo degli impianti, è descritto nelle A. E. G. Mitt. del gennaio 1927.

Il principio costruttivo è quello di non permettere che fusibili dimensionati per intensità di correnti maggiori vengano inavvertitamente usati al posto di quello bruciato. Il tappo è diviso in due parti: cappa filettata e patrona ricambiabile, che porta alla sua estremità inferiore il cilindretto di contatto, di diametro diverso a seconda della intensità di corrente per cui è costruito il fusibile. Avvitando il tappo il cilindretto va a infilarsi in un corrispondente anello dello stesso diametro avvitato nel fondo della sede di valvola. Ciò che contraddistingue questo nuovo tipo è la riduzione notevole dei pesi e delle dimensioni delle singole parti, il che consente un risparmio di spazio e di costo non indifferente nella costruzione dei quadretti porta-valvole, e il miglioramento apportato al sistema di contatto che viene reso più sicuro; nello stesso tempo è stato semplificato il montaggio delle singole parti una nell'altra rendendo l'installazione più facile e più comoda. Il prezzo della valvola si asserisce risulti inferiore a quello degli altri tipi simili.

### APPLICAZIONI AGRICOLE.

Bollitori elettrici per foraggi sono descritti nelle A. E. G. Mitt. del gennaio 1927.

L'impiego di questi apparecchi si va sempre più estendendo ed è giustificato dai vantaggi che essi offrono: servizio semplice, eliminazione di combustibile da trasportare, depositare e rimuovere, eliminazione di fumo, fuliggine, camini e non ultima l'economia nelle spese di esercizio. I tipi che più si diffondono sono quelli con una capacità di 50, 100 e 200 litri cui corrispondono cariche di 35, 70 e 140 kg di patate fresche per foraggio, e una potenza assorbita di 750, 1500, 2200 watt. Si sono fissate queste potenze perché con esse è possibile portare a compimento il processo in 7-8 ore approfittando così della notte per avere tariffe più favorevoli. I più piccoli sono monofasi, quelli da 200 litri monofasi o trifasi.

Riferendo il rendimento a quando il bollitore viene riempito con sola acqua che viene poi riscaldata fino a 95° e applicando la formula:

$$\eta = \frac{\text{Quantità d'acqua} \times \text{differenza di temperatura}}{860 \times \text{kWh}}$$

da numerosissime misure fatte nelle condizioni più favorevoli si ottennero rendimenti dell'85-90 per cento.

### FISICA E CHIMICA.

Un nuovo microfotometro registratore a cellula fotoelettrica è descritto nel Bull. de la Soc. de Physique del 4 febbraio 1927. La corrente della cellula fotoelettrica è amplificata con un dispositivo a lampada a vuoto appositamente studiato di modo che le fluttuazioni di corrente della cellula sono moltiplicate per un fattore costante eguale a circa 500 ciò che permette di usare come apparecchio misuratore un galvanometro ordinario. L'apparecchio è molto preciso e molto sensibile: esso permette di analizzare rapidamente delle fotografie di spettri molto complessi e di struttura molto fine e contrastata.

### MATERIALI.

Sulle proprietà dielettriche dei vetri di tipo commerciale sono stati compiuti accurati studi nei laboratori della Bell. Teleph. Lab. Inc. e i risultati sono riportati nell'Electrical World del 19 marzo 1927, pag. 601. I diversi vetri, dei quali viene riportata la precisa composizione chimica sono stati sottoposti ad esperienze con correnti alternate alla frequenza da 1000 a 30.000 periodi per secondo, determinandosi per ogni vetro la costante dielettrica, le perdite di potenza, ecc. I vetri Pyrex hanno dimostrato di possedere la più bassa costante dielettrica. In generale tale costante diminuisce colla frequenza. I vetri con alto valore della costante hanno anche elevati sfasamenti; entrambi queste caratteristiche aumentano colla temperatura.

### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Un nuovo tipo di valvola per radiatori di trasformatori è descritto nella General Electric Review del dicembre 1926. Essa è stata studiata allo scopo di poter montare e smontare i radiatori dei trasformatori a raffreddamento naturale senza bisogno di vuotare le casse d'olio. La valvola, del tipo a farfalla ha per corpo e per sede la flangia stessa che si salda al cassone per attaccarvi il radiatore. Appositi accorgimenti meccanici sono disposti per permettere di constatare immediatamente se le valvole sono aperte o chiuse e per bloccare le valvole in modo che sia impossibile aprirle quando i radiatori sono smontati. Si può con tale dispositivo trasportare il trasformatore pieno d'olio e senza radiatori, che si possono montare a destinazione senza incorrere in nessuna perdita di olio; inoltre vi è la possibilità di montare o smontare un radiatore in qualunque momento anche durante il funzionamento del trasformatore; la cassa può essere utilizzata come autoclave senza sottoporre a sollecitazioni meccaniche i radiatori.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

## RELAZIONI E COMUNICAZIONI annunciate per la XXXII Riunione Annuale dell'A.E.I.

Como - 6-10 ottobre 1927

Ripubblichiamo qui l'elenco aggiornato delle comunicazioni annunciate per il prossimo Congresso.

### TEMA A — Comunicazioni elettriche.

#### Relazioni:

Lo stato attuale della telefonia a grande distanza - G. DI PIRRO.  
La telefonia urbana e i sistemi automatici - A. FARANDA.  
Lo sviluppo della telegrafia sottomarina - G. PERILLI.  
I sistemi telegrafici moderni - C. ALBANESE e T. MAZZUCA.  
Il problema telefonico in Italia - G. PONTI.  
La rete telefonica italiana interurbana in cavi - G. PESSON.  
Struttura fisica dei suoni e loro percezione - U. BORDONI.  
Le perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici e telefonici dalle linee ad alta tensione e a forte corrente - G. DI PIRRO.  
Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche - G. PESSON.

#### Comunicazioni:

F. AJANI - Fondamenti di una teoria dei circuiti con speciale riguardo a quelli telefonici.  
V. GORI - Induzione mutua fra circuiti e velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche. (*L'Elettrotecnica*, n. 14 del 15 maggio 1927, pag. 305).  
— Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici.  
C. MATTEINI - Rilievo delle caratteristiche di triodi trasmettenti.  
G. PESSON e T. GORIO - Impiego dell'oscillografo per lo studio delle correnti radiotelegrafiche.  
G. PESSON - MONTEFINALE G. — Il centro radiotelegrafico di Roma. (*L'Elettrotecnica*, n. 19 del 5 luglio 1927, pag. 413).  
G. VALLAURI - Confronti fra misure di frequenza, per mezzo dei piezorisuonatori.  
F. VECCHIACCHI - Taratura dei cimometri radiotelegrafici. (*L'Elettrotecnica*, 15 Maggio 1927, n. 14, pag. 298).

### TEMA B — Isolamento delle grandi linee.

#### Relazioni:

Sulla tecnica degli isolatori - E. ALESSANDRI.  
Particolari e accessori delle catene di isolatori - A. DALLA VERDE.  
Isolatori passanti per altissime tensioni - G. SILVA. (*L'Elettrotecnica*, n. 18 e 19, 25 giugno e 5 luglio 1927, pagg. 401 e 420).  
Isolatori in porcellana, in vetro ed in pyrex per linee ad alta tensione - S. BROGGI.  
Sul così detto invecchiamento degli isolatori - G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO.  
Sulle prove degli isolatori - F. MOTTI.  
Conduttori per linee ad altissima tensione - E. SEMENZA.  
Sul collegamento a terra del neutro negli impianti ad alta tensione - G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO.

#### Comunicazioni:

L. SELMO - Sul selezionamento termico degli isolatori (*L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1927, n. 8, pag. 176).

### Necrologio

\* \*

Immaturamente ed improvvisamente mancava in questi giorni l'

**Ing. Comm. CARLO BONOMI**

della Sezione di Milano, Direttore della Rivista *L'Energia Elettrica* fin dalla sua fondazione. Alla memoria del Confratello così immaturamente scomparso, la Redazione dell'*Elettrotecnica* invia un ultimo deferente saluto, associandosi alle espressioni di condoglianze che l'A. E. I. e, personalmente, innumerevoli consoci hanno inviato ai figli così dolorosamente provati.

# L'ELETTRONICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTRONICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Campioni di frequenza.

Continuiamo oggi la pubblicazione delle memorie destinate alla prossima Riunione annuale, con un lavoro del collega VALLAURI.

La piezoelettricità di certi cristalli ed in particolare del quarzo ha offerto agli elettrotecnici, e più specialmente ai tecnici delle alte frequenze, il mezzo per creare un campione di frequenza e quindi anche per confrontare fra loro i risultati di misure assolute di frequenza, eseguite con metodi diversi ed in diversi laboratori. Il Bureau of Standards di Washington ha preso l'iniziativa di un tale confronto internazionale ed ha invitato a parteciparvi, insieme con i tre massimi istituti del genere esistenti in Europa, anche l'Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico della nostra Marina. Sul lavoro compiuto al riguardo in questo Istituto riferisce appunto il collega Vallauri.

Le prove si sono svolte su due campioni piezoelettrici e quelle sul secondo di essi non sono ancora complete. Ma dai risultati ottenuti sul primo si rileva con soddisfazione che, per quanto si può ragionevolmente dedurre riferendosi alle medie, le misure effettuate a Livorno sono fra le più accurate. Esse dimostrano la possibilità di raggiungere in questo campo l'approssimazione relativa di uno su diecimila; ossia se si tien conto che fra le frequenze misurate ve n'è dell'ordine di 500.000 periodi al secondo, la misura assoluta del periodo di tali oscillazioni è stata fatta con l'approssimazione di un quinto di miliardesimo di secondo.

### La telefonia in Italia e l'esercizio privato.

La decisione, presa coraggiosamente ed oculatamente dal Governo Nazionale, di affidare all'esercizio privato tutti i servizi telefonici ad esclusione dei grandi collegamenti interregionali, ha dato i suoi frutti. Con una serie di dati precisi il collega On. PONTI nel suo rapporto al Congresso di Como, che oggi pubblichiamo, documenta chiaramente lo sforzo già compiuto dalle Società concessionarie ed il crescente fervore di opere e di iniziative, che in tutta Italia si è determinato per riparare rapidamente ai lunghi indugi del passato e per dotare largamente anche il nostro Paese di uno dei più moderni ed efficaci aiuti allo sviluppo di tutte le altre forme dell'attività nazionale. L'eloquenza delle cifre è in questo caso veramente persuasiva e i benefici, che dalla risoluzione del problema telefonico immanabilmente deriveranno all'Italia, non potranno mai essere troppo esaltati.

### La Conferenza delle reti ad alta tensione, a Parigi.

Siamo lieti di poter pubblicare — a meno di tre settimane dall'avvenimento — un'ampia cronaca sui lavori della quarta sessione della *Conférence des grands réseaux* svoltasi a Parigi fra il 23 giugno ed il 3 corrente. Alla cronaca oggettiva abbiamo aggiunto molto esplicitamente le nostre impressioni ed i nostri commenti, cosicchè reputiamo inutile ritornare qui sull'argomento rinviando i lettori al testo riportato più avanti. Vogliamo solo esprimere il desiderio e la speranza che nella quinta sessione della Conferenza già indetta, sempre a Parigi, per la primavera del 1929, il contributo italiano ai lavori ed alle discussioni sia di nuovo degno dello sviluppo della nostra industria elettrica e della competenza e della genialità con cui i nostri ingegneri sanno risolvere i più complessi problemi di impianto e di esercizio ad essa inerenti.

LA REDAZIONE.

## CONFRONTI FRA MISURE DI FREQUENZA, PER MEZZO DI PIEZORISUONATORI

G. VALLAURI

Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### 1. - La misura delle frequenze nella radiotecnica.

I continui progressi della radiotecnica rendono necessaria una sempre maggiore precisione nella misura della frequenza, in tutto l'ampio intervallo oggi usato, che va da circa 15.000 a circa 30.000.000 periodi al secondo.

I misuratori di frequenza più usati in tale intervallo si basano sul principio della risonanza elettromagnetica, che si determina, per una data frequenza, in un circuito oscillatorio, costituito da capacità ed autoinduzione. Essi portano il nome di *cimometri*, ossia misuratori di lunghezza d'onda, poichè molti si riferiscono a quest'ultima grandezza piuttosto che alla frequenza, definendola come rapporto fra la velocità di propagazione nel vuoto e la frequenza medesima. I *cimometri* sono costituiti di solito da una capacità variabile in modo continuo (a cui si possono eventualmente aggiungere in parallelo altre capacità fisse), collegata con una induttanza di valore determinato. Ogni *cimometro* è in genere fornito di una serie di queste induttanze fisse, i cui valori sono stati scelti in modo da poter abbracciare coll'apparecchio un'ampio intervallo di frequenze. I dispositivi per rivelare la condizione, in cui il circuito del *cimometro* è in risonanza con la frequenza di una corrente oscillatoria, che induce su di esso, sono molteplici e generalmente noti <sup>(1)</sup>.

Il *cimometro* può essere usato come campione secondario di frequenza; ma nei tipi ordinari, anche con la costruzione più accurata e nelle migliori condizioni sperimentali, non si possono ottenere dal *cimometro* una stabilità ed una approssimazione di misura, che si mantengano entro limiti più ristretti di una o due unità per mille; e spesso l'approssimazione è assai più grossolana <sup>(2)</sup>.

<sup>(1)</sup> Si veda ad es. «Istruzioni per l'uso del Cimometro tipo V». Allocchio e Bacchini - Milano, 1925.

<sup>(2)</sup> Della insufficiente stabilità dei *cimometri* si può avere un'idea dalla seguente tabella, che si riferisce al *cimometro* di alta precisione (prezzo L. it. 25.000) usato in queste ricerche. Le letture sono state riportate tutte alla stessa frequenza base di 6014,50 per 1 sec.

INDUTTANZA IV

Data		2-III-'26	18-III-'26	9-IV-'26
Temperatura		15°, 0	13°, 6	16°, 4
Letture per le armoniche	7	145,59	145,94	145,54
	8	111,72	111,98	111,60
	10	71,90	72,07	71,63
	11	59,30	59,44	59,13
	12	49,70	49,85	49,54

Sulle altre induttanze fisse gli scarti sono dello stesso ordine di grandezza ed anche maggiori. Essi si accentuano in ogni caso, in valore relativo, al diminuire della lettura al condensatore. Nei *cimometri* ordinari gli scarti sono spesso assai più grandi.



## 2. - Confronti fra i metodi assoluti di misura delle frequenze.

Tenuto conto del grado di esattezza, che i cimometri consentono di raggiungere, è di essenziale importanza per il progresso della radiotecnica, che siano elaborati buoni metodi sia di taratura assoluta, sia di frequente verifica dei cimometri stessi. Poichè di tale problema si occupano ormai da anni parecchi laboratori, era generalmente sentito il desiderio di un confronto fra i vari metodi di taratura. Un'opportuna iniziativa fu presa al riguardo sul principio del 1926, dal *Bureau of Standards*. Dallo sviluppo di essa è ragionevole attendersi non solo un ulteriore progresso della tecnica, ma anche la possibilità della sicura applicazione di disposizioni legislative e di accordi internazionali, relativi alla distribuzione delle frequenze fra i differenti servizi e fra le singole stazioni di radioemissione.

Il miglior mezzo per un concreto confronto fra diversi processi di misura assoluta delle frequenze è evidentemente quello di effettuare con ciascuno di essi, in modo affatto indipendente, la determinazione di una medesima frequenza incognita. Per far ciò occorre servirsi di un campione secondario di frequenza, il quale soddisfi a quei requisiti di stabilità, a cui, come si è detto, non soddisfa un ordinario circuito oscillatorio, qual'è quello dei cimometri. Di un tale campione si può oggi fortunatamente disporre, se si utilizza allo scopo indicato un risuonatore piezoelettrico.

## 3. - Campioni piezoelettrici di frequenza.

Il fenomeno della piezoelettricità, scoperto dal Curie nel 1880, consiste, com'è noto, nella proprietà, che si riscontra in parecchi corpi cristallini, di presentare una polarizzazione elettrica, quando vengono sollecitati meccanicamente secondo determinate direzioni, e, reciprocamente, di presentare una deformazione meccanica, quando vengono polarizzati elettricamente secondo le medesime direzioni. Fra i molti materiali piezoelettrici, il più adatto alle applicazioni radiotecniche sembra essere, per le altre sue proprietà fisiche, il quarzo cristallino.

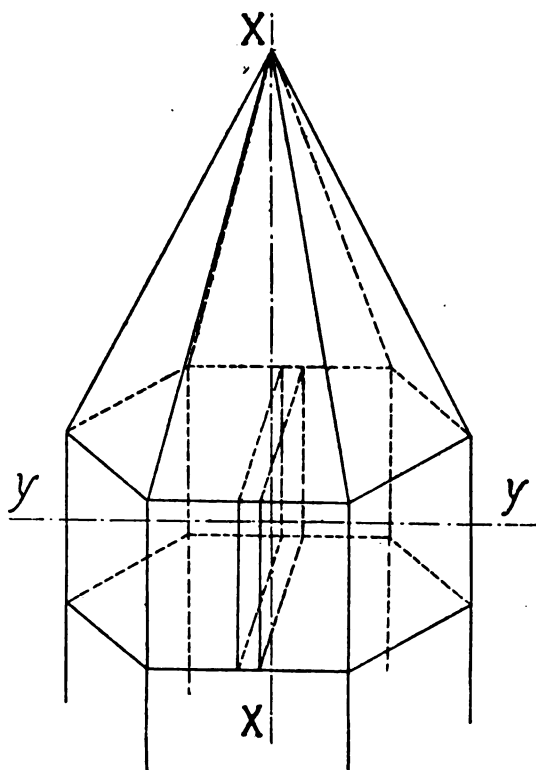


Fig. 1.

Una porzione di cristallo di quarzo, segata in forma di dischetto o di piastrina quadrata o rettangolare o di barretta parallelepipeda, ecc., e con orientamento conveniente degli assi geometrici rispetto all'asse ottico e ad uno degli assi elettrici del cristallo, può costituire un risuonatore piezoelettrico. Ad es., nel caso di piastrine o dischetti di quarzo, i piani (che debbono essere perfettamente paralleli fra loro) delle due facce più estese sono tagliati di solito parallelamente all'asse ottico XX e normalmente ad uno degli assi elettrici YY (fig. 1) <sup>(3)</sup>. Se, nor-

malmente a tali facce, si applica, mediante due elettrodi, un campo elettrico alternativo, la piastrina è sollecitata alternativamente a contrarsi e a dilatarsi nel senso del suo spessore e per conseguenza anche a dilatarsi e a contrarsi secondo le dimensioni trasversali. Nasce quindi la possibilità di un fenomeno di risonanza meccanica rispetto alla sollecitazione elettrica periodica e questa risonanza si verifica di regola per tre frequenze distinte, di cui l'una corrisponde alla vibrazione in senso normale alle facce più estese della piastrina, le altre due alle vibrazioni in senso trasversale.

Le frequenze proprie del segmento di quarzo dipendono innanzi tutto dalla dimensione di esso nella direzione considerata ed in pari tempo dalla sua densità e dal suo modulo di elasticità. Poichè quest'ultimo (trattandosi di materiale cristallino e quindi non isotropo) è diverso, a seconda che si considera la direzione dell'asse ottico o quella ad essa perpendicolare e giacente con la prima nel piano della piastrina, si ricavano due distinte frequenze proprie di vibrazione laterale (oltre alla frequenza di vibrazione nel senso dello spessore), anche se la piastrina ha base perfettamente circolare o quadrata. La relazione, che lega la frequenza  $f$  di vibrazione propria o di risonanza alla dimensione considerata  $d$ , è della forma  $f = \frac{\text{cost.}}{d}$ . Nel caso

delle piastrine e della vibrazione nel verso dello spessore la costante assume, secondo il Hund, il valore 287.000 per  $d$  espresso in cm. Per le due vibrazioni laterali, nel caso di piastrine circolari e quando si ponga per  $d$  il diametro del cerchio, la costante assume, sempre secondo il Hund, i valori di circa 271.500 e 383.000. Nel caso di piastrine rettangolari o quadrate si hanno risultati alquanto diversi nei riguardi delle vibrazioni laterali. Per es. per piastrine a base quadrata di  $3,3 \times 3,3$  cm e di spessore 0,45 cm si sono qui misurate all'incirca le seguenti frequenze di risonanza:

vibrazione nel senso dello spessore . . .	642 000 periodi/sec.
vibrazioni laterali . . . . .	$\left\{ \begin{array}{l} 99\ 000 \text{ }'' \\ 73\ 000 \text{ }'' \end{array} \right.$

Le vibrazioni proprie di un piezorisuonatore, ricavato da un cristallo di quarzo nel modo indicato, sono soggette a perdite molto piccole e presentano quindi un decremento logaritmico limitatissimo, che può essere dell'ordine dei centomillesimi <sup>(4)</sup>, cioè senza confronto più basso, che non i decrementi ottenibili con i migliori circuiti elettrici inerti, costituiti da capacità ed induttanza. La risonanza è quindi in questo caso molto acuta.

## 4. - Stabilità dei piezorisuonatori.

Nei riguardi della stabilità delle frequenze di risonanza proprie di un segmento di quarzo, un primo elemento di variazione può esser dato dalla temperatura. Gli effetti di questa su diversi saggi possono essere diversi per intensità ed anche per segno, a seconda del modo come sono stati orientati gli assi geometrici del saggio rispetto a quelli del cristallo. Le variazioni sono tuttavia limitatissime, fino a che il fenomeno oscillatorio (se troppo intenso) o altre cause esterne non modificano sensibilmente la temperatura del saggio, in confronto con quella dell'ambiente. Alle temperature ordinarie e con saggi in forma di piastrina, tagliati nel modo indicato, l'aumento di 1° centigrado produce una diminuzione della frequenza di vibrazione nel senso dello spessore, dell'ordine di  $1 \div 2,5$  su 100.000 <sup>(5)</sup>.

Altre influenze possono derivare dall'ambiente che circonda il saggio, in quanto che le vibrazioni di quest'ultimo si trasmettono parzialmente al sostegno ed al gas circostante. Tali influenze sono in genere trascurabili, se la piastrina è abbastanza libera di muoversi rispetto al sostegno e fra i due elettrodi che servono per applicare ad essa il campo elettrico alternativo. Conviene ad ogni modo adoperare un dato saggio sempre col medesimo sostegno e coi medesimi elettrodi.

La grande stabilità dei risuonatori piezoelettrici li rende evidentemente adatti, non solo allo scopo accennato, di effettuare confronti fra diversi metodi di misura assoluta delle frequenze, ma altresì a quello, ancor più importante, di costituire campioni secondari di frequenza, che permettano una rapida ed esatta taratura dei cimometri.

<sup>(3)</sup> A. MEISSNER: Über piezoelektrische Kristalle bei Hochfrequenz - Z. f. techn. Phys., 1926, vol. VII, n. 12, pag. 585.

<sup>(4)</sup> loc. cit. Note <sup>(3)</sup> e <sup>(1)</sup> ed anche A. CROSSLEY: Piezoelectric crystal-controlled Transmitters. Proc. Inst. Radio En., gennaio 1927, vol. 15, n. 1, pag. 9.

<sup>(5)</sup> A. HUND: Uses and possibilities of piezoelectric oscillators. Proc. Inst. Radio En., agosto 1926, vol. 14, n. 4, pag. 447.

## 5. - Uso dei piezorisuonatori.

Il fatto, che, in base alle proprietà accennate, un segmento di quarzo possa costituire un ottimo campione di frequenza, fu messo bene in luce dal Cady <sup>(6)</sup>.

Per individuare la frequenza o le frequenze di risonanza, si può adoperare il segmento di quarzo come semplice risuonatore, utilizzando le seguenti proprietà, che si rilevano nettamente alimentando il piezorisuonatore con un circuito elettrico a frequenza variabile:

1) La potenza, che il piezorisuonatore assorbe dal circuito, passa per un massimo assai accentuato, quando la frequenza di alimentazione coincide con la frequenza propria del piezorisuonatore.

2) In prossimità della frequenza di risonanza il piezorisuonatore tende a trascinare anche il circuito eccitatore a vibrare elettricamente su tale frequenza.

Questi due fatti si manifestano rispettivamente mediante una variazione di resistenza equivalente e mediante una variazione di reattanza equivalente del tratto di circuito in cui trovasi il quarzo, e di esse variazioni si può trar partito per segnalare il passaggio per la condizione di risonanza.

Un altro modo per raggiungere lo stesso scopo può essere il seguente: se il quarzo è inserito in derivazione su un circuito oscillatorio, alimentato da un triodo, e se si fa variare la capacità del condensatore di tale circuito, accade che, quando la frequenza dell'oscillazione prodotta passa per il valore di risonanza del quarzo, o per un'armonica di esso, il quarzo si mette in oscillazione e, dato il suo piccolo smorzamento, conserva tale oscillazione per qualche tempo, mentre la capacità del condensatore, e quindi la frequenza dell'oscillazione generata dal triodo, continuano a variare. Si hanno perciò battimenti, dapprima più lenti, poi sempre più rapidi fra l'oscillazione smorzata del quarzo, che rimane di frequenza invariata, e quella persistente del circuito, la cui frequenza si allontana progressivamente dalla prima. Se in una parte conveniente del circuito del triodo, per es. nel circuito anodico, si inserisce un telefono e si varia il condensatore nel modo ora detto, si nota allora, nel passaggio per la risonanza, un suono caratteristico, che si inizia con tono grave e diviene poi sempre più acuto e più debole. Variando il condensatore nei due sensi, il fenomeno si inizia e si svolge simmetricamente a partire da due letture sul condensatore, che sono assai prossime l'una all'altra (e spesso si confondono). Esse individuano la posizione di risonanza, quella cioè per cui il generatore oscilla sulla medesima frequenza propria del quarzo (o su una sua armonica).

## 6. - Piezorisuonatori a luminescenza.

Un altro modo per individuare la risonanza, ossia la condizione di massima ampiezza delle vibrazioni indotte da un campo elettrico alternativo nel saggio di quarzo, è quello dei piezorisuonatori a luminescenza. In esso si utilizzano le differenze di potenziale, che si determinano in tal caso fra le varie parti delle facce del saggio, allo scopo di rendere luminescente il gas rarefatto, che riempie un'ampolla, in cui il saggio stesso viene appositamente collocato <sup>(7)</sup>. Data la grande acutezza della risonanza, se la tensione applicata non è eccessiva, la luminescenza si determina solo in un intorno di frequenza più ristretto che 1/10.000 della frequenza stessa, così che questa può essere individuata in modo nettissimo. E' anche possibile, nel caso di saggi in forma di barrette allungate e di vibrazione nel senso della lunghezza, individuare non solo la frequenza di vibrazione fondamentale (per cui si localizza sulla sbarra una semionda stazionaria), ma anche le armoniche di essa (per le quali si localizza sulla sbarra un numero intero di semionde stazionarie e si hanno le corrispondenti distribuzioni di luce). Sulle onde corte, ossia sulle frequenze più elevate della radio-tecnica, la dimensione, secondo cui occorre far vibrare il quarzo, è così limitata, che non si può ricorrere ad una barretta, che abbia per lunghezza tale dimensione, ma si debbono invece usare piastrine di sottile spessore. In tal caso è possibile individuare solo la fondamentale.

L'eccitazione del piezorisuonatore è fatta di solito collegando i due elettrodi con un solenoide, che viene accoppiato induttivamente con il circuito oscillatorio. Si varia poi lenta-

<sup>(6)</sup> W. G. CADY: The piezoelectric resonator - Proc. Inst. Radio E., aprile 1922, vol. 10, n. 2, pag. 83.

<sup>(7)</sup> E. GIEBE e A. SCHEIBE: Leuchtende piezoelektrische Resonatoren als Hochfrequenznormale - E. T. Z., 1° aprile 1926, vol. 47, n. 13, pag. 380.

mente la frequenza di quest'ultimo fino a farla coincidere con quella di risonanza del quarzo.

## 7. - Piezooscillatori.

In luogo di usare il segmento di quarzo come semplice risuonatore, si può, con maggior profitto, usarlo in unione con un generatore di oscillazioni alimentato da un triodo, di cui la frequenza sia comandata dal quarzo stesso. Con ciò si ha a disposizione una oscillazione elettrica persistente, la cui frequenza è perfettamente definita dal quarzo. L'apparecchio viene chiamato piezooscillatore.

Affinchè il quarzo si mantenga in oscillazione, occorre che il triodo lo rifornisca ritmicamente di energia per compensare le perdite; e ciò avviene, secondo la teoria dei triodi <sup>(8)</sup>, attraverso un accoppiamento di reazione fra circuito di griglia e circuito anodico. Lo schema oggi più usato nei piezooscillatori,

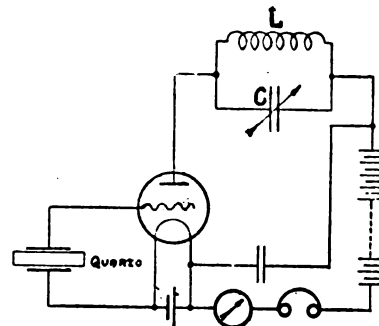


Fig. 2.

descritto dal Hund <sup>(9)</sup>, è quello rappresentato dalla fig. 2, in cui il segmento di quarzo è inserito fra filamento e griglia e l'accoppiamento di reazione è ottenuto semplicemente per mezzo della capacità elettrostatica tra griglia e anodo del triodo. Affinchè l'oscillazione del quarzo possa essere mantenuta, occorre che la reattanza del circuito anodico sia induttiva, ciò che si ottiene inserendo in esso una induttanza  $L$ . Le oscillazioni si innescano e si mantengono più facilmente, se la reattanza e la resistenza equivalenti del circuito anodico vengono regolate con la inserzione di un condensatore  $C$  in derivazione sulla induttanza  $L$ . Le oscillazioni si innescano allora per valori crescenti della capacità e diventano sempre più intense, man mano che ci si avvicina alla condizione di risonanza del circuito  $LC$  rispetto alla frequenza propria del quarzo; si disinnescono poi bruscamente, quando tale condizione è raggiunta e superata, quando cioè la reattanza equivalente del circuito anodico cambia segno, diventando capacitiva. Gli effetti della variazione di capacità risultano invertiti, se il quarzo viene inserito fra griglia e anodo, anzichè fra griglia e filamento. Con opportuni valori di  $L$  e di  $C$  è possibile innescare le vibrazioni persistenti di una piastrina di quarzo su ciascuna delle sue tre frequenze di risonanza. Per es. da un piezooscillatore, che utilizza le piastrine delle citate dimensioni  $3,3 \times 3,3 \times 0,45$  cm (§ 3) ed è dotato di un condensatore variabile ad aria di capacità massima circa  $1 \text{ m}\mu\text{F}$ , si ricavano facilmente le due frequenze più basse di circa 99 e 73 k. per./sec. con una induttanza di circa  $5350 \mu\text{H}$ , e la frequenza più alta di circa 642 k. per./sec. con una induttanza di circa  $250 \mu\text{H}$ .

L'innescarsi della oscillazione comandata dal quarzo si rivela con una diminuzione della corrente anodica segnata dal milliamperometro. La discesa si fa tanto più ampia, quanto più energiche diventano le oscillazioni al crescere della capacità del condensatore verso il valore corrispondente alla risonanza. Ciò è dovuto all'azione delle cariche negative, che si accumulano sulla griglia durante le oscillazioni. Quando la capacità supera un valore critico, che è all'incirca quello di risonanza, le oscillazioni cessano bruscamente e l'indicazione del milliamperometro balza e resta poi fissa su un valore massimo.

Quando il piezooscillatore è in vibrazione, i vari circuiti elettrici sono percorsi, oltre che dalle componenti di corrente continua richieste dal triodo, anche da corrente oscillatoria. Questa è particolarmente intensa nel circuito  $LC$  ed è accompagnata da armoniche, che sono in genere tanto più accentuate, quanto più energica è l'oscillazione del quarzo.

<sup>(8)</sup> G. V.: Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi (§ 20) *L'Elettrotecnica*, 25 gennaio 1917, vol. IV, n. 3 e Pubbl. n. 1 dell'I. F. R. T. della R. Marina.

<sup>(9)</sup> loc. cit. nota <sup>(8)</sup>.

## 8. - Produzione di frequenze note.

Un confronto internazionale fra i metodi, sviluppati e seguiti da vari laboratori per la misura assoluta delle frequenze, si è svolto nel 1926-27 presso i seguenti laboratori:

Bureau of Standards — Washington;  
National Physical Laboratory — Teddington;  
Physikalisch-Technische Reichsanstalt — Charlottenburg;  
Laboratoire Central de T. S. F. — Paris;  
Istituto Elettrotecnico e Radiotelegrafico (I. E. R. T.) della R. Marina — Livorno.

Al confronto hanno servito due piezooscillatori, inviati in Europa dal Bureau of Standards, al quale spetta, come si è detto, l'iniziativa del confronto. I due apparecchi (n. 33465 C e 33465 D) sono costruiti secondo lo schema della fig. 2 ed hanno ciascuno un piezorisonatore in forma di piastrina circolare di spessore 0,631 cm e di diametro 3,615 cm, che presenta tre frequenze fondamentali, di circa 75, 106 e 455 kiloperiodi/secondo.

Il problema della misura assoluta delle frequenze incognite dei piezooscillatori, inviati dal Bureau of Standards, si ricollega con quello della taratura dei cimometri, di cui più volte l'I. E. R. T. ebbe ad occuparsi. Un metodo di taratura assoluta fu, nei primi mesi del 1926, appositamente elaborato e provato in vista di queste esperienze<sup>(10)</sup>. In esso si parte dalla frequenza relativamente bassa di un elettrodiapason, si sincronizza rispetto a quest'ultimo (non automaticamente, ma per mezzo dell'osservazione continua da parte di un operatore) la velocità di un alternatore a frequenza 6000 circa, comandato

quelle da misurare, ma con dispositivi noti è possibile utilizzare tutta una serie di frequenze multiple (o armoniche) della fondamentale e raggiungere così l'ordine delle frequenze usate nella radiotecnica. Per accentuare nel fenomeno periodico la presenza delle armoniche, si provvede di solito a deformare la curva di variazione della corrente, mediante effetti di saturazione magnetica o mediante l'uso di tratti di circuito a resistenza variabile (tubi elettronici ad alto vuoto o a ionizzazione, lampade a neon, ecc)<sup>(12)</sup>.

Con tali procedimenti si può disporre di tutta una serie di frequenze armoniche di una fondamentale nota. La differenza fra due armoniche successive è in valore relativo evidentemente tanto più piccola, quanto più elevato è il loro ordine rispetto alla fondamentale. Variando poi, come si è detto, il rapporto costante fra la velocità dell'alternatore e la frequenza base dell'elettrodiapason, è possibile rendere ancora più fitti i punti di riferimento (ossia le frequenze note), ottenibili in un determinato intervallo.

## 9. - Interpolazione fra le frequenze note.

Col procedimento descritto si ha a disposizione una serie discreta di valori di frequenze note, fra i quali non se ne trova in genere alcuno, che coincida esattamente con la frequenza incognita. Per determinare quest'ultima si può allora procedere in vari modi, dei quali giova citare alcuni come esempio.

a) Si può rinunciare all'uso dell'elettrodiapason ed ef-

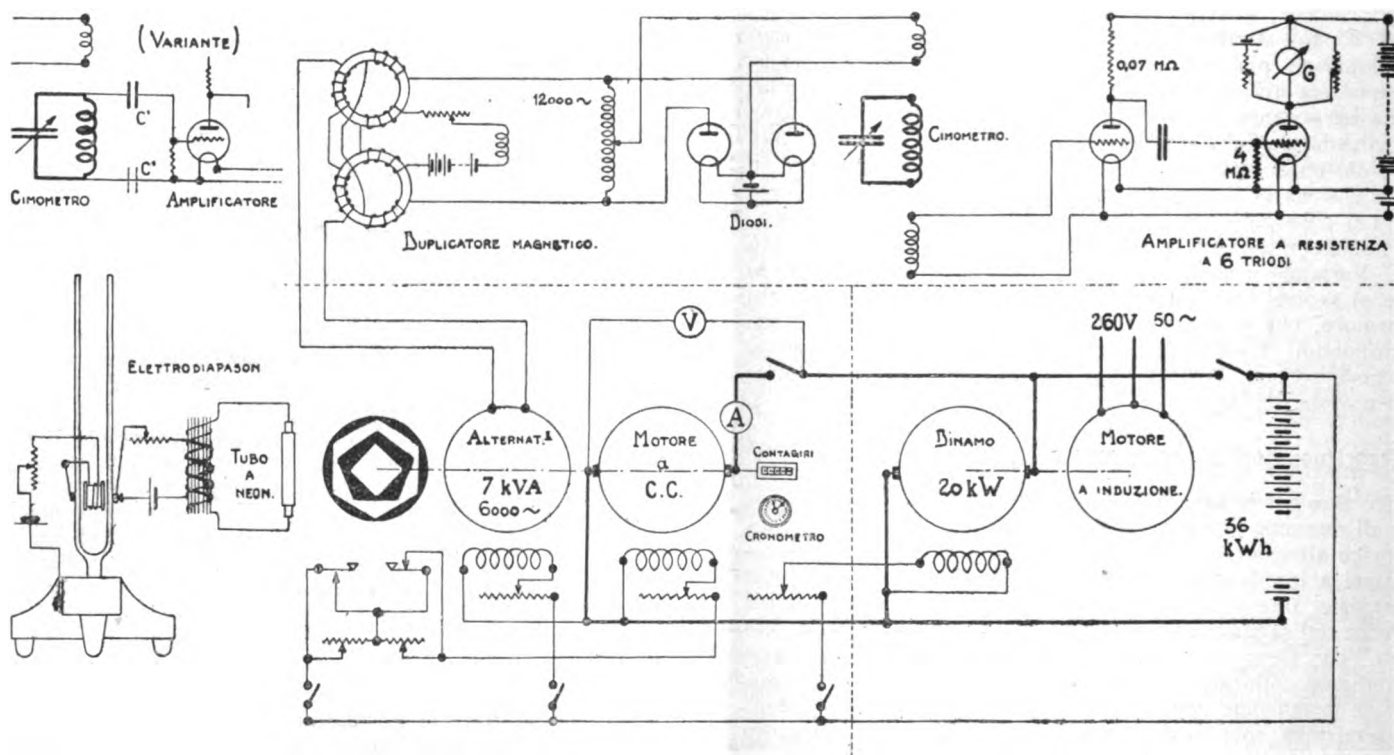


Fig. 3.

col sistema Leonard e con una batteria a repulsione (fig. 3)<sup>(11)</sup>; e si misura continuamente, durante il corso delle esperienze, la frequenza base dell'elettrodiapason (e quindi anche quella, ad esso legata, dell'alternatore) per mezzo di misure simultanee di tempo e di numero di giri. Si ha in tal modo a disposizione una frequenza, che le esperienze hanno dimostrato può rimanere costante per ore e ore entro limiti molto ristretti. Poiché il sincronismo tra l'alternatore e l'elettrodiapason è ottenuto mediante l'osservazione di un disco stroboscopico, illuminato da un tubo a neon, è agevole mantenere il sincronismo stesso su diverse figure del disco, ossia su diverse frequenze generate dall'alternatore (per es. 6000, 5000, 4000, 3000 ed altri valori intermedi).

La frequenza così ottenuta non è ancora dell'ordine di

effettuare un paragone acustico od elettrico fra la frequenza incognita e quella della più prossima armonica dell'alternatore; variare lentamente la velocità di quest'ultimo fino a far coincidere quelle due frequenze; mantenere tale identità di frequenza per il tempo necessario a misurare la velocità dell'alternatore e quindi il nuovo valore della fondamentale.

b) Si può procedere come nel caso precedente, ma tenendo in funzione l'elettrodiapason ed il disco stroboscopico, e ricavare lo spostamento della nuova frequenza base rispetto a quella multipla del diapason per mezzo della velocità di rotazione della figura stroboscopica, che, prima della variazione di velocità, veniva mantenuta ferma.

c) Si possono invece lasciare invariate le armoniche di riferimento ed effettuare fra esse una interpolazione per determinare il valore della frequenza incognita. L'interpolazione si può fare per via elettroacustica, misurando ad es. col sonometro

<sup>(10)</sup> F. VECCHIACCHI: Taratura assoluta dei cimometri radiotelegrafici - *L'Elettrotecnica*, 1927, vol. 14, n. 14, pag. 298 e Pubblicaz. n. 39 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(11)</sup> La fig. 3 è riprodotta esattamente, per memoria, dalla citata relazione di F. Vecchiacchi (v. nota precedente).

<sup>(12)</sup> G. V.: Convertitori statici di corrente elettrica - *L'Elettrotecnica*, marzo 1926, vol. XIII, pag. 182 e Pubbl. n. 35 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

la frequenza differenziale fra l'incognita ed una delle armoniche note più prossime (<sup>13</sup>).

d) La stessa interpolazione si può invece eseguire per via puramente elettrica, servendosi di un circuito cimometrico a risonanza, determinando i valori dell'elemento variabile di esso (per es. la capacità), che corrispondono a due armoniche note, prossime alla frequenza incognita, e ricavando il valore di quest'ultima da quello che si deve dare all'elemento variabile del cimometro per portarlo in risonanza con essa.

Il procedimento, seguito nella taratura dei piezooscillatori B. o. S. presso l'I. E. R. T., è stato appunto quest'ultimo. Con ciò la taratura si scinde in due parti: da un lato la taratura del cimometro per mezzo dell'alternatore e dell'elettrodiapason, dall'altro la taratura del piezooscillatore mediante il cimometro. In ambedue le operazioni si tratta di determinare la lettura al condensatore del cimometro, che corrisponde ad una frequenza data, nota od incognita.

Nell'applicazione di questo procedimento si trae ulteriore notevole vantaggio dall'uso delle armoniche, perchè si utilizzano non solo la frequenza propria del piezooscillatore, ma anche altre frequenze, multiple o sottomultiple di essa secondo rapporti interi ed anche frazionari. A tal fine (<sup>14</sup>) si accoppia con il piezooscillatore un altro oscillatore ordinario, alimentato da un triodo ed avente frequenza regolabile (eterodina), e si inserisce nel circuito anodico dell'uno o dell'altro dei due apparecchi (direttamente o per mezzo di un amplificatore) un telefono od

all'azione raddrizzatrice, che, insieme con quella generatrice, è svolta dal triodo, che alimenta il circuito in cui è inserito il telefono.

La presenza di numerosi punti di isocronismo indica che ambedue i circuiti oscillatori sono ricchi di armoniche e che si producono battimenti sia fra la fondamentale dell'uno e le armoniche dell'altro, sia fra le armoniche di ambedue. Tali condizioni di isocronismo sono quindi assai numerose e si estendono a valori della frequenza fondamentale dell'oscillatore ausiliario, anche assai lontani dalla fondamentale del piezooscillatore, sia nel senso dei sottomultipli, sia di quello dei multipli. Si copre così tutta la scala delle frequenze usate nella radiotecnica con un gran numero di frequenze ben definite, in relazione con le tre frequenze fondamentali del quarzo. Ciò consente non solo di effettuare la misura di queste tre frequenze incognite in moltissimi punti del cimometro (tarato in via assoluta) e di ottenere quindi un gran numero di valori, che si controllano l'uno con l'altro, ma anche, quando le frequenze del piezooscillatore siano note, di tarare con esso qualunque cimometro con un numero di punti più che sufficiente per l'uso successivo del cimometro stesso.

A seconda dei casi, si hanno effetti più marcati al telefono (o all'altoparlante) inserendolo nell'uno ovvero nell'altro dei due circuiti oscillatori; in genere è preferibile, che esso si trovi in quello dei due circuiti, che oscilla su frequenza più bassa. L'uso dell'altoparlante rende meno faticosa la misura ed attenua

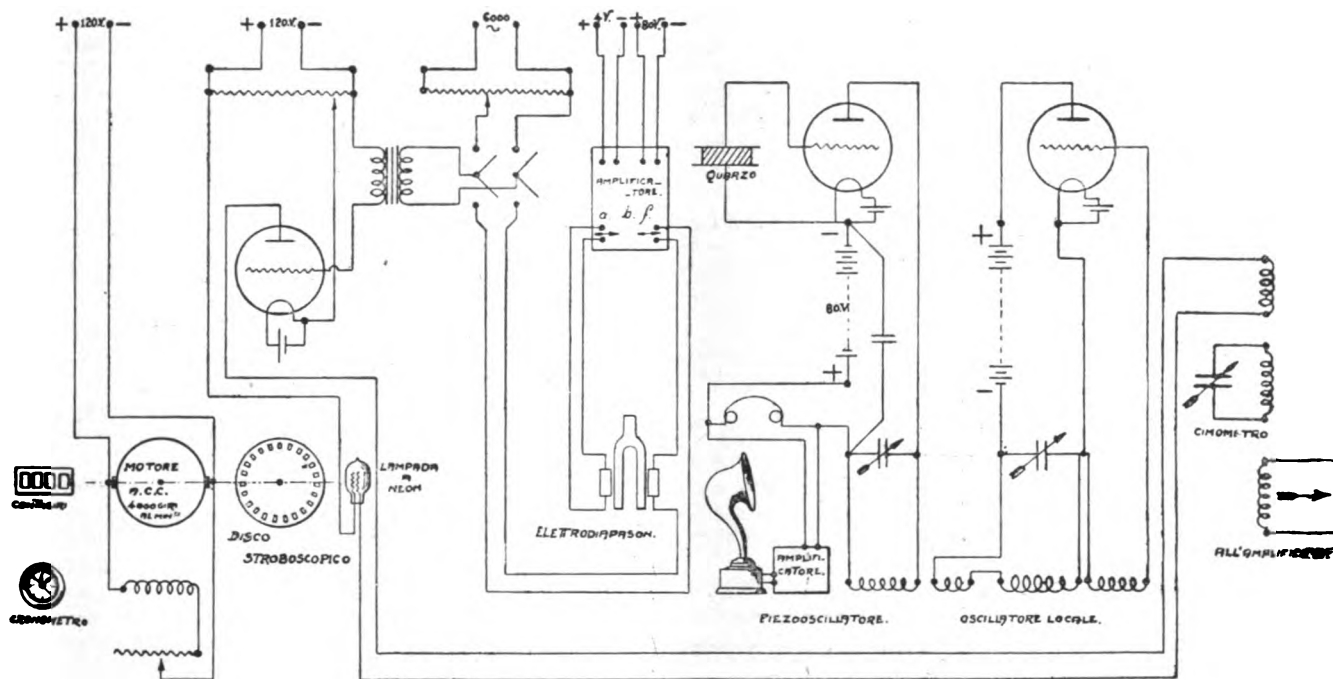


Fig. 4.

un altoparlante (fig. 4) (<sup>15</sup>). Facendo ora variare con continuità la frequenza dell'oscillatore ausiliario in regioni più o meno prossime a quelle della frequenza del piezooscillatore, si avvertono al telefono i passaggi per tutta una serie di zone, in cui si ha il noto fenomeno dei battimenti. Esso si manifesta col comparire di una nota acutissima, che si abbassa man mano fino ad una condizione di perfetto isocronismo, al di là della quale la nota risale dai toni più bassi ai più acuti, fino a svanire. La produzione di frequenze udibili al telefono è dovuta

(<sup>13</sup>) C. B. JOLIFFE e G. HAZEN: Establishment of radio Standards of Frequency by the use of a harmonic Amplifier. (Sc. Pap. of the B. o. S., 15 luglio 1926, n. 530).

(<sup>14</sup>) loc. cit. nota (<sup>3</sup>).

(<sup>15</sup>) La fig. 4 rappresenta lo schema adottato per queste misure. In essa è indicata la possibilità di tarare il cimometro, oltre che con l'alternatore a 6000 periodi/secondo, sincronizzato stroboscopicamente con l'elettrodiapason a bassa frequenza (fig. 3), anche direttamente con un elettrodiapason a 1600 periodi/secondo. La deformazione della corrente vien fatta in ambedue i casi con una lampada a neon, la quale serve anche, con un'intuitiva disposizione stroboscopica, alla misura della frequenza base con l'aiuto di un motorino (di cui vien regolata la velocità a mano dall'osservatore), di un contagiri e di un cronometro. Questi dispositivi saranno eventualmente illustrati da F. Vecchiacchi in altra memoria sulla taratura dei cimometri, a seguito di quella citata nella nota (<sup>10</sup>).

l'influenza della posizione dell'operatore, che può rendersi molesta nel caso delle frequenze più elevate. L'uso dell'amplificatore, aumentando la sensibilità del dispositivo, accresce il numero delle combinazioni fra armoniche, che si possono rilevare, e quindi il numero dei punti di taratura; esso accresce altresì la precisione, con cui si può definire la condizione di isocronismo (anche senza ricorrere all'uso di un galvanometro), perchè permette di rilevare frequenze di battimenti bassissime, che si manifestano con colpetti ritmici e fortemente distanziati nel telefono o nell'altoparlante. Accade anche talvolta, che in prossimità dell'isocronismo il piezooscillatore abbia energia sufficiente per sincronizzare esattamente l'oscillatore locale sulla sua frequenza o su un multiplo o sottomultiplo di essa.

#### 10. - Taratura dei piezooscillatori del Bureau of Standards.

Il rilievo della condizione di risonanza nel cimometro, per frequenze inferiori a circa  $10^6$ , è stato eseguito eccitando il circuito risonante con accoppiamento molto lento e facendolo a sua volta agire, con accoppiamento altrettanto lento, su un amplificatore aperiodico a resistenza con galvanometro compensato, inserito nel circuito di corrente raddrizzata dell'ultimo triodo (voltmetro amplificatore) com'è indicato in fig. 3. Nella taratura è stato possibile utilizzare armoniche anche assai elevate dell'alternatore o dell'elettrodiapason a 1600 periodi/se-



Tabella N. 1.

9 APRILE 1927 ORE 8 <sup>h</sup> -10 <sup>h</sup> t = 15°.8				PIEZOOSCILLATORE B.o.S. 33465 C. TARATURA DEL CIMOMETRO.						
INDUTTANZA III	}	ARMONICA.....	28	30	32	34	36	38	40	44
		LETTURA .....	158,57 <sub>5</sub>	138,14 <sub>5</sub>	121,67 <sub>7</sub>	107,83 <sub>2</sub>	96,29 <sub>3</sub>	86,46 <sub>1</sub>	78,08 <sub>0</sub>	64,70 <sub>6</sub>
INDUTTANZA IV	}	ARMONICA.....	13	14	15	16	18	20	22	24
		LETTURA .....	168,55 <sub>4</sub>	145,35 <sub>6</sub>	126,57 <sub>1</sub>	111,49 <sub>3</sub>	88,26 <sub>2</sub>	71,59 <sub>3</sub>	59,01 <sub>0</sub>	49,48 <sub>2</sub>
MISURE DI FREQUENZA			GIRI ALTERNATORE .....			26000		25000		
			TEMPO .....			25'54'',00		24'54'',35		
ORE 11 -17    t = 16°.6				MISURE DI FREQUENZA DEL PIEZOOSCILLATORE O DELL'O- SCILLATORE AUSILIARIO SUL CIMOMETRO (Frequenza media f <sub>2</sub> )						
INDUTTANZA III	}	FREQUENZA OSCILLATORE .....				4/5	1/1	7/6	6/5	5/4
		FREQUENZA QUARZO .....				156,83 <sub>0</sub>	100,58 <sub>0</sub>	74,10 <sub>3</sub>	70,06 <sub>2</sub>	64,59 <sub>2</sub>
		LETTURA .....				156,83 <sub>0</sub>	100,58 <sub>0</sub>	74,10 <sub>3</sub>	70,06 <sub>2</sub>	64,59 <sub>2</sub>
INDUTTANZA IV	}	FREQUENZA OSCILLATORE .....				3/8	2/5	3/7	1/2	5/9
		FREQUENZA QUARZO .....				163,43 <sub>1</sub>	143,53 <sub>7</sub>	125,08 <sub>6</sub>	92,21 <sub>7</sub>	74,72 <sub>0</sub>
		LETTURA .....				163,43 <sub>1</sub>	143,53 <sub>7</sub>	125,08 <sub>6</sub>	92,21 <sub>7</sub>	74,72 <sub>0</sub>
ORE 18 -20    t = 17°.1				TARATURA DEL CIMOMETRO						
INDUTTANZA III	}	ARMONICA.....	28	30	32	34	36	38	40	44
		LETTURA .....	158,62 <sub>2</sub>	138,12 <sub>8</sub>	121,53 <sub>3</sub>	107,72 <sub>2</sub>	96,16 <sub>7</sub>	86,45 <sub>2</sub>	78,12 <sub>8</sub>	64,58 <sub>1</sub>
INDUTTANZA IV	}	ARMONICA.....	13	14	15	16	18	20	22	24
		LETTURA .....	168,51 <sub>1</sub>	145,25 <sub>1</sub>	126,46 <sub>7</sub>	111,35 <sub>7</sub>	88,17 <sub>1</sub>	71,43 <sub>7</sub>	59,05 <sub>0</sub>	49,43 <sub>1</sub>
MISURE DI FREQUENZA			GIRI ALTERNATORE .....			31000		31500		26000
			TEMPO .....			30'52'',70		31'22'',60		25'53'',85
RITARDO DEL CRONOMETRO NELLE 24 ..... 56'',5.										
RIASSUNTO DEI CALCOLI DI INTERPOLAZIONE BASATI SULLE MEDIE (pesate)										
Armonica alternatore	Letture	Frequenza oscillatore Frequenza quarzo			Letture	Frequenza quarzo Frequenza alternatore				
28	158,599	{	4/5			156,830	35,196			
30	138,136									
34	107,777	{	1/1			100,580	35,206			
36	96,230									
40	78,104	{	7/6			74,103	35,206			
		{	6/5			70,062	35,208			
44	64,643									
		{	5/4			64,592	35,208			
13	168,534									
14	145,303	{	3/8			163,434	35,204			
15	126,518									
		{	2/5			143,537	35,214			
16	111,425									
		{	3/7			125,086	35,204			
18	88,218									
		{	1/2			91,217	35,204			
20	71,515									
		{	5/9			74,720	35,216			
FREQUENZA ALTERNATORE 3009,69; FREQUENZA QUARZO 105 960										

condo <sup>(16)</sup>. Nella misura si è potuto eccitare direttamente il cimometro col piezooscillatore nel caso delle frequenze fondamentali del quarzo e delle loro armoniche più energiche; per le altre frequenze multiple o sottomultiple si è usato l'oscillatore locale. Per le frequenze più elevate si è preferito verificare la condizione di risonanza del cimometro, in base al noto fenomeno del massimo assorbimento di potenza.

Il cimometro adoperato non ha capacità fisse, ma un solo condensatore variabile ad aria di capacità massima 4,5  $m\mu F$  ed è corredato di nove induttanze, che permettono di coprire, con apprezzabili sovrapposizioni fra gl'intervalli corrispondenti a due induttanze successive, tutta la scala di frequenze compresa fra  $10^1$  e  $4 \cdot 10^6$ . Per frequenze più elevate si è usato un altro circuito risonante, formato anch'esso di induttanza fissa e di condensatore a variazione micrometrica con lettura a verniero. Per tali frequenze si è anche preferito come oscillatore

locale un generatore a due triodi, costruito secondo il così detto schema simmetrico.

In definitiva, con il procedimento adottato, si ha, in una regione qualunque di variazione di frequenza del cimometro, ossia di variazione di lettura del condensatore collegato con una delle induttanze fisse, tutta una serie di letture, le une delle quali si riferiscono a frequenze legate in modo noto alla frequenza nota dell'alternatore o dell'elettrodipason, le altre a frequenze legate in modo noto all'una o all'altra delle frequenze incognite del quarzo. Occorre allora effettuare l'accennata interpolazione, ossia occorre determinare la frequenza di risonanza che corrisponde ad una certa lettura del condensatore, quando si conoscano le frequenze di risonanza, che corrispondono ad altre letture, maggiori e minori della prima.

Poichè il diagramma di taratura del condensatore è mediamente lineare, la interpolazione risulta di molto agevolata dal fatto, che la legge di variazione dell'inversa del quadrato della frequenza  $\frac{1}{f^2}$  è mediamente lineare in funzione della lettura  $l$ .

<sup>(16)</sup> Per tutti i particolari relativi a queste misure si veda la relazione citata alla nota <sup>(10)</sup>.

Tabella N. 2.

LOCALITÀ	EPOCA	TEMPE- RATURA	$f_1$	scarto sulla media	$f_2$	scarto sulla media	$f_3$	scarto sulla media	scarto medio
PIEZOOSCILLATORE N. 33465 D									
WASHINGTON			455.40	- 0,3 ‰	106.24	+ 0,3 ‰	75.30	- 0,4 ‰	0,3 ‰
LONDON			455.560	+ 0,1	106.273	+ 0,6	75.344	+ 0,2	0,3 <sub>0</sub>
PARIS			455.7	+ 0,4	106.1	- 1,1	75.33	0	0,5 <sub>0</sub>
LIVORNO	VII-IX-'26	26°-27°	455.474	- 0,1	106.200	- 0,1	75.347	+ 0,2	0,1 <sub>2</sub>
BERLIN	XI-XII-'26		455.525	0	106.248	+ 0,3	75.331	0	0,1 <sub>0</sub>
medie .....			455.532		106.212		75.330		
PIEZOOSCILLATORE N. 33465 C									
WASHINGTON									
BERLIN	XI-XII-'26								
LIVORNO	III-IV-'27	16°-17°	456.152		105.952		75.090		
PARIS									
LONDON									
medie .....									

Come è noto, ciò è vero solo fino a che la capacità distribuita lungo il rocchetto di induttanza è trascurabile in confronto con quella concentrata nel condensatore. Si è constatato infatti con misure molto accurate, che la pendenza del diagramma  $\frac{1}{f} = f(l)$  è mediamente costante solo per letture al condensatore superiori a circa 60, laddove, al decrescere della lettura al di sotto di tal valore, la pendenza va anch'essa diminuendo in una misura che permette di dedurre la capacità equivalente del rocchetto di induttanza.

Nella parte, in cui il diagramma è mediamente lineare, si possono ricavare col metodo dei minimi quadrati i parametri della retta media probabile, rispetto alla quale i punti sperimentali di taratura presentano scarti dell'ordine di qualche unità su  $10^4$ . Si è tuttavia constatato, che tali scarti non corrispondono ad errori accidentali, ma ad effettive divergenze del diagramma dalla retta, dovute a imperfezioni costruttive del condensatore ed a lievi irregolarità della sua graduazione. Ciò è stato messo in rilievo in vari modi, e particolarmente nel modo seguente. Ognuna delle frequenze incognite del quarzo è stata riportata per mezzo di multipli e sottomultipli a molte diverse letture sul condensatore, da ognuna delle quali si può ricavare un valore della frequenza incognita. Ma il calcolo si può eseguire, sia facendo la immediata interpolazione proporzionale fra i due punti di taratura più prossimi ai due lati della lettura eseguita, sia servendosi della retta media ricavata con l'aiuto di parecchi punti di taratura, distribuiti in prossimità della lettura stessa. Le medie di molti valori ottenuti con l'uno o con l'altro procedimento sono in definitiva eguali, ma gli scarti dei valori singoli rispetto alla media sono in ogni caso minori, quando si è proceduto nel primo modo, che quando si è seguito il secondo. Si è quindi poi sempre preferita l'interpolazione diretta fra i due punti di riferimento contigui, anziché ricorrere all'uso della retta media; il che rende anche più spediti i calcoli.

Data la possibilità di avere multipli e sottomultipli delle frequenze incognite dei quarzi in qualunque regione del cimometro, si è preferito di regola, per i quarzi B. o. S. di effettuare la misura nella regione che si estende all'incirca fra 40 e 130 kiloperiodi/secondo, nella quale la taratura mediante l'alternatore è precisa ed agevole. In definitiva dunque, per la determinazione di ogni frequenza incognita, si è proceduto nel modo esemplificato dalla tabella 1, che si riferisce alla frequenza media del quarzo annesso al piezooscillatore B. o. S. 33465 C.

Si effettua dapprima la taratura del cimometro sulle indutture III e IV per mezzo delle armoniche dell'alternatore, misurando in pari tempo la frequenza di questo con il contagiri ed il cronometro. Si riportano poi sul cimometro le frequenze del piezooscillatore o quelle dell'oscillatore ausiliario corrispondenti a determinati multipli e sottomultipli, interi o frazionari, della frequenza del quarzo. Si ripete infine, sempre nella stessa giornata, la taratura del cimometro con l'alternatore per esser certi che questa non ha variato. Alle misure riportate nella tabella, dovrebbero poi aggiungersi: quelle relative alla completa taratura del cimometro, sia in principio sia in fine di seduta, mediante l'elettrodiapason, come verifica della taratura con l'alter-

natore (e si è trovato l'accordo entro  $1 \times 10^{-4}$ ) ed eventuali misure su una o ambedue le altre frequenze del quarzo. Le letture al condensatore sono fatte con un verniero, su cui si cerca di leggere 1/10 o 1/20 di parte di scala ed ogni valore è media di un gran numero di letture. Dai calcoli di interpolazione si ricava, da ogni lettura media ottenuta col piezooscillatore o coll'oscillatore ausiliario, un valore del rapporto:  $\frac{\text{frequenza quarzo}}{\text{frequenza alternatore}}$ . Si vede

dalla tabella qual grado di concordanza presentino tali valori. Dalla media di essi e dalla frequenza dell'alternatore si ricava la frequenza del quarzo. Nel caso della tabella essa è risultata di 105.960 periodi/secondo. Messa a calcolo i risultati di numerose esperienze eseguite in altri giorni, si è assunto come valore medio definitivo 105.952, che differisce da quello ottenuto nella sola giornata del 9 aprile 1927 di meno che 0,08 per mille.

Con il procedimento descritto sono state determinate presso l'I. E. R. T. nell'agosto-settembre 1926 le frequenze del piezooscillatore n. 33465 D e nel marzo-aprile 1927 quelle del piezooscillatore n. 33465 C. Le frequenze, ottenute da ciascun laboratorio senza avere alcuna informazione sui valori misurati dagli altri, sono indicate nella tabella 2.

Gli scarti dei valori fra loro e rispetto alle medie danno un'idea dell'approssimazione effettivamente raggiunta in queste misure di confronto dai cinque laboratori, che vi hanno preso parte (<sup>17</sup>).

#### 11. - Uso dei piezorisonatori come campioni secondari di frequenza.

In occasione delle tarature descritte si è avuta conferma della facilità, con cui, mediante un quarzo tarato, è possibile, col metodo del piezooscillatore e dell'oscillatore ausiliario, tarare qualunque cimometro. Basti osservare quanto si rileva dalla tabella 1, cioè che, limitandosi a una parte soltanto della scala del condensatore, ad una sola delle frequenze del quarzo ed ai soli multipli e sottomultipli di essa, che davano i battimenti più forti al telefono, si sono avuti agevolmente cinque punti di riferimento per ciascuna induttanza fissa. Servendosi delle tre frequenze del quarzo, di tutta la scala del condensatore e di tutte le zone di isocronismo, si hanno facilmente alcune diecine di punti di riferimento, cioè fin troppi, anche per i bisogni di una taratura oltre modo accurata. E giova notare che tale possibilità si offre in qualunque regione della scala del cimometro, dalle frequenze più basse alle più alte.

Una verifica dell'approssimazione, che si può raggiungere per questa via, si è avuta nella determinazione della frequenza di quattro piezorisonatori a luminescenza (§ 6), che furono inviati ai vari laboratori dalla Physikalisch-Technische Reichsanstalt per essere fatti circolare e provati insieme col piezooscillatore n. 33465 C. Le frequenze proprie di essi, misurate dal

(<sup>17</sup>) Al momento della pubblicazione di questa nota ne *L'Eletrotecnica* il piezooscillatore N. 33465 C trovavasi ancora a Parigi e deve essere inviato poi a Londra. I valori precedentemente ottenuti per esso a Washington e a Berlino non sono ancora stati comunicati.

laboratorio di origine con l'approssimazione di 0,1 per mille, sono rispettivamente intorno a 500, 749, 1887 e 3875 kiloperiodi/secondo. Poichè le prove su questi piezorisonatori si sono volute limitare ad una semplice verifica, le quattro frequenze si sono ottenute per confronto rispetto alla frequenza  $f_1$  del quarzo n. 33465 C e con semplice interpolazione su un circuito risonante, costituito da induttanza fissa e capacità variabile (buon condensatore a variazione lineare con verniero). Ogni determinazione è stata cioè ottenuta con tre letture (medie ciascuna di parecchie letture singole) fatte sul condensatore in corrispondenza di tre frequenze dell'oscillatore locale, l'una coincidente con la frequenza da misurare, le altre due poste ai due lati della prima e corrispondenti a due multipli della frequenza  $f_1$  del quarzo. Le coppie di frequenze usate rispettivamente per le quattro determinazioni sono state:

$11/10 f_1 \div 8/7 f_1$ ;  $8/5 f_1 \div 5/3 f_1$ ;  $4 f_1 \div 9/2 f_1$ ;  $8 f_1 \div 17/2 f_1$ . I risultati di tali interpolazioni, ottenute con un procedimento così semplice e sollecito, hanno dato quattro valori di frequenza per i piezorisonatori, spostati dai valori indicati dalla Reichsanstalt rispettivamente di + 0,08; — 0,23; — 0,12; — 0,05 per mille.

L'I. E. R. T., utilizzando il materiale di quarzo già accuratamente lavorato alcuni anni or sono per lo studio fin da allora intrapreso delle applicazioni della piezoelettricità agli ultrasuoni ed alle segnalazioni sottomarine, ha tarato con i procedimenti descritti una serie di campioni piezoelettrici di frequenza in forma di piastrine quadrate. Tali campioni sono stati distribuiti fra le Amministrazioni interessate ai servizi radio e saranno usati per la taratura dei cimetri (<sup>1</sup>).

## IL PROBLEMA TELEFONICO IN ITALIA

G. G. PONTI



Relazione alla XXXIII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

Nel 1873 Alexander Graham Bell in una lettera, che teneva a porre le basi della prima Società Telefonica, scriveva:

« . . . Io credo che nel futuro i fili telefonici uniranno i punti principali di città diverse ed una persona potrà da una regione comunicare a viva voce con un'altra persona, posta in un'altra regione. Sono convinto che queste idee potranno oggi sembrare a voi utopie; ma d'altra parte credo fermamente, che il telefono come servizio pubblico raggiungerà questo risultato finale e mi permetto di insistere perchè negli attuali accordi non abbiate a dimenticare questo grande sviluppo avvenire ».

Queste memorabili parole dell'illustre fisico scozzese, cui se non la gloria della scoperta del telefono, oramai universalmente riconosciuta al nostro Meucci, spetta tuttavia il vanto di avere per primo saputo intuire con chiara visione delle necessità presenti e future il meraviglioso sviluppo telefonico del mondo intero, sobriamente riassumono gli scopi fondamentali, che il moderno problema telefonico pone tuttora allo studio dei tecnici delle correnti a debole intensità ed elevata frequenza.

Dal primo periodo, allorchè le correnti telefoniche, non presentando ancora influenza apprezzabile le circostanze perturbatrici della trasmissione, venivano considerate in base alla ordinaria legge di Ohm, agli studi del Thomson, del Preece, del Vaschy e di altri insigni telegrafisti, che analizzarono la propagazione delle correnti nelle linee dotate di capacità oltre che di resistenza, e venendo sino al periodo risolutivo, nel quale da un lato l'Heaviside, il Perry, il Pupin e altri illustri scienziati posero le basi delle telefonie a grande distanza, studiando la propagazione della corrente nei conduttori forniti di resistenza, capacità, autoinduzione e disperdimento, favorevoli alla trasmissione, rilevando le proprietà dell'induttanza, e attuando mediante le celebri bobine Pupin i primi grandi circuiti interurbani, mentre d'altro lato il fecondissimo progresso della tecnica moderna nel perfezionamento e nel miglioramento degli organi di

commutazione e la diffusione dei sistemi di telefonia automatica conduceva all'intensivo sviluppo della telefonia urbana; è tale il cammino percorso, il lavoro compiuto, le difficoltà superate, le ardite innovazioni concepite ed adottate, che oggi la scienza telefonica si pone in primo rango nel novero dei più importanti sviluppi culturali dell'elettrotecnica, e l'industria del telefono influisce in tutto il mondo sulle moderne condizioni sociali, penetrando intimamente nella vita civile dei popoli e delle nazioni, e diffondendovi elementi essenziali per il benessere umano.

Il problema ha per noi italiani un interesse affatto speciale, non solo per ovvie ragioni storiche e culturali, ma per la stessa configurazione del nostro Paese, cui per la notevole estensione in lunghezza, per l'alta densità demografica nelle zone agricole e rurali, per il numero rilevante di grandi centri politici, commerciali ed industriali, ove ferve e pulsa la vita operosa della Nazione, si presenta indispensabile la rapidità e la frequenza delle comunicazioni telefoniche urbane e interurbane. Esso non ha tuttavia avuto in Italia, almeno fino a questi ultimi anni, quella necessaria considerazione, che in altri Paesi, più progrediti del nostro sotto questo punto di vista, ha condotto ad una estensiva diffusione di questo mirabile strumento di comunicazione.

Le statistiche del 1925 attribuivano all'Italia circa quattro telefoni per ogni 1000 abitanti, mentre negli Stati Uniti d'America già si giungeva ai 143, nel Canada ai 128, nella Danimarca e nella Svezia rispettivamente agli 88 e ai 63 apparecchi; nè più confortante si presentava l'esame della diffusione del telefono nelle grandi città italiane, perchè contro ai 30 telefoni per 100 abitanti di S. Francisco e di Omaha, e ai 25 di Stoccolma e di altre metropoli straniere, si prospettavano i 2,5 apparecchi di Milano, i 2,3 di Roma, i 2 di Torino.

Tali risultati numerici, del tutto insoddisfacenti per il nostro Paese, che pure in campi strettamente affini, quale ad esempio quello della produzione e della trasmissione a distanza dell'energia elettrica, trovai all'avanguardia del progresso mondiale, se da un lato indicavano la lunga via tuttora a percorrersi per dare all'industria e al commercio italiano quella facilità di rapide e sicure comunicazioni, che rappresenta una indispensabile condizione di sviluppo, d'altra parte palesavano come non si fosse ancora raggiunto quel grado di perfezionamento tecnico, che solo poteva imprimere a questa specialissima forma di attività della nostra vita il ritmo celere e possente, cui oggi ne spinge il turbinoso vivere moderno.

Urgeva un rimedio radicale; e il 1° luglio 1925, per merito del Governo Nazionale, essendo Ministro delle Comunicazioni S. E. Ciano, lo Stato cedeva in seguito a pubblica gara a cinque grandi Società concessionarie le cinque zone, nelle quali era stata ripartita l'Italia telefonica, col compito di riordinare, gestire e sviluppare le reti urbane e le linee suburbane e interurbane minori, mantenendo la diretta gestione statale soltanto per le grandi linee internazionali e interregionali, ed istituendo al tempo stesso un'Azienda Statale per i Servizi Telefonici, la quale oltre all'esercizio di tali grandi comunicazioni provvedesse all'opportuno controllo delle attività dei concessionari, nonché all'ampliamento organico della grande rete nazionale, per il quale scopo veniva stanziata dal Tesoro la cospicua somma di seicento milioni di lire.

A due anni di distanza i risultati conseguiti dalla feconda iniziativa privata, che affiancata da un saggio controllo statale, oculato ma non opprimente, ha raccolto in un unico fascio tutte le risorse della libera economia industriale, fondendole con l'opera valorosa e geniale dei tecnici migliori, indirizzata verso il fine superiore del benessere nazionale, consentono di rilevare, come quel risultato, che lo Stato non aveva potuto raggiungere in 17 anni, malgrado la capacità e la tenacia dei suoi funzionari, sia attualmente in corso di realizzazione, e come anche nel ramo della tecnica e della pratica telefonica il nostro Paese si avvii sotto il forte, sagace e lungiveggente impulso del Capo del Governo e dei suoi più vicini Collaboratori, ad occupare quel posto di avanguardia, cui già l'Italia ha saputo pervenire nelle altre multiformi manifestazioni della sua attività industriale.

\*

Le Società subentrate allo Stato nell'esercizio telefonico, e precisamente:

la Società Telefonica Interregionale Piemontese e Lombarda (S.T.I.P.E.L.) per la prima zona (Piemonte e Lombardia);  
la Società Telefonica delle Venezie per la seconda zona (Tre Venezie);

(<sup>1</sup>) Agli studi ed alle prove, di cui è cenno in questa relazione, ha continuamente collaborato il dott. F. Vecchiacchi, cui l'autore rivolge vivi ringraziamenti. Hanno prestato efficace aiuto nell'esecuzione delle misure e nella costruzione degli apparecchi i Capi elettricisti R. Di Benedetto e L. Inserra ed il Capo Radiotelegrafista C. M. De Calice.

la Società Telefoni Italia Medio-Orientale (T.I.M.O.) per la terza zona (Emilia, Romagna, Marche, Umbria, Abruzzi e Molise);  
la Società Telefonica Tirrena (T.E.T.I.) per la quarta zona (Liguria, Toscana, Lazio e Sardegna);  
la Società Esercizi Telefonici (S. E. T.) per la quinta zona (Campania, Puglia, Basilicata, Calabria e Sicilia);

ricevevano complessivamente alla data del 1° luglio 1925 circa 37.000 km di circuiti interurbani e 353 reti urbane con circa 130.000 collegamenti di abbonati, corrispondenti, insieme ad altri 20.000 abbonati appartenenti a concessioni minori, ad una consistenza totale di circa 151.000 abbonati.

Al 31 dicembre 1926 l'attuazione dei nuovi progetti studiati ed eseguiti dalle Società aveva già portato ad un aumento di oltre 20.000 numeri nella potenzialità delle nuove centrali con un incremento di 18.000 abbonati, mentre venivano ultimati circa 1.500 km di nuovi circuiti urbani, interurbani e vicinali ed istituiti circa 100 nuovi uffici telefonici.



Circa i sistemi di commutazione telefonica da adottare, specialmente per le grandi reti, le Società Concessionarie, al loro subentro nell'esercizio ceduto dallo Stato, trovarono una certa guida ed in parte anche un impegno per l'automatizzazione integrale, che lo Stato aveva iniziato anteguerra a Roma ed a Genova e nel dopo guerra in maggior misura a Torino, Milano e Genova. Al 1° luglio 1925 nelle reti su indicate erano già installati circa 40.000 numeri tutti del sistema Siemens Strowger ed a Napoli stava per essere attivata una centrale del tipo Rotary della Western Electric Co. L'Italia, per una serie di ragioni tecnico-economiche, passava così dal sistema manuale a batteria locale all'automatico integrale, saltando, a differenza delle altre Nazioni, lo scalino dei grandi multipli a batteria centrale.

Il telefono automatico al punto di perfezione cui è giunto oggidì nei tipi più diffusi, quali lo Strowger, il Panel ed il Rotary della Western, e l'Ericsson, presenta sul sistema manuale il vantaggio fondamentale che il collegamento tra gli abbonati è eseguito esclusivamente da commutatori elettromeccanici. Ciò porta, oltre che ad una notevole rapidità e facilità nell'ottenere sia la connessione che la sconnessione, ad un controllo ben definito della commutazione automatica da parte dell'utente stesso, ad una risposta precisa ed accurata degli organi meccanici agli impulsi inviati dagli utenti su linee di caratteristiche abbastanza varie, e ad un servizio segreto, continuo, uniforme e indipendente dal personale.

Resta inoltre risolto l'importantissimo problema delle grandi reti policentriche con l'intercomunicazione automatica tra le varie centrali, le quali funzionano come i vari gruppi di un'unica centrale.

Bene fece quindi la cessata Amministrazione statale a decidersi per l'automatizzazione delle principali reti fin dal 1914, quando cioè molti telefonici di Nazioni assai più progredite della nostra consideravano il multiplo a batteria centrale superiore all'automatico, e ciò più che altro per la consueta inerzia di chi, avendo un livello di comodità abbastanza elevato, è portato a giudicare il meglio nemico del bene.

L'Italia invece non poteva fare a meno di rivolgersi all'automatico nella speranza che esso avrebbe risollevato, come sta realmente facendo, le sorti telefoniche del Paese; e ad esso il pubblico italiano ha fatto una accoglienza anche superiore a quella prevista oltre che per i pregi già ricordati, anche per ragioni psicologiche facili a comprendersi, non escluso un certo senso di ammirazione per il prodigio dei meravigliosi congegni, che permettono la scelta di un numero tra migliaia e migliaia di altri mediante un apparecchio così semplice qual'è il disco combinatore posto presso l'abbonato.

Circa il sistema di centrale automatica da adottare, la scelta non era, e non è però così semplice, come a tutta prima potrebbe sembrare. Escluse le reti già in gran parte automatizzate dallo Stato e per le quali risultava già prefissato il sistema, perchè sarebbe un madornale errore quello d'impiegare due sistemi differenti nella stessa rete, le Società Concessionarie hanno creduto opportuno di non legarsi ad un sistema unico, ma di impiantare invece centrali dei principali tipi esistenti.

Effettivamente, a parità di servizio reso e delle principali caratteristiche tecniche, è evidente che la massima economia si sarebbe ottenuta adottando un sistema unico, qualora naturalmente il fornitore monopolista avesse sempre mantenuto i

suoi prezzi sulla base di quelli del mercato mondiale, purtroppo ristretto a poche grandi ditte; tuttavia tale uniformità, è bene notarla, si sarebbe soltanto in parte raggiunta, perchè ad esempio l'automatico Strowger-Siemens di Roma non è uguale a quello di Milano e di Torino, ed i nuovi selettori Siemens S. 26 non sono per nulla intercambiabili con i vecchi tipi attualmente in esercizio. Si comprende d'altronde agevolmente che non sarebbe certo una buona regola fermarsi a tipi antiquati molto inferiori ai campioni più progrediti dell'industria, solo per amore di avere impianti uniformi.

In vista di queste considerazioni, associate naturalmente a ragioni economiche, le Società concessionarie, scartato il Panel System che solo l'America ha adottato nelle sue grandi reti per le quali appunto esso è stato studiato, hanno confrontato i tre sistemi Siemens, Rotary ed Ericsson, le cui principali caratteristiche sono le seguenti:

a) *Sistema Strowger*. — E' il sistema più antico e tuttora più diffuso nel mondo; rappresenta, si può dire, il primo vero automatico e conta già oltre 40 anni di vita. Sua principale caratteristica è il selettore centesimale con l'asta mobile porta-contatti a sollevamento e rotazione a comando di elettromagneti con movimento passo-passo.

Il selettore Strowger fabbricato in America dalla Automatic Electric Co. ed in Europa da altre Ditte associate a quella americana, oltre che dalla Siemens, la quale ne ha però fatto un sistema con caratteristiche sue proprie, è rimasto, si può dire, invariato fin al 1926. In tale anno la Siemens ha lanciato sul mercato il nuovo tipo di selettore S. 26 che si differenzia dal tipo originale principalmente per avere l'asta dei contatti non più portata di sbalzo, ma incastrata alle due estremità, e perchè il ritorno delle spazzole a riposo si compie dopo che ogni volta si è avuta una rotazione completa in modo da evitare l'usura irregolare dei contatti. Di più, si ha la completa amovibilità di tutti i meccanismi più delicati in modo da poterne sempre eseguire le riparazioni in officina invece che sul posto di lavoro.

b) *Sistema Rotary*. — E' caratterizzato dall'assenza di movimenti di traslazione e dal fatto che i movimenti di rotazione avvengono per trascinamento di alberi motori continuamente rotanti, a comando naturalmente di organi elettromeccanici, spostati nella posizione voluta dagli impulsi inviati dal disco combinatore. Inoltre il selettore ha in alcuni tipi 200 contatti ed in altri anche 300, il che, come è noto, permette specialmente nelle grandi reti una maggiore utilizzazione oraria delle linee di giunzione, sia tra i vari gruppi di una stessa centrale, sia tra le varie centrali policentriche.

Essendo il sistema a base non decimale e gli organi mobili molto pesanti e lenti, il sistema richiede un organo intermedio detto *registratore*, il quale riceve gli impulsi a base decimale inviati dal disco dell'abbonato e li trasmette con opportune varianti agli organi da comandare.

c) *Sistema Ericsson*. — E' un sistema a dinamotore come il precedente; il selettore però ha una forma affatto caratteristica a piatto con un'asta mobile corrispondentemente ad un sistema di coordinate polari, e un campo multiplo di 500 contatti, divisi in 20 gruppi di 25 ciascuno. Da notare in modo speciale che i contatti sono qui ridotti a semplici fili nudi verticali, tra i quali penetra l'asta porta contatti.

Dei tre sistemi lo Strowger, in molti anni di esercizio, ha dato prova di saper risolvere degnamente il problema della telefonia automatica, però il Rotary e l'Ericsson studiati in epoca successiva, quando cioè le cognizioni sul traffico telefonico imponevano una utilizzazione più completa delle giunzioni tra centrali, presentano indubbiamente non pochi vantaggi specie nel caso di grandi reti. Quanto ai dettagli costruttivi e ai particolari, sia elettrici che meccanici, i tre sistemi hanno naturalmente speciali vantaggi ed inconvenienti, senza tuttavia potere, anche soltanto in via tecnica, superarsi vicendevolmente; di ciò è prova il fatto che mentre l'Amministrazione delle Poste Germaniche ha adottato per Berlino il sistema Strowger-Siemens a comando diretto, il Post-Office britannico ha preferito lo Strowger coll'aggiunta del *Directorv* che lo rende un sistema misto a registratore e traduttore; Parigi sarà automatizzata col sistema Rotarv, e Stoccolma con l'Ericsson.

Le Società Concessionarie italiane, superata, come si è detto, la questione della sola apparente uniformità di un sistema unico, hanno adottato lo Strowger là dove tale sistema già esisteva ed in altre reti ancora; e successivamente il Rotary e l'Ericsson, sicuri che tutti questi sistemi daranno un servizio affatto soddisfacente per le moderne esigenze dell'industria e del commercio.

Dove invece vi è ancora molta disparità di pareri e più che altro mancanza di soluzioni tecniche pratiche ed econo-



niche, è nel problema della telefonia rurale automatica, che pure rappresenta, specialmente per l'Italia, uno dei campi più vasti di fruttuose applicazioni. Sono tuttavia in corso studi ed esperienze per portare il beneficio della comunicazione telefonica anche ai più piccoli agglomerati rurali, i quali verranno così collegati ai grandi centri urbani in modo rapido, sicuro ed efficiente.

Una rassegna sommaria dello sviluppo telefonico delle varie Zone nei primi due anni di esercizio sociale è sufficiente per tracciare nelle sue linee generali il quadro dell'opera compiuta dalle Società Concessionarie.

### PRIMA ZONA

(Società Telefonica Interregionale Piemontese e Lombarda)

S. T. I. P. E. L.

Gli impianti ceduti alla Società al 1° luglio 1925 comprendevano 102 reti urbane con 43.037 abbonati, 720 Uffici e 8745 km di circuiti interurbani.

A Torino sono state costruite tre nuove centrali automatiche nelle zone di Vanchiglia, S. Paolo e Lingotto, nella prima delle quali sono installati 2000 numeri, e nelle altre due 1000 numeri per ciascuna. Compresi altri 3000 numeri alla centrale Centro, si hanno in totale 17.000 numeri automatici in Torino in luogo dei 10.000 ceduti dallo Stato, il che corrisponde ad un aumento di disponibilità pari al 70 per cento. L'automatizzazione della metropoli piemontese risulta così completa.

Inoltre, in seguito ad accordi recentemente intervenuti coll'Azienda di Stato, anche la centrale interurbana di Torino avrà al più presto un aumento di capacità per altre 140 linee, e risulterà così una disponibilità in centrale per 246 circuiti interurbani.

A Milano, la vecchia centrale Siemens nel Palazzo della Borsa, che costituiva la causa maggiore del disservizio telefonico nella metropoli lombarda è stata demolita da quasi un anno, e in suo luogo sono sorti nuovi edifici per le centrali Cavour, S. Babila, Sempione e Porta Volta, mentre sono in corso i lavori per la centrale di Turro.

Sono già state attivate la centrale Cavour (3000 numeri automatici), la cui costruzione iniziata nel luglio 1926 è stata condotta a termine in soli tre mesi, la centrale di Porta Ticinese (2000 numeri) e la centrale S. Babila (2000 numeri); ed è stato condotto a termine un aumento di 1000 numeri per ciascuna delle seguenti centrali: Porta Venezia, Porta Vercelli (da 2000 a 3000 numeri), Porta Romana (da 2000 a 3000 numeri); finalmente è stata attivata la nuova centrale Sempione mediante 840 numeri manuali provvisori.

Alla fine del 1927 Milano conterà 34.700 numeri automatici. Le reti di Milano hanno avuto naturalmente un congruo aumento (circa 15.000 coppie di cavi e 40.000 metri di tubazioni).

Anche la centrale interurbana avrà, come a Torino, un prossimo aumento di 100 linee, e per conseguenza la capacità complessiva tra Stato e Stipel sarà di 300 circuiti.

Al 1° luglio è entrato in funzione il servizio per la chiamata telefonica delle automobili pubbliche, con un sistema simile a quello in uso a Stoccolma, che a giudizio di tutti i competenti è il migliore.

A Monza sta per essere attivata una centrale automatica per 1600 numeri in luogo dei 900 manuali ora esistenti.

A Cuneo è in corso di montaggio una nuova centrale a batteria centrale di 600 numeri; e ad Alessandria è in costruzione il nuovo edificio, nel quale troverà posto una centrale automatica di 2000 numeri, che sostituirà i 700 manuali ora esistenti; anche a Tortona è stata costruita in un nuovo edificio, ed inaugurata fin dall'ottobre 1926, una nuova centrale manuale.

A Biella, è già quasi ultimato l'impianto di una centrale automatica della capacità di 1500 numeri; la rete è stata comple-

tamente rifatta con sistemi moderni, ed ha una capacità quasi doppia della centrale.

A Novara sarà installata quanto prima una centrale automatica di 2000 numeri, mentre nella centrale di Vercelli, che conterà 1000 numeri automatici, troveranno posto una centrale interurbana per 40 linee e la stazione amplificatrice del cavo Torino-Milano-Laghi.

A Varese sono in corso di montaggio 1500 numeri automatici, ed altri 2250, tra loro interconnessi, si stanno installando a Gallarate, Busto Arsizio e Legnano.

Nella Zona del Lago Maggiore (Arona, Lesa, Stresa, Baveno, Intra, Pallanza), è stato ultimato il montaggio di 900 numeri automatici allacciati tra di loro in modo da avere un concentramento di servizio con operatrici interurbane soltanto ad Intra ed a Arona, dove saranno installate due centrali interurbane di 30 linee ciascuna. E sarà questo il primo esperimento in Italia di automatizzazione col così detto sistema Bavarese.

A Como, costruita la nuova centrale Alessandro Volta, sono stati attivati 1800 numeri automatici, i quali aggiunti ai 200 numeri del satellite di Cernobbio, daranno un aumento del 30 % rispetto alla potenzialità attuale. E' stata pure approntata una nuova centrale interurbana di 40 linee, per modo che per il Centenario Voltiano anche l'impianto telefonico comense è degno della grande celebrazione.

Altri 1000 numeri automatici saranno installati a Lecco.

A Brescia, a Mantova ed a Cremona sono in corso d'impianto rispettivamente 3000, 1000 e 2000 numeri automatici.

Finalmente a Pavia sarà attivata verso la metà di luglio la nuova centrale automatica per 1000 numeri, nonché una centrale interurbana di 20 linee.

Per risolvere completamente nella Prima Zona il problema delle comunicazioni interurbane nella propria Rete regionale, la STIPEL ha pure iniziata la costruzione di una rete telefonica sotterranea integrante quella nazionale mediante la posa del cavo Torino-Milano-Laghi (T. M. L.), che collegherà fra loro i vari centri dove più vigorosa pulsa la vita commerciale, industriale e turistica del Piemonte e della Lombardia, allacciandosi in pari tempo alle estremità alla Rete telefonica internazionale.

Il cavo T. M. L., che risulterà della lunghezza totale di circa 700 km, è formato da tre grandi arterie dipartentisi da Milano. La prima, seguendo le Autostrade, tocca i centri principali di Como, Varese, Busto Arsizio, Arona e Intra, e per Domodossola ed il Sempione si collega alla Rete Svizzera; la seconda arteria, toccando successivamente Novara e Vercelli con diramazioni per Casale, Alessandria, Biella e Ivrea, arriverà a Torino; la terza arteria finalmente si dirige verso Brescia ed il Lago di Garda con diramazioni verso il Bergamasco, Cremona e Piacenza.

Il cavo, formato a bicipite, e variante da un massimo di oltre 100 bicipite, cioè 400 fili, a un minimo di 6, è del tipo armato, ossia con fili racchiusi entro guaina di piombo protetta da un doppio avvolgimento di juta catramata e nastro di ferro. Un particolare servizio verrà istituito lungo le Autostrade, e cioè l'installazione di un posto telefonico pubblico in ogni casella delle Autostrade stesse.

Il programma di costruzione si va rapidamente concretando, ed infatti il cavo è già in esercizio nel tronco Milano-Como-Varese-Arona-Intra; il tratto Torino-Vercelli-Biella-Ivrea sarà pronto in settembre, mentre i rimanenti tronchi Milano-Bergamo-Brescia-Cremona-Piacenza, e Milano-Novara-Vercelli-Casale-Alessandria verranno attivati nel 1928.

Riassumendo in cifre, ecco come si presenta, in dati sintetici, l'opera compiuta dalla STIPEL nei primi 18 mesi della sua attività:

Nuovi numeri automatici installati e funzionanti . . . N. 11.000  
Nuovi numeri in corso di montaggio . . . » 31.690

Totale N. 42.690

RETI URBANE	A B B O N A T I						Incremento	Abitanti	Abbonati per cento abitanti
	MANUALI		AUTOMATICI		TOTALE				
	1-7-25	15-3-27	1-7-25	15-3-27	1-7-25	15-3-27			
MILANO . . . . .	6 889	2 496	12 885	23 204	19 774	25 700	5 926	864 790	2,96
TORINO . . . . .	932	167	8 078	11 264	9 010	11 431	2 421	504 325	2,26
Rimanenti . . . . .	14 523	18 098	—	—	14 523	18 098	3 575	7 044 765	0,256
Totale Piemonte e Lombardia	22 344	20 761	20 963	34 468	43 307	55 229	11 922	8 413 880	0,608

Nuove reti costruite o in corso di costruzione, km coppia . . . . .	50.000
Nuovi circuiti interurbani e d'estensione a P.T.P. km . . . . .	3.150

Per gli abbonati si è passati da 43.307 a 55.229 (15 marzo 1927); di questi ultimi ben 34.468 sono provvisti di apparecchi automatici in confronto dei 20.963 automatici al 1° luglio 1925. E i lavori in corso permettono di assicurare che prima della fine del corrente anno verranno superati i 45.000 numeri automatici.

Ecco infine nel precedente specchietto, i dati comparativi del numero degli abbonati serviti dalla S.T.I.P.E.L. nei sistemi manuale ed automatico, al 1° luglio 1925 ed al 15 marzo 1927.

## SECONDA ZONA

(Società Telefonica delle Venezia).

Al 1° luglio 1925 gli impianti assunti dalla Società comprendevano 111 reti urbane con 18.098 abbonati, 297 uffici e 6918 km di circuiti interurbani.

E' stata già operata la ricostruzione degli impianti di Lido, Marghera, Giudecca e Murano, il che ha permesso di dare un assetto organico alla Rete urbana di Venezia; sono in corso la completa rinnovazione dell'impianto di Trieste, dove sarà montata una centrale automatica per 10.000 abbonati e rifatta interamente la Rete urbana, nonché la sistemazione della Rete interurbana del Trentino e di parecchie altre linee interurbane.

Altri importanti costruzioni interurbane daranno ben presto ai centri principali, quali Trieste, Udine, Venezia, Treviso, Padova, Vicenza e Verona numerose dirette comunicazioni, e verranno pure collegati con linee dirette a Trieste e a Venezia i minori centri, anche di sola importanza mandamentale.

Sono già stati posati otto circuiti telefonici per complessivi 160 km coppie. Il numero degli abbonati al 31 dicembre 1926 ammontava a 20.108.

## TERZA ZONA

(Società Telefoni Italia Medio Orientale)

« T. I. M. O. »

Al 1° luglio 1925 gli impianti assunti dalla Società comprendevano 70 reti urbane con 9786 abbonati, 263 uffici e 5595 km di circuiti interurbani.

L'attività della Società si è subito manifestata provvedendo ad ordinare per la città di Bologna una nuova centrale automatica della capacità totale di 12.000 numeri ed equipaggiata per 6000, che verrà installata in un nuovo grandioso edificio attualmente in corso di costruzione. La risoluzione del problema telefonico di Bologna sarà poi tecnicamente completata mediante la costruzione di due satelliti automatici, di cui uno nella zona Galliera per una capacità di 1000 numeri e con equipaggiamento iniziale di 500, ed un altro a Casalecchio per una capacità ed equipaggiamento di 100 numeri. Complessivamente così Bologna, Galliera e Casalecchio costituiranno una rete policentrica di 6600 numeri iniziali, estensibili a 13.100.

Contemporaneamente alla esecuzione della centrale urbana di Bologna, sono pure in corso gli studi per la nuova centrale interurbana e per la completa e nuova sistemazione della rete urbana, che sarà ricostruita con i criteri più moderni (tipo elastico, canalizzazione in tubazioni polifore, distribuzione nel centro della città completamente in cavi).

Tale rete avrà in un primo tempo la potenzialità di 8000 coppie circa, in partenza dalla centrale, ed è stata prevista per un eventuale futuro possibile aumento di circa altrettante coppie. La canalizzazione avrà uno sviluppo in tubo di circa 30 km e i cavi avranno uno sviluppo totale di circa 20.000 km coppia.

A Forlì si è già installato il nuovo centralino automatico inizialmente equipaggiato per 300 numeri e che verrà portato al più presto a 500; inoltre vi sarà installato tra breve anche un commutatore interurbano a quattro posti di lavoro, inizialmente equipaggiato per 40 linee. E' significativo notare che a Forlì, dopo circa un anno di stasi nell'incremento degli abbonati, il miglioramento del servizio conseguente al rifacimento della rete e della centrale, ha portato, in soli tre mesi, un aumento superiore al 25 per cento degli abbonati preesistenti.

Per la città di Rimini che è in pieno sviluppo industriale, alberghiero e balneare, è stato ordinato un impianto a batteria centrale a servizio celere della capacità di 720 linee urbane e

40 interurbane, al quale è direttamente collegato un centralino automatico della capacità di 100 numeri, inizialmente equipaggiato per 50, da installarsi a Riccione.

Nuove centrali e reti sono pure in corso di costruzione o di montaggio per le città di Reggio Emilia, Faenza, Pesaro, Terni, Lugo (dove è in corso di montaggio un nuovo commutatore multiplo a batteria locale della capacità di 400 numeri), Cesena, Jesi (che entro il 1927 sarà dotata di una centrale automatica della capacità di 300 numeri e di una più ampia centrale interurbana), Sulmona, Rieti, Assisi (dove è in corso di montaggio una nuova centrale automatica direttamente collegata con la centrale di Perugia), e in altre località minori.

Complessivamente, ad ultimazione dei lavori in corso, la capacità delle centrali passerà da 16.640 numeri a 27.750 numeri, lo sviluppo dei cavi aerei in km coppie passerà da 3487 a 15.446, e lo sviluppo dei cavi sotterranei armati, pure in km coppie, passerà da 3662 a 10.000.

Il numero degli abbonati al 31 dicembre 1926 era già aumentato a 12.200.

## QUARTA ZONA

(Società Telefonica Tirrena)

« T. E. T. I. »

La quarta zona, ricca di centri importanti e popolosi, quali Roma, Genova, Firenze e Livorno, oltre che di molteplici centri minori, comprendeva al 1° luglio 1925 complessivamente 45 centri di rete urbana con 37.105 abbonati, e 266 uffici interurbani con uno sviluppo di 7528 km di linee interurbane.

Il complesso programma, stabilito dalla Società per la trasformazione e sistemazione degli impianti, è in corso di attuazione.

A Roma l'antica centrale manuale ai Crociferi, che contava 11.000 numeri con 10.171 abbonati collegati nella quasi totalità a semplice filo, sta gradualmente scomparendo col passaggio degli abbonati alle altre centrali automatiche. Nella Zona Viminale è stata costruita la nuova rete sotterranea ed aerea collegata alla centrale automatica di 6000 numeri già impiantata in precedenza dall'Amministrazione statale; la centrale al 31 marzo 1927, serviva già 3080 abbonati ed il suo carico va rapidamente aumentando. Nella Zona Corso Vittorio Emanuele, il nuovo edificio destinato a sede della centrale automatica della Zona e della Direzione locale è stato ultimato nell'agosto 1926; la nuova centrale automatica di 10.000 numeri con equipaggiamento per 5000 è già in esercizio. In Zona Colonna è entrata in esercizio una nuova centrale automatica per 6000 numeri, ma estensibile a 10.000, cui al 31 marzo 1927 erano già allacciati 1284 abbonati. In Zona Salaria sono stati intrapresi diversi lavori per aumentare sia la potenzialità della rete che quella dell'antica centrale automatica di 3000 numeri; precisamente il commutatore automatico è stato ampliato fin dal dicembre 1926 di 1000 numeri e ad esso risultano già allacciati oltre 500 abbonati; altri 1100 numeri verranno distribuiti in tre satelliti posti nelle località Parioli, Galeno e Aniene. Di questi il primo è già in funzione, mentre gli altri due sono in corso di montaggio. Nella Zona Prati servita dall'antica centrale automatica di 4000 numeri si è provveduto ad un ampliamento e sistemazione della rete. Nella Zona Esquilino si sta approntando la nuova centrale di 2000 numeri.

Lo sviluppo edilizio e demografico della Città ha poi consigliato di costruire a Trastevere (Viale del Re) un satellite della centrale di Corso Vittorio Emanuele, e di costruire due nuove centrali, l'una nella Zona Nomentana e l'altra nella Zona Flaminia, da attivarsi nel primo semestre 1928.

Mediante tutti questi lavori i telefoni a sistema manuale che al 31 dicembre 1925 erano a Roma 10.034, si sono ridotti al 31 marzo 1927 a 6211; mentre quelli a sistema automatico sono contemporaneamente aumentati da 5380 a 10.960.

In Genova, l'impianto assunto il 1° luglio 1925 comprendeva la vecchia centrale manuale di Vico Tintori di 6500 numeri, con 5112 abbonati collegati principalmente a semplice filo; la centrale manuale di Sampierdarena di 1080 numeri con 534 abbonati; e le centrali automatiche di Pellicceria e di Albaro rispettivamente con 4500 e 600 numeri. Attualmente sta per entrare in esercizio una nuova centrale automatica a Maragliano, della capacità iniziale di 5000 numeri mentre alle centrali automatiche di Pellicceria e di Albaro si è apportato rispettivamente un aumento di 1500 e di 2000 nuovi numeri automatici, questi ultimi in un apposito stabile di nuova costruzione. Inoltre a Sampierdarena si è approntato un nuovo commutatore

automatico di 2000 numeri. Gli abbonati collegati al 31 dicembre 1926 erano circa 10.100, con un incremento rispetto al 1° luglio 1925, di 809 nuovi abbonati. Coi lavori accennati, sarà ben presto completamente soppresso il servizio manuale della rete di Genova e si avrà inoltre un aumento di 5300 numeri automatici e di 11.000 coppie in confronto delle esistenze attuali.

In Firenze, la consistenza al 1° luglio 1925 era di due centrali manuali, aventi la capacità complessiva di 5750 numeri con 4800 abbonati collegati, nella quasi totalità, a semplice filo con la vecchia rete in cavo. In sostituzione di dette centrali, è già in esercizio un commutatore automatico di 600 numeri (che sarà ben presto ampliato di altri 1000 numeri), con due satelliti di 100 numeri ciascuno a Fiesole e a Rifredi, e con una rete in canalizzazione per la potenzialità di 8500 coppie.

A Livorno, l'impianto consisteva al 1° luglio 1925 di un commutatore manuale di 2160 numeri con 1283 abbonati e rete in cavo aereo. Attualmente è in corso di montaggio una nuova centrale che sostituirà il vecchio impianto con un commutatore automatico di 2000 numeri ed una nuova rete in cavi sotterranei ed aerei.

Nei centri minori sono pure stati rapidamente avviati i lavori di sistemazione, ampliamento e rifacimento, e sono stati attivati numerosi nuovi collegamenti interurbani.

In complesso gli abbonati della quarta Zona al 20 marzo 1927 risultavano 40.593 con un incremento rispetto al 1° luglio 1925 di 3488 abbonati. I posti dipendenti erano 491, ai quali erano collegati 3207 abbonati; gli uffici interurbani erano 215.

Il lavoro compiuto dalla Società nei primi venti mesi di esercizio si può riassumere nelle seguenti cifre:

Costruzione di sette edifici, di cui quattro completamente ultimati. Costruzione di tredici centrali e sottocentrali automatiche della capacità iniziale complessiva di 25.800 numeri, di cui otto già in esercizio. Costruzione di 73 km di canalizzazione in tubo, di 135 km di rete sotterranea in cavo dello sviluppo complessivo di 43.400 km coppie, e di 310 km di rete aerea in cavo dello sviluppo complessivo di 9500 km coppie. Costruzione di 15.500 impianti di abbonati a sistema automatico, di cui 10.000 già funzionanti. Costruzione di km 1600 di palificazione di linee interurbane ed in estensione; posa di 476 km coppie di nuovi circuiti interurbani ed in estensione, oltre al consolidamento e rifacimento di numerose linee esistenti.

I dati relativi al numero di abbonati serviti nei diversi sistemi e alle diverse epoche risultano dal seguente prospetto:

Z O N A	ABBONATI al 1° luglio 1925			ABBONATI al 20 marzo 1927		
	MANUALI	AUTOMATICI	TOTALE	MANUALI	AUTOMATICI	TOTALE
ROMA . . . . .	11 165	4 950	16 115	6 909	10 960	17 869
GENOVA. . . . .	5 786	3 645	9 431	5 125	5 179	10 304
FIRENZE . . . . .	5 504	—	5 504	2 459	3 325	5 784
ALTRE LOCALITÀ. . . . .	6 055	—	6 055	6 636	—	6 636
	28 510	8 595	37 105	21 129	19 464	40 593

#### QUINTA ZONA

(Società Esercizi Telefonici)

« S. E. T. »

Al 1° luglio 1925 gli impianti assunti dalla Società comprendevano 38 reti urbane con 17.739 abbonati, 543 uffici interurbani e 12.417 km di circuiti interurbani.

Con la nuova sistemazione in corso di attuazione, la città di Napoli verrà completamente automatizzata; le centrali ordinate, per le quali sono già ultimati i nuovi fabbricati, sono quelle di Porta Nolana (2000 numeri), di Rione Amedeo (2500 numeri — in sostituzione di quella ora esistente), e della Borsa (10.000 numeri). Sono pertanto ordinate centrali per 14.500 numeri, predisponendo tuttavia centrali e canalizzazioni per 100.000 numeri onde non avere preoccupazioni per l'avvenire. La nuova rete entrerà in funzione nel 1928.

Per la città di Palermo è stata ordinata una centrale automatica di 6000 numeri estensibile a 10.000, che entrerà in funzione nei primi mesi del 1928; per le città di Messina e Catania sono state ordinate due centrali automatiche rispettivamente di 2000 e 4000 numeri, con le relative reti.

Contemporaneamente alla costruzione delle centrali si sono

spinti i lavori di ampliamento e rifacimento delle reti; così a Napoli con i nuovi cavi posati si è potuto provvedere al collegamento di circa 17000 nuovi abbonati e dare il doppio filo agli abbonati della zona S. Lucia, i quali per i fenomeni di forte induzione non potevano comunicare che con estrema difficoltà; anche a Palermo sono stati posati nuovi cavi per uno sviluppo di circa 700 metri.

Il numero complessivo degli abbonati alle reti urbane dipendenti dalla Società Esercizi Telefonici è salito da 17.739 a circa 20.400 alla data del 31 dicembre 1926.

\*

La situazione complessiva degli abbonati al 31 dicembre 1926 si presenta pertanto secondo le risultanze della seguente tabella:

	al 1-7-1925	al 31-12-1926
S. T. I. P. E. L. . . . .	N. 43.037	52.611
TRE VENEZIE . . . . .	» 18.898	20.108
T. I. M. O. . . . .	» 9.786	12.200
T. E. T. I. . . . .	» 37.105	39.992
S. E. T. . . . .	» 17.739	20.397
	N. 126.565	145.308

con una differenza in più di 18.743.

Aggiungendo ancora il numero di utenti relativo ai minori concessionari tuttora in esercizio nelle varie zone, che ammonta approssimativamente a 23.000, appare che il numero totale degli abbonati in tutta l'Italia è ormai di poco inferiore ai 170.000, con una densità generale di circa il 4,3 per mille.

\*

Alla fervida attività delle Società Concessionarie ha efficacemente cooperato l'azienda di Stato per i Servizi Telefonici con la sua importantissima funzione del controllo amministrativo delle Società stesse, unita all'esercizio delle varie attribuzioni spettanti in materia telefonica al Ministero delle Comunicazioni, nonchè con la diretta gestione della rete delle grandi comunicazioni telefoniche interurbane.

L'Azienda iniziava il 1° luglio 1925 la sua opera con una rete formata da 266 circuiti per km 38.650 di lunghezza complessiva, di cui 35 internazionali per una lunghezza complessi-

va di km 2667. Al 30 giugno 1926 già erano stati costituiti 25 nuovi circuiti aerei fra reali e virtuali, posando circa 100 km di fili, mentre erano in corso di costruzione altri 13 circuiti aerei, tra cui due internazionali. Sono recentemente entrate in esercizio due nuove grandi centrali interurbane a Roma e a Milano, ed inoltre sono stati iniziati i lavori di ampliamento per le centrali di Torino e Genova.

Ma l'opera di maggiore interesse nazionale, cui si è accinta con illuminata attività l'Azienda di Stato, è indubbiamente la costruzione della grande rete telefonica interurbana in cavi sotterranei, che migliorerà in modo radicale e definitivo le condizioni del servizio interurbano in Italia.

L'unico cavo sotterraneo in esercizio in Italia al 1° luglio 1925 era infatti il cavo T.G.M. (Torino-Genova-Milano) lungo circa 300 km e costituito da un massimo di 51 bicoppie corrispondenti a 204 conduttori nel tratto Casteggio-San Giuliano; tale cavo, che collega i tre grandi centri di Genova, Milano e Torino, è stato inaugurato fin dall'ottobre 1924 dal Capo del Governo. Il nuovo programma stabilito dall'Azienda di Stato comprende in un primo tempo la posa di una grande arteria sotterranea longitudinale, la quale, innestandosi a Casteggio sull'esistente cavo Y, giungerà per Bologna, Firenze, Perugia, e Roma sino a Napoli, con diramazioni da Bologna per Venezia

e Trieste, e da Milano per Chiasso donde attraverso la rete sotterranea svizzera la parola italiana arriverà in tutte le Nazioni dell'Europa centrale e settentrionale.

In un secondo tempo il cavo verrà prolungato da Napoli verso Reggio Calabria e verso Bari, e si compiranno le diramazioni Firenze-Livorno-Genova e Perugia-Ancona, oltre alla trasversale Milano-Venezia.

I cavi, forniti tutti dall'industria nazionale saranno, al pari di quelli utilizzati sia nel Torino-Milano-Genova, sia nel Torino-Milano-Laghi della STIPEL, e in accordo con le norme del Comitato Consultivo Internazionale delle Comunicazioni Telefoniche a grande distanza, con formazione a coppie e conduttori in parte da mm 0,9 e in parte da mm 1,3, forniti di bobine Pupin ed equipaggiati con opportuni amplificatori; dallo studio preliminare risulta che il numero approssimativo dei punti di pupinizzazione, posti a intervalli di circa 1830 metri, sarebbe nel tratto Casteggio-Napoli circa 530 e nel Bologna-Trieste 203; le stazioni amplificatrici, che saranno distanziate di circa  $75 \div 80$  km, ammontano a circa 20.

Lo sviluppo di questo vasto programma porterà alla possibilità di rapidissime comunicazioni dirette fra la Capitale e tutte le principali città d'Italia; ad esempio tra Roma e le città di Milano, Napoli, Torino e Venezia, si avrà rispettivamente un numero definitivo di circuiti di 39, 37, 14 e 8; e si giungerà complessivamente ad un numero di circuiti interurbani ed internazionali terminanti in Roma rispettivamente di 190 e 14.

E' già in avanzato corso di costruzione il tratto Roma-Napoli, lungo 239 km, con stazioni amplificatrici a Ferentino e a Mignano.

\*

Da questo quadro riassuntivo delle più notevoli attività telefoniche, che ebbero svolgimento nel nostro Paese in questo più recente periodo di tempo, appare chiaramente il nuovo e rigoglioso sviluppo della telefonia urbana ed interurbana in Italia, dovuto sia al fervore di opere e di lavoro cui con entusiasmo ed ardimento si sono accinte le agili ed esperte forze industriali private, sia ancora al provvido impulso che alla industrializzazione dei servizi telefonici è stato dato dal Ministero delle Comunicazioni, dove ben si congiungono alla severa tutela degli interessi dello Stato visuali e concezioni improntate a quella modernità e celerità di azione, che sono proprie dell'industria privata.

In tal modo il nostro Paese, per il quale il servizio telefonico costituisce un possente mezzo di propulsione della ricchezza e dell'attività nazionale, tornerà a percorrere, ricco di nuove e fresche energie ed iniziative, le classiche vie del progresso tecnico, scientifico ed organizzativo, anche in questo suggestivo campo telefonico, in cui l'Italia ha già impresso sin dalle origini sì profonda orma di sé.

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

### NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli olii .....	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo .....	» 2,—
più per postali	» 0,80

### DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

- 1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.
- 2° Impianto del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Elettricità.
- 3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.
- 4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.
- 5° Impianto del Temù in Valle Camonica.
- 6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.
- 7° Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.
- 8° Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.
- 9° Impianto del Matese della Soc. Meridionale di Elettricità
- 10° Impianto di Galliano della Società Ligure-Toscana di Elettricità.

Prezzo per ogni fascicolo .....	L. 6,—
più per postali	» 1,—

ELENCO dei Fabbrikanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico .....	L. 4,—
più per postali	» 1,—

## LA QUARTA SESSIONE DELLA CONFERENZA INTERNAZIONALE PER LE RETI AD ALTA TENSIONE □ □ □ □ □

Parigi - 23 giugno-3 luglio 1927

Il senso abbastanza diffuso di stanchezza per il troppo frequente ripetersi di congressi e di riunioni internazionali — senso che dettò anche un recente voto del Consiglio Generale dell'A. E. I. oltre ad analoghe manifestazioni in altri paesi — poteva far temere che la riuscita della Conférence Internationale des Grands Réseaux dovesse risentirne le conseguenze.

Dobbiamo invece constatare subito con piacere che il successo di questa quarta sessione è stato quanto mai brillante e per molti aspetti nettamente superiore a quello delle precedenti sessioni <sup>(1)</sup>. Così il numero dei partecipanti salì a ben 527, mentre nella sessione del 1925 si erano di poco superati i 450, ed il numero dei rapporti e delle comunicazioni che si voleva contenere in 60 dovette aumentarsi all'ultima ora fino a 77. La partecipazione dell'Italia, che nella sessione del 1925 aveva figurato al primo posto sia per il numero delle memorie presentate che per quello di partecipanti, fu questa volta alquanto ridotta. Una sola memoria fu presentata dal collega Montagni e, mentre i colleghi iscritti erano una dozzina, presero parte alle sedute solo i tre delegati ufficiali dell'A. E. I., Ing. Del Buono, primo delegato, Soleri e Barbagelata, ed i colleghi Crespi, Montagni e Volpato, come membri liberi.

\*

La seduta inaugurale ebbe luogo nel pomeriggio di giovedì 23 giugno nei locali della Sala Hôche dove pure si svolsero tutti i lavori: sede veramente sontuosa e ben organizzata.

La seduta inaugurale fu presieduta da M. Tardieu, Ministro dei Lavori Pubblici il quale diede il benvenuto ai Delegati stranieri mettendo in rilievo l'importanza dei lavori della Conferenza. Ritiratosi il Ministro, la Presidenza fu assunta dal Sig. Bellaar Spruyt primo Delegato dell'Olanda, e si procedette alla costituzione dell'Ufficio di Presidenza nel quale furono riconfermati come Presidenti onorari i sigg. Blondel (Francia); Mailoux (Stati Uniti); Semenza (Italia); mentre furono eletti Vice-Presidenti onorari i Sigg. Borgquist (Svezia) e Del Buono (Italia).

Alla Presidenza effettiva, trovandosi in America il Lé-gouez, Presidente dell'Union des Syndicats, fu chiamato il Sig. Cahen, Vice-Presidente dell'Union, e come Vice-Presidenti furono nominati i Signori: Bauer (Svizzera); Bellaar Spruyt (Olanda); Drewnowski (Polonia); Gevaert (Belgio); Norberg Schulz (Norvegia); Vallauri (Italia); Woodhouse (Gran Bretagna); List (Cecoslovacchia); Ulrich (Francia) e Asachi (Giappone). Segretario Generale, come sempre, l'infaticabile M. Tribot Laspière animatore di tutta la conferenza.

Furono pure designati relatori generali per le tre sezioni rispettivamente i Signori Roth, Duval e Parodi, e fu inoltre deciso che ciascuna seduta di lavoro sarebbe stata posta sotto il patronato di un membro della Presidenza e sotto la presidenza effettiva, per turno, di uno dei primi delegati delle varie nazioni.

\*

La mattina di venerdì 24 si iniziarono così i lavori della Conferenza, i quali si svolsero sempre regolarmente secondo l'orario stabilito: dalle 9,30 alle 12,30 e poi dalle 14,30 alle 19; e le sedute furono sempre assai affollate. Secondo la consuetudine delle precedenti sessioni la seduta pomeridiana ebbe sempre una breve interruzione durante la quale, in un locale contiguo i delegati potevano fruire di un signorile servizio di buffet e stringere o rinnovare amicizie nei colloqui particolari. Possiamo anzi dire che, come accade in quasi tutti i congressi tecnici, le discussioni più interessanti furono spesso quelle svoltesi così, *en petit comité*, durante le interruzioni, che non quelle ufficiali sviluppate nelle sedute.

<sup>(1)</sup> Vedasi L'Elettrotecnica 25 dicembre 1921, pag. 754; 15 dicembre 1923, pag. 848 e 15 luglio 1925, pag. 487.



La prima seduta fu posta sotto le presidenza del Sig. Duquesne (Belgio) e sotto il patronato del Del Buono, relatore il Roht.

Si cominciò con le caldaie e precisamente con la relazione del Sig. Overweg, di carattere descrittivo, sopra due grandi centrali tecniche recentemente messe in servizio in Olanda. Fu invece rinviato al giorno dopo il rapporto del Dott. Mailloux che non era ancora pronto per la distribuzione.

Si passò quindi alle macchine elettriche coi rapporti dei Signori Bakker e V. Staveren (Olanda) i quali vorrebbero modificare il regime di prova dielettrica delle macchine ritenendo insufficiente l'attuale formula  $2E + 1000$  e vorrebbero inoltre introdurre nelle Norme le prove di perdita nel dielettrico degli avvolgimenti, analogamente a quanto si fa per i cavi.

Il metodo, di un carattere assolutamente empirico, basato, come già altri noti, su un confronto delle caratteristiche di corto circuito trifase, bifase e monofase, diede luogo a critiche serrate e fondate da parte del Fallou e del Belfils, il quale dimostrò come la coincidenza dei risultati citati dagli autori fosse puramente casuale e come in alcune esperienze da lui eseguite il metodo preconizzato abbia condotto a dei valori negativi per le reattanze.

Seguì il rapporto Wilczek (Ungheria) il quale diede notizia di un interessante tipo di alternatore per turbo costruito dalla Casa Ganz, nel quale il rotore è in un certo senso blindato in modo da raggiungere una robustezza meccanica assoluta, mentre il punto di mezzo dell'avvolgimento di campo è messo a massa essendo i vari poli alimentati in parallelo, come indicato in fi-



Fig. 1. — La sala Hôche durante una seduta.

La discussione a cui partecipano i Signori Wilczek (Ungheria; Feldmann (Olanda); Kopeliovitch (Svizzera) e Del Buono (Italia), mostrò invece che l'opinione generale è piuttosto favorevole al mantenimento della stato attuale. In particolare il Del Buono ricordò l'importanza, soprattutto per gli apparecchi, di tener conto della potenza dell'impianto nel fissare

la tensione di prova. Come conclusione si deliberò di trasmettere alla Commissione Elettrotecnica Internazionale le proposte dei Signori Bakker e Staveren.

Seguì il rapporto Tolvinski e Efremov (Russia) su un nuovo metodo di misura della reattanza interna degli alternatori trifasi.

La seduta si chiuse col rapporto Petresco (Rumania) sull'autoeccitazione degli alternatori lavoranti su carico capacitivo.

✱

La seduta pomeridiana sotto la presidenza del Signor Busila (Rumania) si inizia con i rapporti del Fallou (Francia): (sovratensioni nei trasformatori e prove con onde a fronte ripido) e Kopeliovitch (Svizzera): (sovratensioni di inserzione e di distacco dei trasformatori). I due rapporti di carattere in parte analitico e in parte sperimentale, con interessanti rilievi oscillografici eseguiti coll'oscillografo a raggi catodici, sono da ritenersi fra i lavori più importanti presentati alla conferenza e su di essi contiamo di ritornare più ampiamente in altra occasione.

Evidentemente sotto i continui sforzi degli studiosi e mercè soprattutto le ricerche di carattere sperimentale, come queste, il mistero che ancora avvolge tanta parte dei fenomeni di sovratensione, sta per essere squarciato.

Nella discussione seguita, a cui parteciparono i Signori Pomey, Traverse, Darrieus (Francia) e Ohashi (Giappone) fu in particolare rilevata l'analogia fra gli avvolgimenti dei trasformatori e una linea telefonica pupinizzata. Risultò anche che i

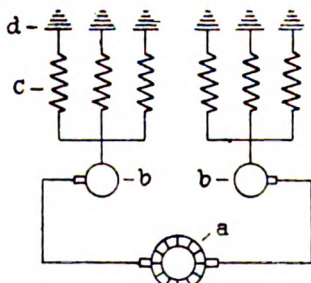


Fig. 2.



pareri circa le prove con onde a fronte ripido sono ancora assai divisi.

Non diede invece luogo a discussione il rapporto *Hill* (U. S. A.) sui trasformatori a prese variabili sotto carico. Si tratta di trasformatori di costruzione americana dei quali ebbe ad occuparsi ampiamente anche il congresso dell'A. E. I. tenuto lo scorso anno a Brescia.

Il rapporto del *Rutgers* sulle precauzioni necessarie per collegare i trasformatori dei servizi ausiliari e i riduttori di tensione alle sbarre delle centrali di grande potenza diede luogo ad alcune osservazioni interessanti del Sig. Iliovici il quale ricordò un suo sistema che mediante l'uso di un piccolo trasformatore, consente di sostituire alle valvole sul primario dei riduttori di tensione, le quali non possono mai essere abbastanza sottili, delle valvole ordinarie per intensità di corrente assai maggiore, che fondendosi provocano meccanicamente l'interruzione del circuito primario.

Seguirono il rapporto *Joung* accompagnato da proiezioni, sulla costruzione in serie delle sottostazioni per esterno; il rapporto *Powell* sopra un nuovo interessante sistema studiato dalla Westinghouse per poter variare rapidamente e automaticamente l'eccitazione degli alternatori con grande vantaggio della stabilità di marcia in caso di carichi molto variabili, e il rapporto *Stephens* sopra il noto sistema di quadri blindati da molti anni sviluppato in Inghilterra. Quest'ultimo rapporto diede luogo ad una breve discussione sulla convenienza economica del sistema in confronto dei sistemi ordinari e sulla possibilità di estenderlo alle altissime tensioni moderne.

La seduta si chiuse con la discussione del rapporto *Petresco* presentato nella mattinata alla quale parteciparono i Signori Belfis, Fallou, Budeanu e Duquesne.

\*

I lavori della prima sezione furono ripresi la mattina del sabato sotto il patrocinio del Drownowski (Polonia) e sotto la presidenza del Montanes (Spagna).

Si comincia con un gruppo di rapporti sugli olii per trasformatori e precisamente: *Mitchie* e *Le Maistre* (i lavori della C. E. I. sugli olii isolanti); *Drownowski*, che a nome del Comitato Elettrotecnico Polacco, sostiene la necessità di dividere gli olii, agli effetti delle Norme, in due categorie; *Pellissier*, il quale rese conto di alcune importanti esperienze intraprese su larga scala dalla Société Alsacienne d'Electricité per verificare se e quali influenze nocive abbia la mescolanza di diverse qualità di olio nello stesso trasformatore; *Weiss* e *Salomon* (contributo dello studio delle prove di alterazione degli olii).

A tali rapporti di argomento affine seguì una lunga discussione a cui presero parte i Signori Ceaplicki, Mac Mahon, Weiss, Tobler, Riley, Nash, West, Rich, Bruckmann, Van Cauwenberghe, Girault.

Come tutte le discussioni in materia e segnatamente quelle svoltesi in seno alla C. E. I. nella riunione del 1925 all'Aja, l'attuale discussione ha mostrato quanto sia arduo e difficile il problema delle norme per gli olii d'uso elettrotecnico. Una delle principali difficoltà risiede, secondo noi, nel fatto che il problema è in parte chimico e in parte elettrico e non è possibile sempre pretendere che un ottimo chimico sia anche un provetto elettricista e viceversa. La cosa si è vista soprattutto quando il Riley parlò della misura del fattore di potenza degli olii, considerati come materiale dielettrico posto fra le armature di un condensatore.

Dopo molto discutere si giunse alla conclusione stessa a cui si era già giunti all'Aja, cioè la necessità di costituire un Comitato più ristretto di competenti per organizzare e coordinare meglio le ricerche sviluppate nei diversi Paesi. La Commissione fu effettivamente costituita e risultò composta dei Sigg. Ceaplicki, Mac Mahon, Weiss, Tobler, Riley, Nash, West, Rich, Bruckmann, Van Cauwenberghe, Girault, e c'è da augurarsi che i suoi lavori possano riuscire di aiuto a quelli condotti dall'analogo Comitato nominato in seno alla C.E.I.

Dagli olii si passò agli altri materiali isolanti col rapporto *Bruckmann*, sui sistemi di prova usati nell'Olanda per le prove dei compound, e *Bitterli*, sulle prove e sulle condizioni d'impiego dei materiali isolanti. Come conclusione della breve discussione seguita su questo argomento, senza dubbio di altissimo interesse pratico, fu costituita una piccola commissione per lo studio del problema a cui furono chiamati a far parte *Bruckmann*, *Grosselin* e *Whitehead*.

\*

Nel pomeriggio si cominciò col rapporto del Dott. *Mailloux* sull'utilizzazione dei combustibili. Tale rapporto rappresenta il frutto di un voto emesso nella sessione della conferenza del 1925 secondo il quale appunto al Dott. Mailloux fu affidato l'incarico di studiare e di riferire sugli sviluppi dell'utilizzazione razionale dei combustibili nei diversi Paesi. Il rapporto preparato dal Dott. Mailloux è riuscito veramente importante in quanto riassume in una sintesi rapida e ordinata tutti i moderni sistemi tentati o preconizzati per il miglior sfruttamento dei combustibili naturali. Poichè molti di questi tentativi sono di data assai recente non è stato possibile al Dott. Mailloux di raccogliere su tutti dati precisi di consuntivo, ma egli si è ripromesso di farlo per la prossima riunione della conferenza e di tale promessa come del lavoro compiuto gli fu tributato vivo plauso. A complemento del suo lavoro il Dott. Mailloux presentò anche il rapporto del Dott. *Lieb* riguardante la nuova supercentrale di East River a New York.

Riprendendo quindi l'ordine del giorno si passò al rapporto del *Bellaar Spruyt* sulle prove e sulle sanzioni ufficiali da darsi ai materiali elettrici per impianti interni. Anche questo rapporto è la conseguenza di un voto manifestato nella precedente sessione della conferenza. In seguito ad esso il Comitato Olandese ha intrapreso una inchiesta internazionale chiedendo a ciascun Paese se esistessero prescrizioni sui materiali in questione emanate dallo Stato o da altri Enti, in qual modo queste prescrizioni venissero applicate, e se ai materiali provati e riconosciuti idonei venisse applicato un marchio o contrassegno ufficiale. Nel rapporto sono riunite le interessanti risposte inviate da 20 nazioni da cui risulta che il problema si trova in uno stato di avanzamento disparatissimo da un luogo all'altro. Dalle risposte stesse il relatore trae alcune conclusioni interessanti terminando col desiderio generalmente espresso di uno scambio internazionale di idee sull'argomento per il quale si propone la creazione di una speciale commissione. La proposta fu accolta e fu affidato allo stesso Bellaar l'incarico di costituire la commissione, la quale potrà compiere senza dubbio un ottimo lavoro preparatorio in vista di quella normalizzazione internazionale della questione a cui la C.E.I. dovrà un giorno o l'altro accingersi.

La laboriosa seduta fu chiusa con due rapporti del Prof. *Smouloff* (Russia). Nel primo l'autore analizza e discute da un punto di vista teorico la costruzione degli isolatori passanti a distribuzione potenziale uniforme. Il rapporto fu seguito da un'interessante discussione nella quale i Sigg. Traverse, Goodlet, Kopeliovitch, rappresentanti di case costruttrici ricordarono come il problema sia stato praticamente risolto dalle rispettive case, mentre il Sig. Perrochet nella sua qualità di esercente volle esprimere qualche dubbio sui risultati pratici finora raggiunti.

Il secondo rapporto è uno studio di carattere esclusivamente teorico sulla natura fisica dei fenomeni dielettrici che l'autore mette in relazione con l'orbita degli elettroni. Con qualche osservazione critica del Dott. Costantinowsky si giunse così alla fine dei lavori della prima sessione.

\*

La sera del sabato ebbe luogo nei sontuosi locali del Pavillon Dauphine al Bois de Boulogne il pranzo ufficiale a cui convennero oltre 200 Delegati. Alle frutta inneggiarono al successo della conferenza il Presidente Cahun, il Signor Borquist in rappresentanza dei Paesi Scandinavi, il Signor Uitborck per i paesi di lingua latina, il Sig. Woodhouse per quelli di lingua inglese, ed infine il Dott. Mailloux, nella sua qualità di Presidente onorario della Commissione Elettrotecnica Internazionale, a nome del Presidente Ing. G. Semenza, trattenuto in Italia da impegni imprescindibili.

\*

La domenica 26 fu dedicata ad escursioni di carattere tecnico turistico; una comitiva si diresse a Chantilly, un'altra a Fontainebleau, mentre un gruppo di Delegati, aderendo al gentile invito della Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orléans si spingeva fino al massiccio centrale della Francia a 200 km. da Parigi visitando la centrale idroelettrica di Eguzon di 40.000 kW, la prima del gruppo, destinata a sfruttare la energia elettrica del massiccio le cui vette si avvicinano ai 2000 metri e la cui energia verrà trasportata nella regione parigina a

solievo del milione di kW circa di produzione termica che già oggi rappresentano la richiesta della regione stessa.

\*

Lunedì 27 si ripresero puntualmente i lavori passando alla seconda sessione di cui fu relatore generale il Duval. La seduta mattutina fu presieduta dal Sig. Perrochet (Svizzera) sotto il patronato del Sig. Bauer.

Si cominciò col rapporto del *Ferrier* sulla ricerca della lunghezza più economica per le campate delle linee aeree impostata come sempre sulla legge del massimo tornaconto di Lord Kelvin. Il rapporto, di carattere piuttosto analitico, diede luogo ad una breve discussione a cui parteciparono col relatore Duval i Sigg. Valensi e Perrochet e da cui risultò tutta l'incertezza di simili analisi quando si vogliano portare sul terreno pratico.

Si passò quindi ai problemi relativi ai pali cominciando con il rapporto *Labbé* il quale riferì su un grave accidente capitato a un palo in una grande linea durante la tesa dei fili, desumendone indicazioni e ammaestramenti circa le qualità da richiedere per l'acciaio dei profilati nei riguardi soprattutto della fragilità e quindi delle prove di resilienza. Alla discussione parteciparono i Sigg. Duval, Ferrier, Nuttall, Del Buono, Paul Meyer, Lajus, Perrochet, West e Sulzberger. Dalle opinioni manifestate scaturì soprattutto l'importanza e la necessità di studiare le sollecitazioni di torsione a cui sono soggetti i pali. In proposito Del Buono accennò alle esperienze da lui intraprese su modelli di pali in iscala dalle quali risulterebbe un notevole vantaggio nei riguardi della torsione a impiegare tralicci doppi anziché semplici. Il Sig. Sulzberger accennò alle importanti e sistematiche esperienze eseguite in Svizzera direttamente sui pali, i cui risultati non sono ancora coordinati ma che dovrebbero dare delle importanti indicazioni per la determinazione pratica degli sforzi che la torsione genera nelle aste dei tralicci. Tutti furono d'accordo che, noti tali sforzi, sia necessario e sufficiente calcolare le membrature stesse alla flessione. Notiamo incidentalmente che il Sulzberger confermò di aver potuto constatare ripetutamente in Svizzera dei sovraccarichi dovuti al ghiaccio di anche 8-10 kg. per metro di conduttore.

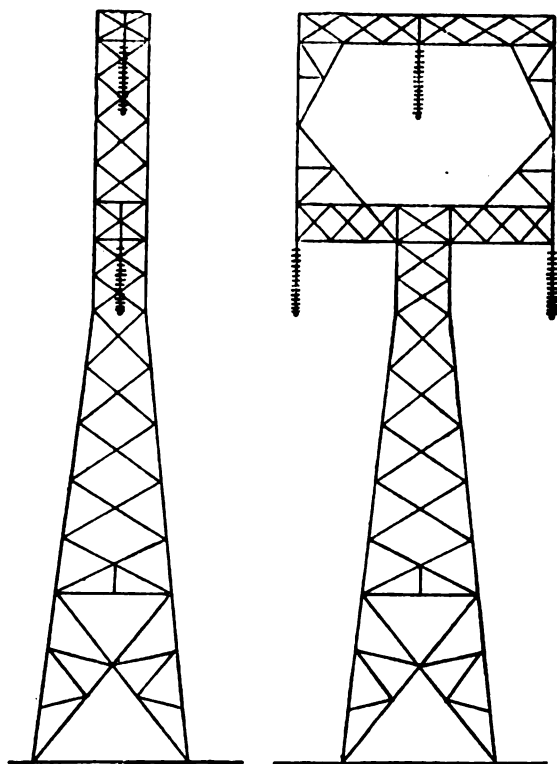


Fig. 3.

Si passò quindi alle memorie di carattere descrittivo cominciando da quella del collega *Montagni* sui pali in cemento armato centrifugato per la linea a 220.000 volt da Cardano (Trentino) a Milano. I Sigg. *Asselbergs* e *Valensi* (Francia)

descrissero la traversata della Loira a Nantes ed il Sig. *Nuttall* (Inghilterra), illustrò un tipo di palo a base stretta di cui la figura 3 dà un'idea, il quale darebbe in determinate condizioni, dei notevoli vantaggi economici. Nella discussione seguita Perrochet pose alcune obiezioni al tipo di palo descritto dal Nuttall, mentre dal Duquesne, dal Duval, dal Mac Mahon si parlò dell'uso dei pali saldati anziché chiodati, che, soprattutto in Belgio, andrebbero conquistando una larga diffusione. Dalla discussione emerse anche una tendenza favorevole all'uso dei pali di cemento centrifugato per le linee ad altissime tensioni.

Seguì il rapporto del Sig. *Darrieus* il quale riferì brevemente su un tronco di linea sperimentale di circa 1 km. di lunghezza a 120.000 volt costruita al Bourget impiegando quegli ingegnosi pali a cavalletto snodati di cui il Darrieus stesso fece la proposta nella sessione del 1923. Crediamo interessante riportare una fotografia di un cavalletto dopo rottura di uno dei conduttori (fig. 4).

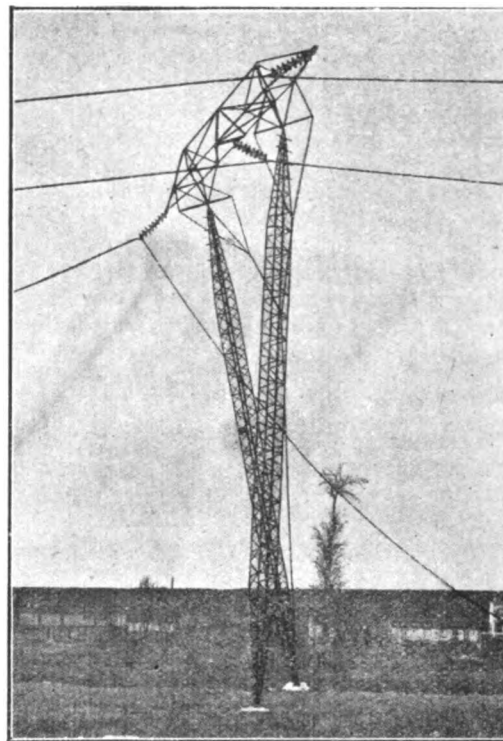


Fig. 4.

Un gruppo di Delegati accogliendo l'invito del Darrieus, si recò il giorno successivo a visitare la interessante linea sperimentale che potrebbe rappresentare, come già notavamo nel 1923, una delle possibilità dell'avvenire.

La seduta mattutina si chiuse coll'esposizione del rapporto *Frank G. Baum* sui risultati di 4 anni di esercizio con linee a 220.000 in California.

\*

La seduta pomeridiana, sotto la Presidenza del Sig. Krough (Russia) fu dedicata ai cavi, coi rapporti: *Bellaar Spruyt* (confronti dei cavi trifasi di costruzione normale con quelli ad isolante metallizzato per 10.000 volt di tensione di esercizio); *Delon* (prove in officina dei cavi ad alta tensione); *Everett Lee* (effetti della pressione dei gas occlusi negli isolanti sulle loro caratteristiche di ionizzazione); *Kostantinowsky* e *Tschiasny* (sulle correnti ammissibili nei cavi e su un nuovo tipo a sezione sensibilmente triangolare anziché cilindrico); *Proost* (la curva delle perdite dielettriche come indice della qualità dei cavi); *Whitehead* (sull'influenza dell'aria e dell'umidità nella carta isolante impregnata).

Ritenendo opportuno riunire la discussione di tutti i rapporti di argomenti affini, dopo la sospensione quotidiana della seduta si continuò col rapporto di carattere analitico del Prof. *Smouloff* sull'influenza del vuoto interno e dell'ionizzazione sulla durata dei cavi. Seguì il rapporto del *Silbermann* il quale illustrò un tipo di condensatore ad alta tensione destinato soprattutto alla compensazione del fattore di potenza, e subordinatamente a dispositivi di protezione e di misura, costituito da uno speciale tipo di cavo arrotolato. Si finì col riassunto che il *Bellaar* presentò del suo rapporto sull'inchiesta condotta in seguito

(2) Vedi *L'Elettrotecnica* 5 marzo 1924, pag. 154.

ad un voto della precedente sessione circa le norme per le prove dei cavi in uso nei diversi Paesi.

Alcuni dei relatori, sia perchè il rispettivo rapporto non era ancora stato distribuito, sia per un malinteso amor proprio di autore si dilungarono eccessivamente nelle loro esposizioni, cosicchè la seduta fu completamente perduta agli effetti della discussione, che dovrebbe essere lo scopo di simili riunioni.

\*

La sera del lunedì i Delegati furono invitati ad una soirée artistico musicale organizzata con squisito gusto dal Segretario Generale Tribot Laspière. Il trattenimento si svolse con grandissimo successo in un salone del palazzo reale, attuale sede dell'Istituto Internazionale di Cooperazione Intellettuale.

\*

La discussione fu sui cavi iniziata la mattina seguente sotto la Presidenza del Sig. Kneidl (Cecoslovacchia) e sotto il patronato del Sig. Busila (Rumania). Alla discussione stessa parteciparono i Sigg. Gilot, Decombe, Soleri, Vernier, Riley, Bellaarr Spruyt, Kostantinovsky e Barrat, ma noi pensiamo che molte altre osservazioni assai importanti avrebbero potuto essere svolte dai nostri costruttori di cavi, che nei loro laboratori hanno portato in un campo assolutamente pratico e fecondo molte delle ricerche di carattere un po' teorico illustrate in parecchi rapporti. Il collega Soleri fu infatti ascoltato con vivo interesse per quanto anche egli, per la ristrettezza del tempo, abbia dovuto tenersi piuttosto sulle generali. Notiamo con piacere che il metodo di prova da lui proposto nel 1925, incontrò molto favore nell'inchiesta internazionale condotta dal Bellaarr.

A conclusione della discussione fu deliberata la formazione di un piccolo sottocomitato formato dai Sigg. Bellaarr Spruyt, Soleri e Delon, i cui lavori e le cui conclusioni dovrebbero poi essere naturalmente comunicate alla C.E.I.

Si passò quindi agli isolatori col rapporto *Montandon* sull'isolamento delle linee lungo i litorali. Dalla discussione, a cui parteciparono i Sigg. Capart, Lemoigne, Ferrier e Rich, parve scaturire una singolare e non ben spiegata influenza delle cariche statiche sopra la formazione dei depositi salini.

Seguirono i rapporti. *Gillespie* (condizioni pratiche richieste per gli isolatori delle linee ad alta tensione); *Dejong* (prove degli isolatori, nelle linee in servizio); *Le Querler* e *Schuer* (influenza delle sollecitazioni meccaniche e elettriche simultanee, che furono discussi insieme).

Alla discussione parteciparono i Sigg. Meyer e Barrère e risultò in sostanza un grande scetticismo sulla possibilità di invecchiare artificialmente gli isolatori, dato che il cemento impiegato per la giunzione dei vari pezzi pare assolutamente refrattario a tutti i metodi proposti.

Nella seduta pomeridiana presieduta dal Sig. Clough (Gran Bretagna) si incominciò con una esposizione del Sig. Frank G. Baum il quale presentò un certo numero di diapositive relative alla formazione delle scariche nelle linee, concludendo che le linee a 220.000 volt possono ritenersi autoprotette contro i fenomeni di elettricità atmosferica.

Aperta quindi la discussione generale sui rapporti relativi agli isolatori, interloquirono i Sigg. Nuttall, Goodlet, Perrochet e Gillespie, risultando alla fine che le nuove proposte, e segnatamente quelle del Sig. Dejoug relativa alle prove degli isolatori in servizio, possono, se non essere utilizzate generalmente, fornire tutte degli interessanti elementi per la miglior conoscenza della qualità degli isolatori.

L'ultimo gruppo di rapporti compreso nella seconda sessione riguardava l'uso di conduttori di alluminio. Esso era formato dai rapporti: *Painton* (l'uso dei conduttori di alluminio con anima di acciaio); *Hawley* (la protezione delle catene di isolatori sospesi, isolatori Hewlett); *Nuttall* (allungamento dei conduttori bimetallici); *Poirson* (calcolo razionale dei conduttori elettrici e confronto fra i diversi materiali e loro leghe); *Dusaughey* (uso delle nuove leghe di alluminio nella costruzione delle linee elettriche); *Binz* (recenti progressi nelle costruzioni delle linee di alluminio in America e *Wyssling* (linee in alluminio delle Ferrovie federali svizzere).

I riassunti dei diversi rapporti furono seguiti da una ampia discussione a cui parteciparono i Sigg.: Darrieus, Dusaughey, Duval, Pointon, Huber Stockar, Bauer e Vernier. Nel complesso è apparso che, contrariamente a quanto si potrebbe desumere dai confronti stabiliti nei rapporti del Wyssling le corde bimetalliche sono ancora largamente usate. Appare anche la

notevole possibilità di impiego delle nuove leghe di alluminio recentemente introdotte sul mercato con i nomi di Aludur e Almèlec.

L'ultima parte della seduta fu dedicata all'esposizione del rapporto *Dunsheath* appartenente alla prima sezione della conferenza e corredata da un'interessante film cinematografico illustrante i movimenti che avvengono nei dielettrici fluidi sotto l'azione di campi elettrici più o meno intensi.

\*

Mercoledì 29, sospesi i lavori, la mattina fu dedicata a visite per gruppi alle due grandi centrali termiche di Gennevilliers et St.-Ouen che hanno entrambe ormai raggiunto la potenza di 340.000 kW e che interessarono assai i visitatori. In entrambi i luoghi i direttori delle Società fecero gli onori di casa con squisita cortesia.

Nel pomeriggio alle 16,30 i primi delegati di ogni Nazione furono, secondo la tradizione, ricevuti dal Signor Doumergue Presidente della Repubblica, al palazzo dell'Eliseo. Alla comitiva partecipò naturalmente l'Ing. Del Buono come primo delegato italiano.

Più tardi i delegati presero parte ad un elegantissimo garden-party organizzato in loro onore dalla Bienvenue Française nei giardini e nei saloni della fondazione Rothschild che avevano ospitato la conferenza durante la sessione del 1925.

\*

Con la mattina del giovedì 30 si iniziarono i lavori della terza sessione, relatore generale il Sig. Parodi, sotto la Presidenza del Sig. Wilczek (Ungheria) e sotto il patrocinio del Sig. Norberg Schulz (Norvegia).

Si incominciò col rapporto *Lavanchy* sulla capacità e stabilità delle trasmissioni di energia elettrica, a cui fece seguito una breve interessante discussione nella quale il Sig. Darrieus mise in evidenza i vantaggi offerti da una eccitatrice eccitata in serie che è meglio in grado di far fronte ai periodi transitori relativi alle brusche variazioni di carico che non l'ordinaria eccitatrice in derivazione. Sull'argomento interloquirono anche i Sigg. Clough, Wilczek e Parodi.

Si passò quindi al rapporto *Kapp* (alcune considerazioni relativamente alla disposizione geografica delle reti ad alta tensione) che illustra i vantaggi di poter alternare in una gran rete di distribuzione le centrali di produzione con i centri di consumo. In sede di discussione i Sigg. Rich e Parodi diedero interessanti indicazioni sui criteri seguiti in Inghilterra e in Francia per tali reti primarie di distribuzione.

Sul problema delle comunicazioni fra centrali si ebbero tre rapporti: quello del Sig. Ohushi (Giappone), quello del signor Grant (comunicazioni comando a distanza con mezzo di onde guidate), e quello del Sig. Dubois il quale, non essendo ancora distribuito il testo della relazione, si dilungò ad illustrare alcuni nuovi dispositivi sviluppati in Francia e basati sul collegamento attraverso condensatori, mostrando molte proiezioni al riguardo. Dalla discussione seguita, a cui parteciparono i Sigg. Nash, Rich, Wilczek, Parodi, apparirono i notevoli progressi compiuti verso la soluzione completa del problema che può ritenersi ormai assai prossima.

Nel pomeriggio, con la Presidenza del Sig. Thrige (Danimarca) si cominciò col rapporto del Sig. Iliovici (osservazioni sulla tarifficazione e sulla misura dell'energia elettrica sulle reti ad alta tensione). L'interessante relazione che si occupa prevalentemente della misura dell'energia reattiva e sulla quale ci siserviamo di ritornare, fu oggetto di alcune critiche di carattere prevalentemente teorico da parte del Prof. Budeanu (Rumania). Il collega Barbagelata rilevando l'importanza del concetto e della misura della energia reattiva, esprime il suo consenso all'opinione del Prof. Budeanu che cioè non sia necessario adottare una nuova unità di misura per le potenze reattive e richiamò alcuni procedimenti adottati in Italia per le misure del genere. In merito all'argomento principale delle misure sulle reti ad alta tensione dopo aver richiamato i lavori del Campos sui wattmetri compensati, pose in rilievo l'importanza e le difficoltà del problema del controllo dei riduttori per le altissime tensioni oggi in uso. Parlarono anche Brylinski per sostenere la necessità di un nome per unità di potenza di energia reattiva, Genkin e Pomey e ancora Iliovici che oppone alle critiche del Budeanu i criteri pratici a cui egli si era ispirato.

Il resto della seduta fu dedicato al problema dell'interferenza fra linee a correnti forti ed a correnti deboli. Il Brylin-



ski riferì, come già aveva fatto nel 1925 sui lavori del Comitato consultativo internazionale delle comunicazioni telefoniche a grande distanza. Il Viel diede conto di interessanti esperienze eseguite in connessione con i lavori del Comitato stesso e i Sigg. Mayerara e Fukavo riferirono di alcuni casi particolari osservati al Giappone. Il Sig. Valensi aggiunse interessanti notizie sui lavori del Comitato consultativo e alla fine fu approvato il voto espresso già dal Brylinski che la Conferenza internazionale delle grandi reti debba continuare ad occuparsi dell'argomento assicurando il suo appoggio al Comitato stesso.

La seduta si chiuse con una serie di proiezioni colla quale il Sig. Frank G. Baum illustrò il progetto di una rete di interconnessione che egli ha studiato per alimentare in modo razionale tutto l'insieme degli Stati Uniti d'America.

\*

La sera di giovedì nel salone superiore della stessa sala Hôche ebbe luogo il pranzo amichevole offerto dai Delegati stranieri agli ospiti francesi. Alle frutta, con una lunga serie di brindisi, guidati coll'usato garbo dal Dott. Mailloux, si volle da tutti rendere omaggio all'opera degli organizzatori ed al bellissimo successo della conferenza. E fu offerto un ricordo (interprete con abili parole il Perochet, del sentimento generale) al Sig. Tribot Laspière, segretario generale ed alle sue graziose e attivissime collaboratrici Sig.ne de France e Gautier.

\*

La seduta di venerdì fu presieduta dal Sig. De Souza (Brasile) sotto il patrocinio del Signor Borgquist (Svezia).

Si cominciò con il rapporto dei Sigg. Barrère e Godin che furono ampiamente esposti ed illustrati dal Godin il quale si addentrò in tutti i particolari tecnici, finanziari ed economici dell'Union des Producteurs des Pyrénées Occidentales (Upepo).

Aperta la discussione il relatore Parodi fece rilevare come l'Upepo costituisca uno dei primissimi esempi di centrali e di imprese elettriche che pur conservando completa autonomia economica e finanziaria, funzionano come un organismo unico sotto la direzione di un ripartitore centrale (dispatcher) in modo da assicurare il completo e razionale sfruttamento delle rispettive disponibilità di energia. Il Sig. Parodi invitò quindi il Signor Houbart a dare notizie dell'analoga organizzazione creata in Belgio. Le notizie di Houbart riuscirono assai interessanti e furono seguite da alcune osservazioni del Sig. Guery il quale diede notizia di analoga organizzazione creata in Lorena, e del Sig. Jobin (Svizzera) il quale volle difendere il sistema monofase adottato dalla Svizzera per le Ferrovie federali in contrapposito a quanto aveva incidentalmente accennato il relatore Parodi a proposito dell'elettrificazione ferroviaria francese, a corrente continua, nei riguardi della funzione che la rete primaria a frequenza industriale può assumere nel quadro generale della trasmissione e distribuzione dell'energia.

Si passò quindi al rapporto Rieunier sul collegamento fra reti a frequenze diverse che fu più che altro una interessante relazione sull'unificazione di frequenza attuata nella regione parigina per imposizione di legge. Il Rieunier si dichiarò profondamente convinto dell'opportunità di tale unificazione, mentre i vari tipi di collegamenti possibili fra reti a diversa frequenza non sono che dei palliativi destinati a consolidare nell'avvenire uno stato di cose fondamentalmente irrazionale.

Seguì il rapporto del Sig. Grieb su un caso particolare di funzionamento in parallelo, quello del Sig. Kato su una statica degli incidenti possibili sulle linee aeree ad alta tensione, seguito da una breve discussione a cui presero parte Parodi e Kopeliovitch.

Si passò quindi al problema delle protezioni contro le sovracorrenti col breve rapporto Nicaise su un nuovo tipo di relais trifase col quale si chiude la seduta antimeridiana.

\*

L'argomento fu ripreso nel pomeriggio coll'importantissima comunicazione del Dubusc il quale rese conto dei nuovi tipi di relais a squilibrio da lui sviluppati dopo il primo apparecchio di cui si è già occupato il nostro giornale <sup>(3)</sup>.

Il rapporto del Dubusc, su cui avremo occasione di ritornare, fu seguito da un'interessante discussione a cui parteci-

parono i Sigg. Stokwiss, Genkin, Fallou, Kopeliovitch, Nicaise e Dubusc.

Dalla discussione è apparso quanta importanza vadano assumendo le teorie sviluppate dal Fortescue, sui sistemi trifasi squilibrati (e della quale si è a lungo occupata la *Elettrotecnica* <sup>(4)</sup>) e come tali teorie possano condurre a importantissime applicazioni pratiche. Il Genkin particolarmente mostrò come i relais a squilibrio permettano di applicare in modo assai più semplice degli altri tutti gli ordinari sistemi di protezione, differenziale, a caduta di tensione, ecc.

Il Kopeliovitch annunciò come la Casa Brown Boveri avrebbe realizzato un nuovo tipo di relais a impedenza che costituirebbe un notevole progresso sui tipi già noti.

Dalle sovraccorrenti si passò poi alle sovra-tensioni con l'importante rapporto *Eachron* (sui parafulmini) e *Peek* (lavoro sperimentale sugli effetti della folgore sulle linee di trasmissione). Aperta la discussione il Prof. Mauduit espresse qualche dubbio sulla limitata rispondenza delle esperienze di laboratorio intraprese in America con le condizioni reali che si hanno negli impianti e espresse il voto che gli americani, coi larghi mezzi di cui oggi dispongono possano dare un indirizzo diverso alle loro ulteriori esperienze. Parlarono anche Traverse e Capart i quali si dichiararono favorevoli al mantenimento dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni mentre Kopeliovitch ebbe delle precise dichiarazioni antiprotezioniste che ci hanno ricordato l'opinione generalmente espressa nell'ultimo congresso di Brescia dell'A.E.I.

L'ultima parte della seduta fu dedicata alle « questioni diverse »; il Sig. *Bellaar Spruyt* espose il suo rapporto sull'insegnamento scolastico, tenendosi a disposizione di tutti i Membri della conferenza che s'interessano alla questione, per dare loro informazioni più ampie sull'esperienza acquistata in proposito nei Paesi Bassi.

Il rapporto del Signor Borlase Mathews sull'elettrificazione rurale diede luogo ad un'importante discussione alla quale partecipano i Sigg. Rich, Wilczek, Brodc, Clough e Borquist. Apparve come il « fattore di diversità » migliori considerevolmente le condizioni di sfruttamento delle reti che hanno numerosi rami rurali.

Il Signor *Norberg Schulz* presentò il suo rapporto sulla creazione di un modello di statistica internazionale, e poichè il riassunto da lui fatto non poteva dare che un'idea molto incompleta di questo importante lavoro, egli propose di farlo studiare più a fondo da un piccolo Comitato. Il Signor Norberg Schulz disse d'altronde che un progetto completo non potrà essere fatto che quando parecchi paesi avranno svolto il più esattamente possibile il primo progetto stabilito dal Comitato.

Il Sig. *Busila* diede notizia della proposta rumena che tende a far studiare in dettaglio alla prossima sessione della conferenza le questioni relative al fattore di potenza. Il Comitato Rumeno si dichiara disposto a centralizzare il lavoro domandando subito alla altre nazioni di aiutarlo nel suo compito.

Infine il Sig. Mailloux presentò il rapporto del Sig. *Barron* sulle installazioni della « Public Electric and Gas Company » di New Jersey e quello del *Le Maistre* sulla normalizzazione, e il Signor Huber Ruf appoggiò le conclusioni di tale rapporto insistendo sulla necessità degli scambi di vedute fra le diverse nazioni, prima che esse stabiliscano delle normalizzazioni nazionali indipendenti.

\*

La mattina del sabato 2 luglio alle 10 ebbe luogo la seduta di chiusura presieduta dal Signor Cahen assistito dal Presidente onorario Mailloux e dal vice presidente Borgquist. Sedevano alla tavola della Presidenza anche i tre relatori delle tre sessioni i quali diedero successivamente lettura del rapporto riassuntivo sui lavori delle rispettive sezioni.

I rapporti, come sempre assai ben fatti, furono approvati per acclamazione dalla numerosa assemblea. Fu quindi approvata la costituzione delle diverse commissioni speciali di cui si è fatto cenno esponendo l'andamento dei lavori.

Tali sottocommissioni dovrebbero rispettivamente occuparsi dei seguenti argomenti: olii, materiali isolanti, controllo e marcatura dei materiali da impianto, cavi, funzionamento in parallelo delle centrali, interruttori a olio, fattore di potenza e potenza reattiva, telecomunicazioni e interferenze, statistiche, combustione razionale.

<sup>(3)</sup> Vedi *L'Elettrotecnica* 1925 - Rel. *Barbagelata*, pag. 653.

<sup>(4)</sup> Vedi *L'Elettrotecnica* 1924 - E. Bottani: La moderna matematica dei sistemi trifasi.

Ci riserviamo di dare in altra occasione l'elenco dei componenti delle singole commissioni, nelle quali il nostro Paese è per il momento pochissimo rappresentato, il solo collega Soleri figurando nella commissione per i cavi. La presidenza della conferenza ha però espressamente invitato i primi delegati di ogni paese rappresentato a far pervenire all'ufficio centrale eventuali richieste di partecipazione ai lavori delle varie sottocommissioni indicando il nome dei membri da aggregare. Aggiungiamo anche, per quanto riguarda le commissioni di nuova creazione, che quella relativa agli interruttori farà capo essenzialmente alla Svizzera con la presidenza del Perrochet e quella relativa alla potenza reattiva farà capo alla Rumania che ha invitato la conferenza ad occuparsi espressamente della questione nella prossima sessione.

Il primo delegato spagnolo formulò il voto che la commissione per la combustione razionale si occupi in modo particolare dei diversi sistemi di distillazione preventiva, e ottenne dal Dott. Mailloux le più ampie assicurazioni in proposito.

Fu quindi approvato, pure per acclamazione, che la prossima sessione della conferenza si tenga ancora a Parigi nel 1929 in una data da stabilirsi fra la seconda metà di maggio e la prima metà di giugno. Nell'intento di migliorare sempre più l'organizzazione dei lavori si approvò pure, su proposta della Segreteria, di fissare al 15 febbraio 1929 il termine ultimo per l'invio dei rapporti, possibilmente nelle due lingue, rimanendo stabilito che i rapporti che eventualmente arrivassero dopo tale data potranno essere inseriti negli atti della conferenza ma non portati in discussione.

La Segreteria esprime pure il voto che i rapporti degli autori e dei membri della Conferenza, con la Segreteria centrale avvengano possibilmente sempre attraverso ai Comitati Nazionali della Conferenza e fu in proposito espresso un voto affinché tali Comitati Nazionali, che finora funzionano solo in alcune nazioni, vengano costituiti presso tutte le nazioni aderenti. In proposito il Dott. Mailloux citò quanto fu fatto dagli Stati Uniti dove tutti i rapporti del genere di carattere internazionale sono affidati al Comitato Elettrotecnico col vantaggio di mantenere i migliori rapporti con i lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il Signor Perrochet (Svizzera) presentò quindi una mozione, di cui ci riserviamo di pubblicare il testo preciso, in cui constatando il lavoro compiuto e i risultati conseguiti in queste 4 sessioni della conferenza, si fa voto perchè la conferenza debba riunirsi periodicamente ogni due anni sempre a Parigi, rimanendo costituito definitivamente l'ufficio centrale della conferenza stessa come attualmente, e perchè le iniziative similari sorte in altri Paesi abbiano a restringere ed armonizzare i loro programmi con quelli della conferenza. La mozione fu vivamente appoggiata dal Signor Borlase Matthews (Inghilterra) e fu approvata con vive acclamazioni.

Pure con vive acclamazioni furono approvate le proposte avanzate dal Dott. Mailloux di un indirizzo di ringraziamento al Presidente della Repubblica e di un voto di plauso al Signor Blondel e all'Ing. Guido Semenza, presidenti d'onore della conferenza e che non hanno potuto partecipare all'attuale sessione.

L'Assemblea si chiuse con il discorso del Presidente Cahen che volle ringraziare tutti i relatori e delegati stranieri del contributo alla conferenza e con un discorso di Mailloux interrotto da frequenti ovazioni per ringraziare la Presidenza e tutto l'ufficio di Segreteria capitanato dal Tribot Lasnère, dal mirabile lavoro compiuto: particolarmente calorosi furono gli applausi diretti al Signor Mac Mahon che durante tutte le sedute assolse le difficili funzioni di interprete con una perizia linguistica e con una abilità tecnica veramente superiori ad ogni elogio.

E la seduta si sciolse con un cordiale arrivederci a fra due anni.

\*

Riassunta così la cronaca della Conferenza, sarebbe opportuno poter completare l'esposizione necessariamente un po' arida e frammentaria, con qualche osservazione generale, e con qualche impressione sintetica. Ma sul contenuto tecnico della Conferenza un giudizio definitivo sarà possibile solo dopo aver esaminato con maggior calma molti dei rapporti distribuiti all'ultima ora. Certo però, come già notammo, fra le memorie presentate ve ne sono buon numero di valore assai elevato. Per gli amanti della statistica possiamo aggiungere che i 77 rapporti vanno presso a poco equamente divisi fra le tre sezioni della Conferenza e che di essi ben 24 furono

francesi, 13 inglesi e 12 giunsero dagli Stati Uniti. Segue l'Olanda con 8 memorie, la Russia con 4, la Svizzera ed il Giappone con 3 ciascuna, con 2 la Romania e la Spagna, e con un rapporto per ciascuna, Cecoslovacchia, Polonia, Italia, Ungheria, Germania e Norvegia.

Gli argomenti che più parvero interessare sono su per giù quelli che sempre più attirano l'attenzione anche nelle nostre Riunioni. Citiamo per primo il problema della più razionale utilizzazione dei combustibili, che, sviluppatosi dapprima nei paesi più ricchi di carbone, interessa grandemente e giustamente i nostri esercenti, per la convinzione acquisita che l'energia idroelettrica non potrà mai fare a meno della termoelettrica e per il dovere nazionale di sfruttare nel modo migliore i combustibili che dobbiamo importare dall'estero.

Il carico capacitivo dovuto alle grandi linee moderne rende d'attualità il problema dell'eccitazione degli alternatori; mentre le origini ed il meccanismo delle sovratensioni, specie nei trasformatori, sono sempre e dovunque all'ordine del giorno (\*). Nel campo delle linee, il problema degli isolatori e delle prove relative, di cui dovrà occuparsi anche il prossimo Congresso dell'A.E.I., ha dato luogo a notevoli discussioni, da cui è emersa l'impressione che tutte le prove finora escogitate non siano ancora sufficienti a dare la piena tranquillità sul comportamento successivo della fornitura. Nel campo dei cavi, a cui fu pure dedicato parecchio tempo, la sostanza delle memorie presentate e la discussione seguita ha riconfermato la opinione nostra — e non nostra soltanto — che i fabbricanti italiani siano realmente all'avanguardia.

Nel campo delle protezioni, quelle contro le sovracorrenti appaiono in un periodo di rapida evoluzione ed è probabile che fra qualche anno ben pochi degli antichi sistemi abbiano a rimanere. Per le sovratensioni, nonostante qualche recisa affermazione in contrario, pare vada acquistando sempre maggiore credito la teoria antiprotezionista, secondo la quale gli impianti e le macchine devono proteggersi da sé con larghi margini d'isolamento. Ed il risultato pare già automaticamente assicurato per le più alte tensioni oggi in uso.

Il problema della interconnessione degli impianti occupò pure lungamente la conferenza. Non occorre ricordare come esso sia stato affrontato e in vari modi da tempo risolto nel nostro Paese: è tuttavia innegabile che Paesi venuti dopo, utilizzando l'esperienza acquisita possono oggi vantare soluzioni grandiose e per taluni aspetti forse più razionali delle nostre. Pensiamo che i nostri esercenti studieranno con interesse organizzazioni tecnico-economiche e finanziarie del tipo di quella dei Pirenei occidentali. Del problema è parte integrante l'altro delle comunicazioni fra centrali, per la cui soluzione il sistema delle onde guidate, con collegamento mediante condensatore sembra avviato a risultati praticamente positivi. Infine la questione della potenza e dell'energia reattiva, trattata quasi incidentalmente nell'attuale sessione della Conferenza si è venuta a mettere in prima linea per la futura riunione, e noi confidiamo che all'iniziativa presa dai colleghi rumeni non mancheranno i contributi dei colleghi nostri più competenti.

Per quanto concerne l'organizzazione tecnica della Conferenza già abbiamo rilevato il notevole progresso compiuto rispetto al 1925. Quasi una metà dei rapporti poterono essere inviati preventivamente a domicilio dei delegati e quasi tutti gli altri noterono essere distribuiti almeno con una mezza giornata di anticipo sulla discussione. Le sedute si svolsero più organiche ed omogenee, per quanto molti argomenti non abbiano potuto essere discussi con l'ampiezza necessaria. A ciò ha contribuito l'inconveniente, che non fu possibile eliminare completamente neppure questa volta, degli autori che si prendono un tempo eccessivo per l'esposizione dei loro lavori, a tutto scanso della discussione. E noi confidiamo che la segreteria della conferenza che si preoccupa giustamente della cosa e che si propone di giungere per la sessione del 1929 alla distribuzione veramente preventiva di tutti i rapporti, giunga ad imporre un limite di tempo in nessun modo superabile dagli autori nel riassumere il loro lavoro. I sunti premessi al testo, nella pubblicazione, sono quasi sempre assai ben fatti ed alcuni di essi potrebbero essere presi a modello di quanto dovrebbe limitarsi a dire l'autore per avviare la discussione. Pure assai lodevole l'iniziativa estesa a molti argomenti, di affidare ad un delegato o ad un Paese il compito di una relazione generale sulla questione. Le inchieste e gli

(\*) Vedasi in proposito la lettera alla Redazione riportata più avanti.

scambi preliminari di notizie fra i vari paesi a ciò necessari possono sgombrare utilmente il terreno della discussione successiva. E del pari assai utile il proposito di ridurre il numero dei rapporti e di meglio raggrupparli secondo le loro affinità per eliminare doppioni e perditempi nella discussione. Certo è che la Conferenza è sulla buona strada e le future riunioni potranno riuscire sempre più utili e più interessanti.

Quanto all'organizzazione diremo così materiale, della Conferenza, essa è stata superiore ad ogni elogio. Locali e servizi furono predisposti in modo perfetto e squisitamente e signorilmente cortese fu come sempre l'ospitalità esercitata dai colleghi francesi verso i delegati delle 28 nazioni rappresentate a Parigi. Solo il tempo — come argutamente osservò il Presidente Cahen nel discorso di chiusura — volle essere scortese; ma nessuno ne serberà rancore verso gli organizzatori, tanto più che Parigi sa essere interessante anche sotto la pioggia. Ed è certo che la maggioranza degli stranieri che hanno partecipato a questa quarta Sessione, già affrettano col desiderio, l'inaugurazione della quinta.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitivo.

Riceviamo:

Sig. Redattore Capo dell'«Elettrotecnica»,

Una delle condizioni essenziali alle quali devono soddisfare gli alternatori destinati ad alimentare sistemi ad altissima tensione è quella di essere in grado di dare una determinata potenza capacitiva ad una data tensione, potenza che in molti casi può risultare anche superiore a quella normale, e tensione che generalmente deve essere inferiore a quella di regime.

E' ovvio che gli alternatori, come in tutte le condizioni di funzionamento previste, anche nelle condizioni di carico capacitivo devono permettere una buona regolazione e registrazione della tensione ai morsetti.

Le prescrizioni di cui sopra sono evidentemente sufficienti per offrire all'acquirente la certezza che le macchine ordinate corrispondano a quanto egli richiede.

Ora, da una discussione avuta recentemente coi rappresentanti di una casa costruttrice mi è risultato che la interpretazione delle prescrizioni in parola venga presa dal costruttore troppo alla lettera a tutto svantaggio dell'acquirente.

Il fatto di dover costruire un alternatore per forti potenze capacitive costringe in generale il costruttore ad aumentare, a parità di potenza normale, le dimensioni e quindi il costo della macchina, dovendo egli limitarne la reazione d'indotto ed aumentarne l'intraferro e quindi le proporzioni di tutto il sistema di eccitazione.

Il costruttore d'altra parte tende a tener più basso che sia possibile il costo della sua macchina e si trova per forza di cose spinto a garantirla per una potenza capacitiva che è troppo vicina al regime di autoeccitazione, perdendo forse di vista le condizioni pratiche in cui generalmente funzionano gli alternatori a carichi puramente capacitivi.

Essi in tal caso devono marciare quasi a vuoto, comandati da motori primi che lavorano ad un carico estremamente basso, per il quale non è possibile mantenere costante la frequenza se non entro limiti piuttosto vasti.

Ora è disgraziatamente proprio nel regime a carico capacitivo che la tensione degli alternatori è estremamente sensibile alle oscillazioni della frequenza e può quindi subire degli sbalzi enormi con variazioni di frequenza a prima vista trascurabili. Questi sbalzi sono tanto maggiori quanto più vicine si trovano le condizioni di funzionamento dell'alternatore al limite di autoeccitazione. Raggiunto questo limite, un controllo della tensione è reso impossibile anche ricorrendo a sistemi speciali di eccitazione, per la semplice ragione che la eccitazione dell'alternatore è data esclusivamente dalla corrente che ne percorre l'indotto.

Io mi limiterò a riportare un esempio pratico, dal quale risulta evidente il comportamento di un alternatore ai carichi capacitivi.

Si tratta di un alternatore sincrono trifase costruito espressamente per dare una potenza capacitiva di 9.600 kVA a 6.000 volt ed a 50 periodi. I dati di costruzione sono i seguenti:

Potenza normale 10.000 kVA a  $\cos \phi = 0,75$  in ritardo.

Tensione 6.000/6.500 volt.

Velocità 500 giri al 1'.

L'eccitazione ha luogo mediante gruppi separati.

La figura 1) dà la caratteristica a vuoto a 50 periodi, il triangolo di Potier per 800 Amp. e le caratteristiche a/50, a/52,5 e a/55 di funzionamento alle frequenze di 50, 52,5 e 55 periodi sulla reattanza capacitiva assorbente 9.600 kVA a 6.000 volt e 50 periodi.

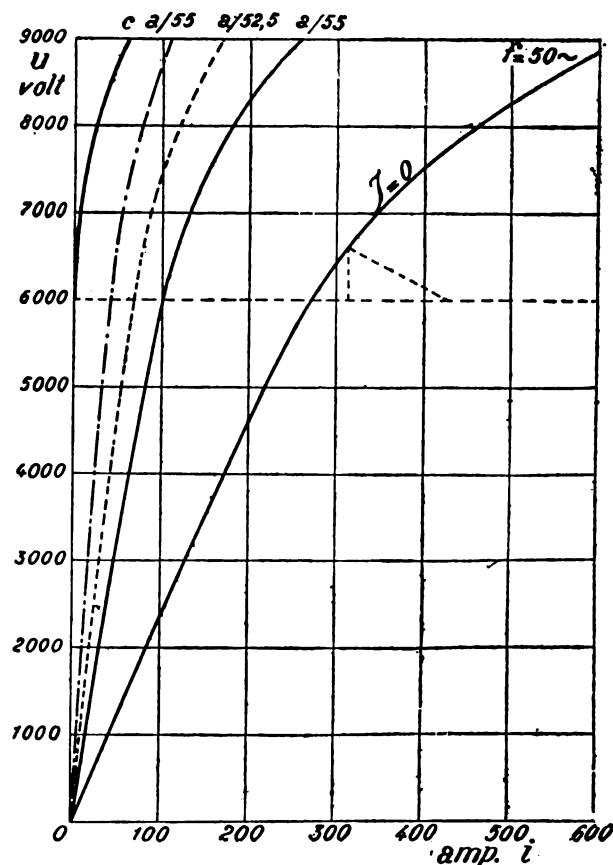


Fig. 1.

Come si vede, l'alternatore, funzionante col carico capacitivo per il quale fu costruito, si trova in condizioni ben distanti dal limite di autoeccitazione, che non viene raggiunto che con una frequenza di 59 periodi (18 % di aumento sul valore di regime).

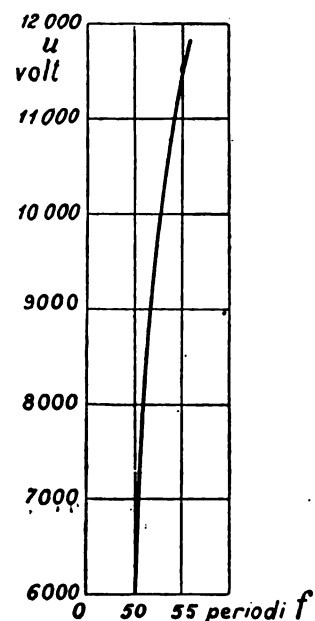


Fig. 2.

Il margine che si ha nell'eccitazione è più che sufficiente per assicurare una buona regolazione e registrazione della tensione anche con variazioni di frequenza entro limiti assai estesi.

La curva c/50 rappresenta la caratteristica per il carico capacitivo massimo che può dare l'alternatore a 50 periodi, raggiungendo il limite di autoeccitazione a 6.000 volt. In tal caso la potenza capacitiva che esso può dare è di circa 15.500 kVA.



Quanto sia legata la tensione dell'alternatore al valore esatto della frequenza in tale condizione limite ci mostra la figura 2). Da essa si rileva che l'alternatore non eccitato può portarsi da sè da 6.000 fino a circa 11.500 volt se la frequenza varia da 50 a 55 periodi.

In questo caso non si può parlare di regolazione nè di registrazione di tensione.

Per un carico capacitivo di valore intermedio (reattanza capacitiva assorbente 12.500 kVA a 6.000 volt e 50 periodi) si hanno le caratteristiche riportate alla figura 3) per le tre frequenze considerate.

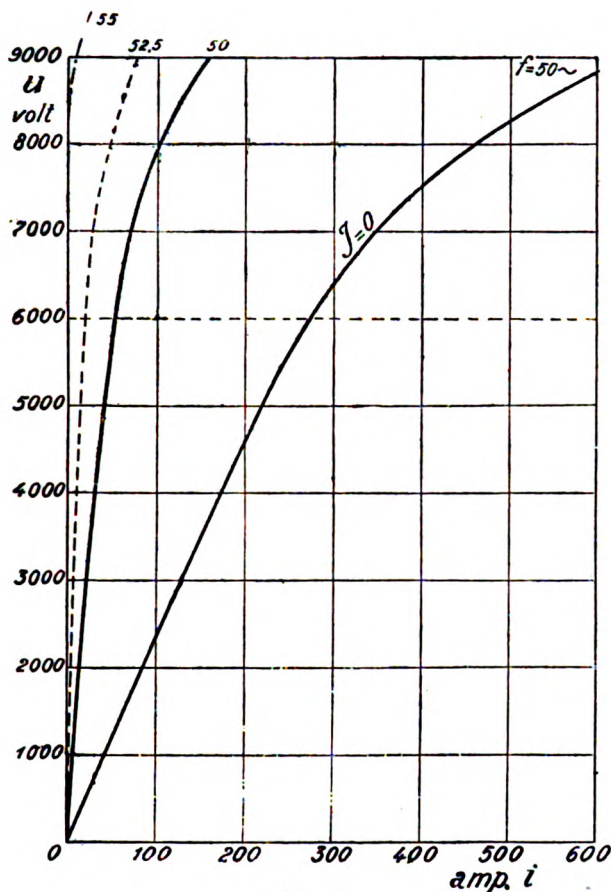


Fig. 3.

Il limite di autoeccitazione è raggiunto già a 53,7 periodi. A 55 periodi l'alternatore si porta da sè senza eccitazione a 8.500 volt.

I diagrammi riportati dimostrano in ultima analisi che l'alternatore in parola può venir garantito per svariate potenze capacitive a 6.000 volt e 50 periodi fino ad un limite che in ogni caso deve essere inferiore ai 15.500 kVA, a seconda della riserva di eccitazione che il costruttore vuole prevedere per far fronte alle inevitabili fluttuazioni di frequenza che hanno luogo nel funzionamento pratico.

Risulta quindi evidente che nel caso generale il costruttore più scrupoloso viene a trovarsi in condizioni di inferiorità verso gli altri.

E' perciò indispensabile, se l'acquirente vuol rendersi conto esatto delle caratteristiche delle macchine che gli vengono offerte, che il costruttore, oltre ad indicare la potenza capacitiva, specifichi il margine di aumento di frequenza che consentono le sue macchine, per funzionare alla tensione fissata sulla reattanza capacitiva prescritta, senza raggiungere il limite di autoeccitazione.

In uno degli ultimi articoli comparsi su questo argomento (E. u. M., Vol. 44 - Fasc. 32, 8 Agosto 1926, pag. 577 e seguenti) il Dottor Mandl della A.E.G. consiglia di prescrivere un margine minimo di aumento di frequenza del 5-10 %.

Sarebbe assai utile conoscere il parere in merito delle parti interessate, esercenti e costruttori.

Milano, Aprile 1927.

EMILIO SANTUARI.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### CONDUTTURE.

**G. MALAMUD — Montaggio di linee a 220 kV e a 380 kV.** (A. E. G. Mitteilungen, gennaio 1927, pagina 11).

Il diffondersi delle linee a tensioni superiori a 100.000 V ha fatto nascere un complesso di problemi tecnici e di organizzazione per il montaggio dei pali e la messa in opera dei conduttori. L'A. riferisce circa i lavori eseguiti per il montaggio di un tronco di 60 chilometri di una linea lunga 200 km messa in opera nel 1925-26 per la Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk A. G. La linea che partendo da Bad Neunahr si spinge, con percorso alquanto accidentato fino a Rheinau, è destinata a funzionare in un primo tempo a 220.000 V, ma è previsto in seguito il funzionamento a 380.000 V.

Una caratteristica di questo lavoro consiste nell'ampio uso che si è fatto di dispositivi meccanici per il compimento delle principali operazioni.

Le palificazioni metalliche di sostegno, variabili di lunghezza fra 32 e 45 metri, pesavano, secondo i tipi, da 9 a 45 tonnellate: il loro trasporto si effettuò a mezzo di una speciale trattoria equipaggiata in modo da poter anche essere utilizzata in parecchie altre operazioni, di sollevamento, ecc.

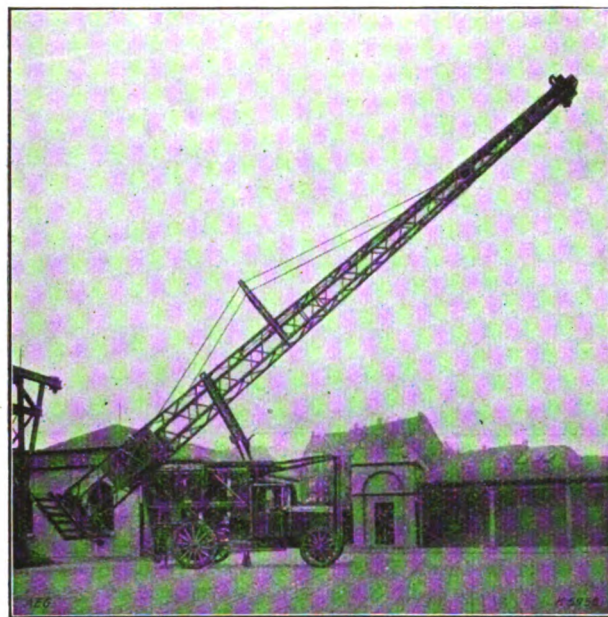


Fig. 1. — La macchina per il montaggio dei pali innalza automaticamente la colonna montante ausiliaria.

Fino al peso di 22 tonnellate, i pali vennero forniti interi, coi diversi tronchi già bullonati fra loro; da 22 tonnellate in su, i pali furono forniti in tronchi separati da bullonare uno sull'altro.

Per rendere più spedite le operazioni di montaggio e di collegamento dei diversi tronchi, si adottarono delle speciali grue trasportabili. I tronchi avevano un peso di circa 2,6 tonnellate e dimensioni circa di m 9 x 5; le grue mobili, ciascuna delle quali pesava 900 chili, erano capaci di sollevare pesi di 2,5 tonnellate fino all'altezza di 55 metri.

Le squadre di operai addette al trasporto e al montaggio, erano accompagnate da una squadra specialmente attrezzata per i lavori di scavo e per eventuali lavori di mina occorrenti per scavare le fondazioni, pompe di esaurimento, ecc.; essa era anche provvista di cassoni speciali per fondazioni in terreni molto ricchi d'acqua.

Gli scavi avevano in generale dimensioni di metri 7 x 7 con profondità di 3,50 metri; eccezionalmente si arrivò anche a 9 metri di profondità.

Per la messa in opera e il sollevamento dei pali, fino al tipo da 12 tonnellate, si fece uso del noto metodo dei pali ausiliari sulla testa dei quali scorrono le funi di trazione. Per i pali di tipo superiore alle 12 tonnellate questo sistema apparve poco adatto ed anche pericoloso.

Si studiò allora e si costruì una macchina speciale, montata su autocarro e quindi capace di spostarsi agevolmente e che facilitò notevolmente i lavori. Con tale macchina si poteva effettuare il montaggio dei pali più pesanti in un tempo variabile da 22 a 40 minuti e con notevole economia di mano d'opera. In seguito si arrivò anche per tipi di palo da 12 tonnellate ad un vero sistema di innalzamento meccanico, facendo uso di un montante ausiliario in palo Mannesmann e della



trattrice. Il getto del blocco di calcestruzzo, che in alcuni casi arrivò a 210 metri cubi, era eseguito da un'apposita squadra di operai provvista di betoniere meccaniche.

Il lavoro di montaggio dei pali era completato da un'altra squadra di operai, che eseguiva i lavori di sistemazioni e ultimava l'opera.

Le maggiori difficoltà si incontrarono nella tesatura dei conduttori. Venne adottato un tipo di conduttore cavo con diametro esterno di 42 mm e sezione netta di rame di 400 mm<sup>2</sup>. Esso è costituito da un'anima centrale formata da un profilato avvolto ad elica cilindrica, intorno alla quale si avvolgono due strati di piattine profilate. Il conduttore pesa 4100 kg al chilometro ed ha una resistenza media allo sforzo di trazione di circa 16,5 tonnellate.

Il conduttore era fornito in tronchi lunghi circa 1200 metri, avvolti su tamburi di 2,8 di diametro, con un peso complessivo di sei tonnellate circa.

Gli isolatori per il montaggio del conduttore sui pali sono del tipo a catena con anello di guardia.

Le norme del V. D. E. prescrivono per la tesatura una tensione massima di 16 kg/mm<sup>2</sup>, che corrispondeva a 6400 kg per l'intera sezione del conduttore. Lo sforzo unitario fu limitato a 8 o 9 kg/mm<sup>2</sup> negli attraversamenti.

Le difficoltà inerenti ai lavori di montaggio erano accresciute da quelle dei trasporti e dalla brevità del tempo concesso dovendo il lavoro essere ultimato in tre mesi.

Come era stato fatto per il montaggio dei pali, anche qui il lavoro venne opportunamente organizzato distribuendolo a parecchie squadre specializzate per le diverse operazioni.

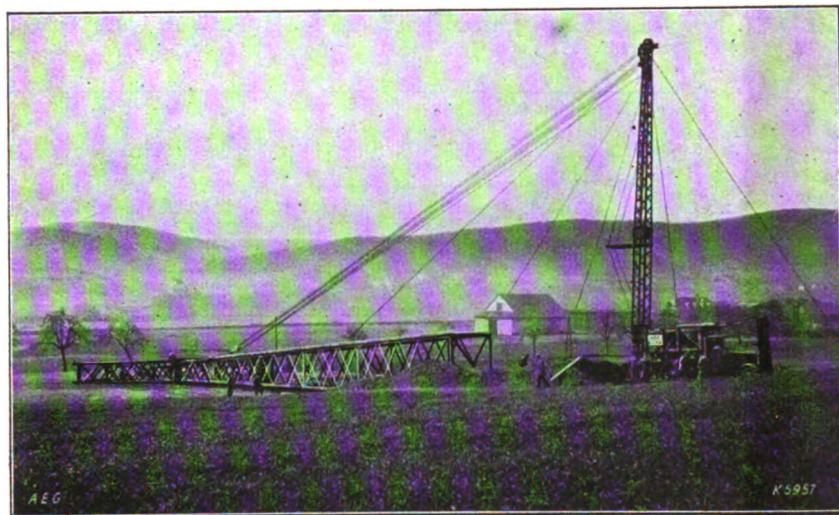


Fig. 2. — Sollevamento di un polo colla macchina da montaggio e una colonna ausiliaria.

Per rendere spediti i trasporti si studiarono speciali carrelli sui quali si montavano i rulli coi conduttori e che venivano rimorchiati a mezzo di autocarri o di trattrici: complessivamente si dovettero tra-

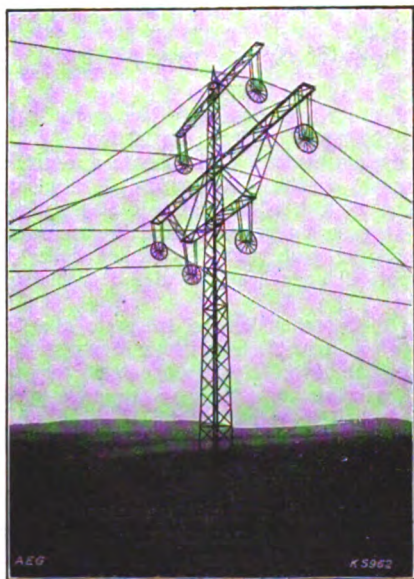


Fig. 3. — Palo colle carrucole da montaggio in posto.

sportare circa 2000 tonnellate di materiale e 50 tonnellate di attrezzi, in una regione spesso molto aspra e difficile.

Per facilitare il montaggio del conduttore si fissarono alle traverse dei pali delle speciali carrucole da 1,60 m di diametro nella gola delle

quali scorreva il conduttore: nei casi normali ogni carrucola pesava circa 70 kg e aveva una portata di 6 tonnellate mentre la sollecitazione



Fig. 4. — Argano comandato dalla trattrice.

impressa di rado superava le due tonnellate. Per evitare sollecitazioni dannose sulle traverse dei pali le carrucole furono costruite con perni a sfera in modo da essere molto scorrevoli e furono munite di una sospensione deformabile che potesse seguire i movimenti del conduttore.

La messa in opera di queste carrucole era effettuata da una squadra d'operai esclusivamente addetta a tale lavoro.

Lo svolgimento del cavo dal rullo fu compiuto mediante uno speciale dispositivo che frenava e regolava la velocità del rullo in modo da evitare nel conduttore qualunque sollecitazione accidentale che potesse derivare dalle irregolarità del terreno o da ostacoli impreveduti.

La tesatura veniva effettuata a tronchi di lunghezza fra 1,5 e 3,6 chilometri. Ad una estremità si collocavano i rulli col conduttore e col dispositivo di svolgimento; all'altro estremo si metteva il verricello di trazione, studiato appositamente in modo da essere il più leggero possibile (2,5 tonnellate di peso) per poterlo facilmente trasportare. La fune ausiliaria di trazione era in acciaio, da 13 mm di diametro; essa veniva passata nella gola delle carrucole sui pali e tirata, a mezzo di cavalli, dal verricello fino ai rulli del conduttore.

L'accoppiamento della fune di trazione col conduttore veniva effettuato con uno speciale manicotto di giunzione cilindrico che poteva passare sulla gola delle carrucole.

La tesatura del conduttore avveniva così, grazie a tali carrucole, con relativa facilità. Su ogni palo, durante la tesatura si trovava un uomo di guardia che sorvegliava la operazione e dava un segnale di arresto in caso di irregolarità. Un sistema di collegamento telefonico permetteva rapide comunicazioni fra le diverse squadre durante i lavori.

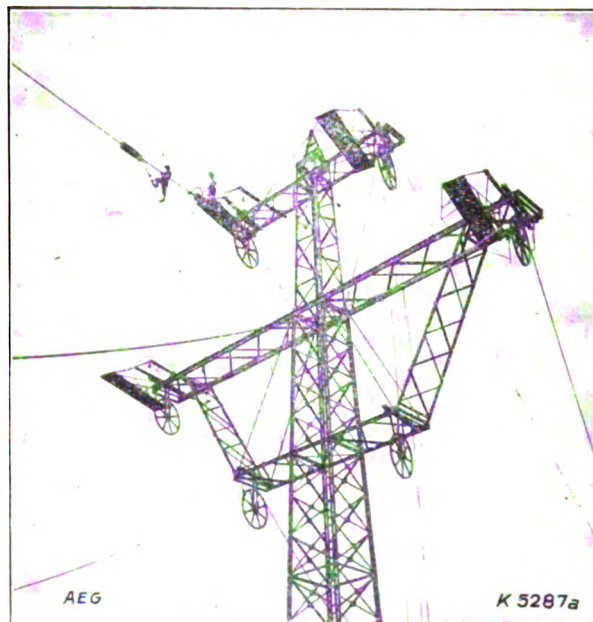


Fig. 5. — Sommità di un palo colle passerelle da lavoro.

Speciali accorgimenti si dovettero naturalmente adattare durante i lavori negli attraversamenti. Per gli incroci con strade a traffico in-



tenso si fece uso di apposite capre provvisorie rizzate per sostenere una carrucola per conduttore il quale cacciava alto sopra la strada. Per la protezione delle linee telefoniche o telegrafiche attraversate si costruirono apposite impalcature. Per le linee elettriche a tensione elevata, il metodo più sicuro e più pratico fu ritenuto quello di deviare il tratto di tali linee corrispondente all'attraversamento, in un tronco di cavo provvisoriamente posato per tale scopo.

La tesatura venne effettuata da prima su due fasi contemporaneamente e in seguito su tutte e tre le fasi in una sola volta; dovendosi mettere in opera due terne il lavoro avveniva perciò in due operazioni consecutive.

Il lavoro procedeva in modo continuo col susseguirsi delle squadre di operai addette alle diverse operazioni.

La tenditura che da prima era fatta mediante argani a mano fu poi anch'essa resa meccanica e venne a tale scopo costruita una apposita macchina che permise di fare in venti minuti con due soli operai il lavoro che prima richiedeva l'impiego di una squadra di 15 uomini per circa tre ore. Si arrivò ad eseguire in via meccanica anche la regolazione dei conduttori, dove si trattava talvolta di spostamenti di pochi centimetri.

Speciali passerelle provvisorie venivano montate in cima ai pali per permettere agli operai di eseguire i lavori necessari.

La regolazione e la massa a punto della prima terna di conduttori veniva eseguita in breve tempo mentre le altre squadre di operai eseguivano le operazioni preliminari per la tesatura della seconda terna.

Un piccolo gruppo di operai specialisti seguiva a una certa distanza le squadre di lavoro, per eseguire il controllo: essi salivano in cima a tutti i pali verificando tutte le catene di isolatori, gli attacchi, ecc., ecc.

R. S. N.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

**H. J. WALLS — Trasmissione simultanea con un solo triodo su un'onda e su una sua armonica.** (Proc. Inst. Radio E., Vol. 15, N. 1, gennaio 1927, pag. 37)

Vari sono i metodi che permettono le trasmissioni e le ricezioni contemporanee di due o più frequenze sulla stessa antenna. Tutti i metodi noti richiedono però l'impiego di diversi triodi, eccitanti sulle varie frequenze, per modulare il trasmettitore principale.

Col sistema che si descrive è invece possibile trasmettere su due frequenze con lo stesso apparato, quando una di queste sia un'armonica dell'altra.

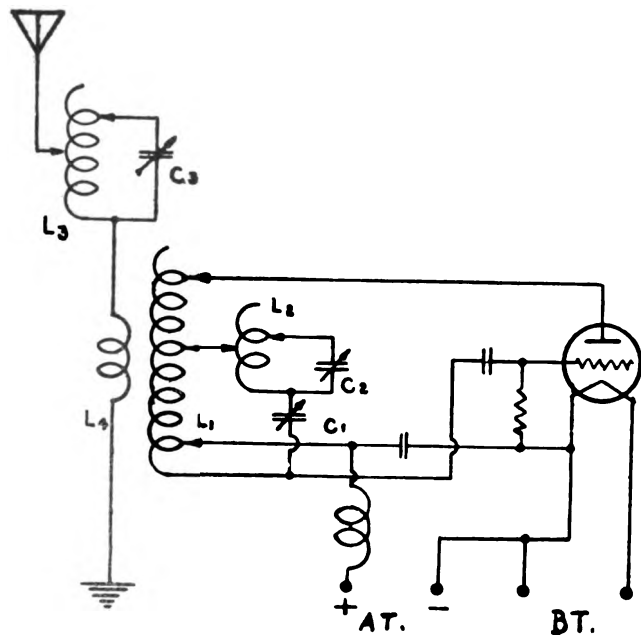


Fig. 1.

Lo schema dell'apparato è rappresentato nella fig. 1. In serie con il circuito oscillatorio principale ( $L_1, C_1$ ) ne è posto un secondo ( $L_2, C_2$ ); il circuito di antenna è sistemato in modo simile.

Con questo schema è stato verificato che, quando il circuito  $L_2, C_2$  è sintonizzato su un'armonica di quello principale, questa risulta particolarmente rinforzata e quindi si può trasmettere contemporaneamente lo stesso segnale con due onde.

L'intensità dell'armonica può essere regolata variando l'accoppiamento fra i circuiti  $L_1, C_1$  e  $L_2, C_2$ , cioè inserendo una porzione più o meno grande dell'induttanza  $L_2$ , comune ai due circuiti.

Il funzionamento è evidente. Per effetto dell'inserzione del circuito  $L_2, C_2$  in quello  $L_1, C_1$ , sulla griglia del triodo viene riportata, oltre alla tensione oscillatoria principale, anche la tensione di frequenza corrispondente all'armonica per cui è sintonizzato il circuito  $L_2, C_2$ . Pertanto quest'armonica viene amplificata rispetto alle altre e può raggiungere un'ampiezza tale da poter essere usata per la trasmissione.

C. Mt.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

L'illuminazione di riserva nei teatri americani è stata recentemente oggetto di accurati studi. Le Norme americane consentono generalmente che la illuminazione di riserva possa essere assicurata in uno dei cinque modi seguenti: con collegamento a rete esercita da altra Compagnia di quella che fornisce la illuminazione normale; con collegamento colla stessa Compagnia ma su alimentazione diversa; con batteria di riserva; con inserzione sul servizio stradale (soltanto per piccoli teatri). Alcune città permettono soltanto tre sistemi: collegamento con altra Compagnia; batterie; illuminazione a gas. In molti teatri si adottano le batterie di accumulatori di riserva le quali sono soggette ad una regolamentazione molto minuta circa le particolarità di installazione, di capacità, ecc. Si sono studiati tipi di installazioni e di comandi di sicurezza particolarmente adatti per tale servizio e che sono descritti nell'Electr. World del 19 marzo 1927, pag. 595.

### IMPIANTI.

Una centrale elettrica a motori Diesel di notevole importanza è quella della città di Amburgo, descritta nella Siemens Zeitsch. del gennaio 1927. In essa è installato un motore Diesel a 9 cilindri a doppio effetto, da 11.250 kW a 94 giri, direttamente connesso ad un alternatore da 10.500 kW. Il motore Diesel pesa circa 1100 tonnellate ed occupa uno spazio di  $25 \times 5 \times 13$  metri circa; il diametro dei cilindri è di 825 mm e la corsa è di 1500 mm. Il rotore dell'alternatore è eccezionalmente pesante dovendo servire da volano per assicurare un grado sufficiente di regolarità per il funzionamento in parallelo con un turboalternatore; il rotore pesa perciò 120 tonnellate, vale a dire circa la metà del peso totale dell'alternatore. I supporti sono del tipo ad anelli ma possono funzionare, all'avviamento, con olio sotto pressione.

Il raffreddamento dell'alternatore è ottenuto con circolazione d'aria, gran parte della quale è fornita da un ventilatore indipendente; la circolazione è in ciclo chiuso, con raffreddatori a tubi d'acqua. L'avviamento è fatto ad aria compressa; un motore ausiliario con riduttore 1:7000 permette di far girare lentamente il rotore per ispezionarlo. A 13.000 kVA,  $\cos \varphi = 1$ , il rendimento dell'alternatore è di 96,9%; il Diesel consuma 306,3 grammi di olio per kWh reso.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Una descrizione delle prove meccaniche cui vengono sottoposti i materiali isolanti nella Fabbrica Cavi dell'A. E. G. è contenuta nelle A. E. G. Mitteilungen del gennaio 1927. Per i materiali isolanti che non contengono gomma (Tenacite) le prove possono venir fatte tanto su provini che sui prodotti finiti. Dei provini si determina sempre la resistenza alla flessione fissandoli come al solito a due punti e sollecitandoli nel mezzo, la resilienza (carico di rottura all'urto per flessione) facendoli percuotere e rompere da un pendolo foggiato a martello e calcolando poi la energia consumata, e il comportamento al calore col sistema Martens.

Vi sono poi dei metodi di prova speciali: così il comportamento al calore si può esaminare tanto su provini che su oggetti finiti con l'ago di Vicat, modificato secondo le norme dell'Associazione Elettrotecnica Tedesca; il coefficiente di dilatazione termica, per la cui misura si richiedono cure particolarissime dato l'ordine di grandezza di cui si tratta, viene determinato con un apposito apparecchio, con cui, in dipendenza della dilatazione del provino, si varia la posizione reciproca di due prismi e così quella di un raggio luminoso che li colpisce; dalla lettura dello spostamento del raggio fatta a mezzo di un cannocchiale si deduce poi la dilatazione del provino.

Per i materiali isolanti che contengono gomma, le prove, qualora si tratti di ebanite o stabilite si possono eseguire presso a poco allo stesso modo come per la tenacite. Per la gomma elastica invece le prove sono eseguite in modo tutto affatto diverso: la prova più comune è quella di trazione con misura della resistenza e della dilatazione. Si determina anche il coefficiente di elasticità. La prova delle armature usate talvolta per condutture aeree di linee tramviarie, armature composte di preparati che si distinguono per la loro grande durezza, resistenza alla pressione e agli agenti atmosferici, si eseguisce sottoponendole a graduali forti sollecitazioni meccaniche ed elettriche con cui si determina la tensione di perforazione ad un dato carico, il grado di deformazione e il carico di rottura. Per i nastri isolanti ha un'importanza speciale, l'esame del potere adesivo, eseguito avvolgendo il nastro ad una data velocità e sotto una determinata tensione su un albero e poi svolgendolo dallo stesso dopo un invecchiamento artificiale con un determinato sforzo di trazione. La velocità di svolgimento non deve superare un valore stabilito.

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Curiosi fenomeni di interferenza fra le radiotrasmissioni e gli impianti industriali per precipitazioni di polveri sono stati osservati nelle regioni minerarie della Germania occidentale, secondo quanto riporta la Siemens Zeit. del gennaio 1927. L'inconveniente è dovuto all'impianto di rettificatore a commutatore sincrono che trasforma la cor-

rente alternata ad alta tensione in corrente raddrizzata pulsante a 50.000 V. Il secondario del trasformatore, collo spazio esplosivo e la capacità degli apparecchi di precipitazione formavano un circuito oscillante che emetteva onde da 200 a 300 metri. La interferenza era sensibile in un raggio di 20 km. I rimedi proposti sono l'inserzione di condensatori in serie coi precipitatori, e l'inserzione di resistenze sull'alta tensione in punti opportunamente scelti o la sostituzione dei raddrizzatori sincroni con altri a tubi a vuoto.

#### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

*Assemblea del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico.* — Lunedì 20 giugno alle ore 17 in una sala del Politecnico ebbe luogo l'assemblea Generale dei soci del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo sviluppo e l'incremento dell'industria italiana.

Il Presidente, Ing. Guido Semerza, assistito dal Segretario generale, Prof. Coppadoro, dopo aver dato relazione dell'attività svolta dal Comitato nell'anno sociale 1926-27, comunicò le direttive del nuovo Consiglio, il quale è persuaso dell'opportunità che l'opera del Comitato si intensifichi nell'indirizzo finora seguito, specialmente per quanto si riferisce alla bibliografia tecnico-scientifica, alle borse di perfezionamento ed all'appoggio agli inventori. Diede quindi notizia del bando di concorso testè pubblicato per borse di perfezionamento, della progettata opera di propaganda per la documentazione, intesa a valorizzare l'Archivio Tecnico, delle Commissioni nominate per l'Archivio predetto, per la pesca, per i laboratori scientifici e per le invenzioni.

Il Prof. Carlo Cavalli riferì quindi sui vari bilanci che furono approvati ad unanimità, e l'Ing. Francesco Massarelli, a nome della presidenza del Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, diede a sua volta relazione dell'opera svolta da tale Comitato nell'anno sociale decorso, segnalando in modo particolare talune delle invenzioni più meritevoli di appoggio.

#### TRAZIONE E PROPULSIONE.

L'elettrificazione delle ferrovie indiane viene spinta sollecitamente. E' recentemente stata iniziata l'elettrificazione della linea lunga 535 chilometri da Kalyan a Igatpuri e da Kalyan a Poona, la quale presenta delle difficoltà per l'attraversamento della catena montuosa dei Gati e comprende oltre sei chilometri di gallerie. Il conduttore di contatto sarà sostenuto con un sistema a doppia catenaria che permetterà una grande elasticità. L'energia verrà fornita, dalle centrali alle cabine, con linee a 120.000 V a corrente trifase, mentre il conduttore di contatto sarà alimentato con corrente continua a 1500 V.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

### Movimento delle Società Elettriche.

#### BILANCI E DIVIDENDI.

*Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici* — Melzo — Capitale L. 12.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 marzo 1927 che presenta un utile netto di L. 2.870.151 e permette di distribuire un dividendo di L. 125 per azione.

*Società Idroelettrica Piemonte* - S. I. P. — Torino — Capitale L. 600.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 marzo 1927 con un utile di L. 66.463.189 sul quale viene deliberato di distribuire un dividendo di L. 12 per azione.

*Società An. per le Forze Idrauliche di Trezzo d'Adda « Benigno Crespi »* — Milano — Capitale L. 60.000.000.

Venne approvato il bilancio al 31 marzo 1927 con un utile di L. 8.041.321 sul quale si distribuisce un utile di L. 30 per azione.

*Società Generale Elettrica dell'Adamello* — Milano — Capitale L. 300.000.000.

Il bilancio al 31 marzo 1927, quale venne recentemente approvato contempla un utile di L. 24.719.127 sul quale si distribuisce un dividendo del 9 per cento.

#### COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

*Soc. An. Consorzio Idroelettrico Ing. I. H. De Thierry e C.* — Trinità.

Venne costituita con capitale di L. 3.150.000 questa Anonima come derivazione della Accomandita « Ing. I. H. De Thierry ».

*Soc. An. Imprese Elettriche dell'Iglesias* — Iglesias.

Venne costituita con capitale di L. 390.000 in 1560 azioni da L. 250.

*Società Elettrica Marosticense* — Marostica — Cap. L. 800.000. Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

*Società An. Imprese Elettriche in Valle Brembana* — Milano — Capitale L. 100.000.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

*Società An. Utenti Energia Elettrica* — Milano.

Venne deliberato di sciogliere la Società e metterla in stato di liquidazione.

*Società Idroelettrica Alto Tenna* — Amandola — Cap. L. 250.000.

Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

*Soc. An. Elettrica di Franciacorta* — Bergamo — Cap. L. 100.000.

Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Soc. An. Impresa Osvaldo Cariboni di Elettricità* — Milano.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 475.000 a L. 1.500.000.

*Soc. An. Fabbriche Elettrotecniche Riunite* — Milano.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 3.000.000 a L. 5.000.000.

*Soc. An. Esercizi Centrali Elettriche Milano* - S. E. C. E. M. — Milano.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000 a L. 3.000.000, emettendo 29.900 azioni da L. 100.

*Società An. Italiana Porcellane Elettrotecniche Pohl* - S.A.I.P.E.P. — Milano.

Aumenta il capitale sociale mediante emissione di 600 obbligazioni nominative del valore di L. 600 cadauna.

*Società Generale Elettrica dell'Adamello* — Milano.

Venne deliberato di autorizzare il Consiglio d'Amministrazione a concludere in concorso colle Società: *Idroelettrica dell'Ozola*; *Brioschi per Imprese Elettriche*; *Idroelettrica dell'Allione*, un mutuo di 3 milioni di dollari oro colla Banca Harris Forbes di New York, garantito con ipoteca di primo grado sulle attività immobiliari di dette Società.

*Soc. Italiana per l'Accumulazione Termo-elettrica* - T. E. A. — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 2.437.500 a L. 2.500.000 mediante emissione di nuove azioni.

*Società Produttrice Energia Serelle* — Roma.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 2.000.000 emettendo 10.000 azioni nuove da L. 100.

*Elettrochimica Pomilio* — Roma.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 10.000.000 a L. 13.000.000 emettendo 30.000 azioni nuove da L. 100. Inoltre venne deliberato di cambiare la denominazione sociale in *Società An. Cellulose-Clorosoda*. Si deliberò inoltre di emettere 26.000 obbligazioni non circolabili in Italia, da L. 500 per un importo complessivo di L. 13.000.000.

*Martinetto e Bigo - Costruzioni Elettriche* — Torino.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 1.500.000 mediante emissione di 5000 azioni da L. 100.

*Società Elettrica Interregionale Cisalpina* — Milano — Capitale L. 100.000.000.

Ha deliberato l'aumento del capitale sociale mediante emissione di obbligazioni per complessive L. 50.000.000.

*Elettricità Alta Italia* — Torino — Capitale L. 250.000.000.

Venne deliberato di procedere solidalmente colla *Società Idroelettrica Piemonte*, colla *Soc. Piemonte Centrale di Elettricità*, colle *Società Forze Idrauliche del Moncenisio*, colla *Soc. Idroelettrica Piemontese-Lombarda Ernesto Breda* e colla *Società Idroelettrica del Marmore* alla assunzione di un mutuo per 8.500.000 dollari per mezzo dell'Istituto di Credito per Imprese di Pubblica Utilità.

*Società An. per le Forze Idrauliche di Trezzo sul'Adda « Benigno Crespi »* — Milano.

Venne autorizzato il Consiglio d'Amministrazione a concludere in accordo colla *Società Idroelettrica del Barbellino*, un mutuo di 3 milioni di dollari colla Banca Harris Forbes di New York, garantendolo con ipoteca sulle proprietà immobiliari delle Società.

*Società Elettrica Bar. Toffoli-Sibat* — Calalzo Cadore.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 70.000 a L. 1.200.000.

\* \*

La questione del disarmo non ha evidentemente fortuna. Dopo l'insuccesso pratico delle discussioni di Ginevra per il disarmo generale, la Conferenza navale voluta dall'America e alla quale non partecipano che il Giappone e l'Inghilterra, sembra non giovi ad altro che a mettere in rilievo i dissidi insanabili regnanti fra le potenze a tale riguardo.

Più felice esito ebbe invece il Congresso di Stoccolma della Camera di Commercio Internazionale, al quale attivamente partecipò la Delegazione italiana. Vennero approvate diverse direttive utili allo sviluppo del movimento degli scambi fra i diversi Paesi.

L'atmosfera politica europea è stata alquanto agitata durante il mese di giugno.

Le relazioni franco-tedesche segnano una nuova battuta di arresto e una certa tensione. Le trattative per l'accordo commerciale sono state rotte senza che si raggiungesse il risultato sperato e senza che fossero nemmeno rinnovati gli accordi provvisori finora in vigore. Inoltre una polemica oratoria fra Poincaré e Stresemann ha messo in rilievo l'ostilità e la diffidenza latente che tuttora regna fra i due Paesi.

Una tensione minacciosa, fortunatamente superata senza ulteriori complicazioni, si delineò improvvisamente fra la Polonia e la Russia in seguito all'assassinio di un personaggio russo in territorio polacco.

In piena crisi costituzionale si trova la Rumenia la quale attraversa un periodo molto critico della sua storia per la insuperabile inimicizia dei partiti che si contendono il potere con asprezza di mezzi.

Anche in Jugoslavia si susseguono ormai periodicamente le crisi ministeriali. La vertenza coll'Albania è stata finalmente superata grazie all'intervento concordato delle grandi Potenze che hanno fatto capire che non si poteva per futuri motivi compromettere la tranquillità d'Europa.

Sono segnalati colloqui e discussioni fra personalità jugoslave ed italiane, intesi certamente a chiarire la difficile situazione creatasi fra i due Paesi. Nulla però è ancora trapelato di positivo al riguardo.

Qualche sensazione ha causato negli ambienti politici la decisione del nostro Governo di sostituire l'Ambasciatore d'Italia a Bruxelles con un semplice incaricato d'affari. Si tratta di una risposta diretta all'atteggiamento ostile palesemente seguito ormai da troppo tempo dal Ministro degli Esteri belga Vandervelde, in contrasto palese col sentimento generale del popolo belga.

E' giunta a Roma una Missione ufficiale del Governo dell'Yemen la quale venne ricevuta con grandi onori dal nostro Governo. La Missione che ha lo scopo di sviluppare i rapporti commerciali e politici fra i due Paesi visiterà parecchie città italiane.

E' stata pagata al Tesoro degli Stati Uniti la seconda rata di cinque milioni di dollari per il piano di estinzione del nostro debito di guerra.

\*

Il movimento della nostra bilancia commerciale prosegue nell'andamento assunto da qualche mese in seguito alle condizioni create dalla rivalutazione progressiva della moneta. Si verifica cioè una leggera contrazione nelle esportazioni, compensata però largamente da un più severo restringimento del movimento di importazione.

Durante i primi quattro mesi di quest'anno abbiamo esportato in totale tante merci per circa 5200 milioni di lire, mentre nel corrispondente periodo dello scorso anno tale somma era stata di 5400 milioni di lire: abbiamo cioè avuto una contrazione di circa 200 milioni in quattro mesi; cifra certo non eccessivamente allarmante.

Negli stessi primi quattro mesi del 1927 abbiamo importato dall'estero per circa 8 miliardi di lire, contro 9 miliardi di lire di importazioni dal gennaio all'aprile 1926: vale a dire che le importazioni sono diminuite di circa un miliardo. L'alleggerimento della bilancia commerciale è stato di quasi 900 milioni in quattro mesi. Tenendo conto della capacità di acquisto delle merci si può affermare che, sebbene le importazioni siano aumentate di circa 800.000 tonnellate, la maggior quantità di merce importata ha richiesto una minore quantità di lire.

Durante il mese di maggio ora decorso, le esportazioni dall'Italia sono state complessivamente di L. 1.299.478.250, con una differenza in meno di soli 37 milioni in confronto al maggio dell'anno scorso. Le importazioni a loro volta aumentarono a L. 1.811.475.628 nel maggio di quest'anno presentando una diminuzione di quasi 662 milioni in confronto al maggio 1926. Continua dunque il processo di alleggerimento della bilancia commerciale mentre la contrazione delle esportazioni, inevitabile in periodi di rivalutazione, si mantiene in limiti ancora modesti e non allarmanti.

La difesa delle esportazioni rappresenta naturalmente uno dei capisaldi della nostra politica finanziaria e più volte abbiamo accennato a provvedimenti presi a tale scopo dal Governo. Si afferma ora che siano allo studio disposizioni intese a realizzare degli alleggerimenti fiscali, come ad esempio la esenzione totale o parziale dell'imposta di ricchezza mobile per le imprese costituite allo scopo di trattare l'esportazione. Provvedimenti analoghi sarebbero presi anche per le Ditte miste che derivano soltanto parte dei loro redditi dalla esportazione.

Nei riguardi della stretta valutazione dei dati relativi al movimento commerciale vengono pubblicate delle osservazioni interessanti da parte dell'Istituto Centrale di Statistica.

E' avvenuto cioè che fino al 1926 il controllo sulla entità delle merci esportate non poteva praticamente essere effettuato con accuratezza; così pure nella valutazione delle merci importate sono stati introdotti degli errori derivanti in parte dai criteri tecnici adottati dalle apposite Commissioni incaricate di stabilire il prezzo unitario delle merci esportate o importate, e in parte anche dalla naturale tendenza degli esportatori di far apparire meno grande il giro dei loro affari.

Secondo l'Istituto Centrale di Statistica, in base a studi tecnici appositamente condotti, si deve ritenere che fino al 1919 occorre elevare del 10 per cento il valore dichiarato delle esportazioni; per il 1920 in causa di una sopravvalutazione dei prezzi unitari allora intervenuta occorre ridurre del 25 per cento il valore delle merci esportate; dal 1921 fino al dicembre 1926 si ritiene di dover aumentare del 15 per cento tale valore.

Eseguito tali calcolazioni e traducendo le cifre in lire-oro sulla media del corso ufficiale del periodo di tempo corrispondente, l'Ufficio Centrale di Statistica ha ricavato le seguenti cifre che crediamo interessante riportare.

Lo sbilancio commerciale dell'Italia può essere valutato come segue: 988 milioni di lire-oro nel 1913; L. 968 milioni oro nel 1914; L. 473 milioni oro nel 1915; L. 8268 milioni oro nel 1918; L. 6042 milioni oro nel 1919; L. 3049 milioni oro nel 1920; L. 2012 milioni

oro nel 1921; L. 1240 milioni oro nel 1922; L. 1055 milioni oro nel 1923; L. 643 milioni oro nel 1924; L. 1071 milioni oro nel 1925; L. 937 milioni oro nel 1926.

Si vede quindi che nello scorso anno lo sbilancio effettivo fu inferiore a quello di ante guerra. Dall'andamento attuale si può ritenere molto probabile che lo sbilancio sia ancora minore alla fine dell'anno in corso, cioè che permetta di guardare con fiducia al processo di assestamento del nostro organismo finanziario, anche attraverso la presente crisi.

E' bene tenere presente che in quattro anni abbiamo raddoppiato le nostre esportazioni passando da 10,6 miliardi nel 1922 a 21,1 miliardi nel 1926.

A tale sviluppo veramente mirabile dell'attività industriale e commerciale della Nazione, fa riscontro lo sviluppo non meno mirabile di quell'istituto potentissimo di espansione che è la flotta commerciale.

E' bello e glorioso ricordare che la flotta mercantile italiana fu quella che nella guerra pagò il massimo tributo ed ebbe le perdite più gravi. Nel 1914 l'Italia possedeva circa un milione e mezzo di tonnellate di navi mercantili: di esse ben 800.000 tonnellate, ossia il 60 per cento, più della metà, andarono perdute in guerra. Oggi l'ardimento e la tenacia del nostro popolo ha ridato all'Italia una flotta di tre milioni di tonnellate, doppia di quella d'ante guerra e tutta costituita di ottime e modernissime navi; fattore importantissimo di prosperità per il Paese.

Come altra volta si è detto, l'Italia tiene nel mondo il secondo posto per quanto riguarda le nuove costruzioni navali e non è superata da nessun altro Paese nei rispetti delle motonavi, che sono l'espressione più moderna della tecnica navale.

\*

Nelle precedenti Note avevamo più volte accennato ai prestiti esteri conclusi da molti Enti industriali e da Comuni italiani, specialmente in America, facendo presente come la eccessiva facilità con la quale si compivano queste grandi operazioni finanziarie presentasse a lungo andare dei pericoli per la nostra struttura economica.

Questi concetti, altra volta del resto enunciati anche dal Governo, hanno trovato una riconferma autorevolissima nelle dichiarazioni del Ministro delle Finanze, On. Volpi. In una intervista concessa al « Popolo d'Italia » e che ha assunto una importanza che trascende largamente quella di una comune intervista giornalistica, il Ministro ha dichiarato di aver deliberato di sospendere ogni ulteriore autorizzazione a contrarre prestiti all'estero. La misura, se pure potrà intralciare i legittimi piani di espansione finanziaria di qualche impresa sana, non mancherà di giovare nel complesso alla economia generale della Nazione.

Resta così prevenuto il pericolo di un soverchio indebitamento col l'estero ed anche quello, di origine psicologica, ma non meno perturbatore della sana economia e non meno pericoloso nelle sue conseguenze, di una eccessiva faciloneria finanziaria. E' al reale e sano accumularsi del risparmio interno che le industrie nostre debbono attingere la loro linfa e alla formazione e all'incremento di tale risparmio deve essere rivolta ogni cura ed ogni attenzione. La soverchia facilità di provvedersi di denaro all'estero mentre grava di un onere rilevante e per un lungo periodo la nostra attività industriale, può essere un incentivo a mettersi fuori sincronismo con quella che è la potenzialità reale della nazione, col pericolo di trovarsi poi di fronte ad uno sviluppo di impianti inadeguato; ciò che renderebbe ancora più grave l'onere suddetto derivante dagli interessi e ammortamenti dei prestiti.

Giustamente il Ministro ha messo in evidenza che un freno posto a questo movimento di indebitamento, non può che giovare al credito dell'Italia all'estero. Il Ministro Volpi ritiene anche che il credito dell'Italia meriti condizioni migliori di quelle che sono state fatte negli ultimi prestiti americani. La interruzione nella serie di queste contrattazioni potrà dunque trasformarsi in un vantaggio di quegli stessi Enti che avevano pensato di riuscire a tali operazioni, qualora in un periodo successivo il Governo credesse di poter rilasciare delle nuove autorizzazioni.

Certo è che il movimento aveva ormai assunto uno sviluppo eccessivo e minacciava di imporci una bardatura così pesante, da toglierci la libertà di movimento e limitare quella autonomia economica per salvare la quale siamo addivenuti anche ai penosi sacrifici derivanti dalla sistemazione dei debiti di guerra.

Il Ministro ha pure giustamente richiamato l'attenzione della nazione sul fenomeno presentato dalle Borse del Regno e che ha definito come patologico. E infatti la pesantezza progressiva di tutti i titoli compresi quelli di Stato, la quale perdura da tempo e sembra aggravarsi, non corrisponde, come altra volta abbiamo fatto notare, alla situazione dell'economia nazionale. Abbiamo più volte elencato gli indici rappresentativi della struttura finanziaria dello Stato, la diminuzione della circolazione, la rivalutazione della lira, l'avanzo di bilancio, ecc. In tali condizioni un deprezzamento così sensibile dei titoli di Stato non può essere giustificato.

Fino a dove la speculazione o la manovra politica possano avere parte in questo fenomeno è difficile dire. Ciò che si può affermare con sicurezza si è che ogni manovra del genere come tutte quelle che tendono a violentare lo svolgimento naturale dei grandi fenomeni economici è destinato, a lungo andare, a fallire. La lunga manovra contro la lira, che ha tenuto per tanto tempo la nostra valuta al di sotto del



suo equo livello, ma che ha dovuto cedere alla imprescindibile violenza della natura delle cose, può insegnare al proposito.

Le quotazioni dei titoli, quelli di Stato specialmente, devono risalire e risaliranno. Non per violenti interventi che sarebbero, nel tempo, inefficaci, ma perchè ciò risponde allo stato effettivo delle condizioni generali della nostra economia statale.

E' bastato infatti la parola del Ministro, l'accento a queste considerazioni, per provocare nelle nostre Borse, che pur da qualche tempo sembravano insensibili ad ogni stimolante più energico, un rapido sbalzo dei valori: sbalzo che, se pure non sarà immediatamente reso continuativo e permanente, non manca di essere indice eloquente.

Non bisogna del resto mai dimenticare che le quotazioni di Borsa sono sempre dovute soltanto a quella piccola parte di titoli che vengono commerciati e che sono una minima parte della massa globale posseduta dei risparmiatori i quali in generale conservano i loro titoli senza pensare a realizzarli.

Notevole importanza a questo riguardo ha l'annuncio, dato per ora in forma generica ma impegnativa, che il Governo ha allo studio un provvedimento per un piano di ammortamento del debito pubblico. Si comprende la vastità della operazione la quale dovrà naturalmente essere lenta ed estendersi per un lungo periodo di esercizi di bilancio. Tuttavia la sola enunciazione di tale direttiva assunta dallo Stato non può non giovare al credito dello Stato stesso all'interno e all'estero.

Poco si conosce per ora su tale argomento, il quale certamente dovrà essere profondamente studiato prima di passare alla pratica applicazione. Si tratterebbe della costituzione di una Cassa di ammortamento speciale pel debito pubblico alla quale sarebbero devoluti gli avanzi di bilancio dell'esercizio 1926-27, i residui ancora disponibili sull'avanzo di bilancio 1925-26 e tutte le sopravvenienze attive. Il meccanismo del processo di ammortamento, che sarà veramente grandioso, non è ancora noto.

\*

Tutto questo implica naturalmente la convinzione che le condizioni di bilancio si mantengano floride e che i successivi esercizi si mantengano in avanzo. Questo è un canone fondamentale della politica economica seguita dal Governo e questa conquista raggiunta con sacrifici veramente gravi da parte del contribuente italiano deve essere difesa ad ogni costo.

Per quanto riguarda l'esercizio 1926-27 ora chiusosi le notizie disponibili si riferiscono per ora soltanto al 30 maggio. Da esse si deduce che a quella data il bilancio chiudeva con un avanzo effettivo di 261 milioni, con un miglioramento di 87 milioni sullo stato di previsione. Al solito questa cifra è depurata di 457 milioni devoluti a ridurre la circolazione per conto dello Stato, e di 229 milioni per la costruzione di strade ferrate. Prescindendo da tali voci si avrebbe un avanzo di 948 milioni, confrontabile con quello di 810 milioni che si verificava al 30 maggio dello scorso anno.

Gli incassi per entrate effettive ordinarie o straordinarie aumentavano, al 31 maggio scorso, a 18.005 milioni, mentre i pagamenti erano valutati, alla medesima data, in 16.731 milioni. Si verificava quindi una eccedenza di 1274 milioni negli incassi in confronto alle spese. Il fondo generale di cassa ammontava a 1992 milioni di lire.

Queste cifre meritano di essere maggiormente analizzate. Anzitutto va rilevato che nel mese di maggio non ha luogo il versamento delle rate delle imposte dirette, rate, che, come è noto, sono bimestrali e ammontano in media a circa 800 milioni. La rata si riversò invece sul mese di giugno e si può quindi ritenere che al 30 giugno, ossia alla chiusura dell'esercizio, la eccedenza suddetta risulterà aumentata in modo sensibile.

La somma di 18.005 milioni delle entrate ordinarie e straordinarie è risultata dalle seguenti voci principali.

Le imposte dirette sui consumi (dogane, quote di cambio, tasse di fabbricazione) vi hanno contribuito con 4782 milioni.

Le imposte dirette hanno fruttato 4590 milioni, dei quali 2414 dati dalla sola Ricchezza mobile. Le imposte sui trasferimenti di ricchezza e sugli affari hanno avuto un gettito di 3085 milioni: di essi, 890 milioni furono dati dalle tasse di registro, 562 milioni dalle tasse di bollo e 731 milioni dalle tasse sugli scambi. Finalmente le privative hanno contribuito con 3636 milioni di lire. Da mettersi in rilievo il buon andamento dell'Azienda Tabacchi; la quale ha dato 3000 milioni al 30 maggio e si calcola darà non meno di 3400 milioni nello intero esercizio. L'Azienda ha dato cioè quest'anno 250 milioni di lire in più che nel precedente esercizio. Del gettito di essa, circa 165 milioni saranno a beneficio dei Comuni i quali vengono così ad introitare per questa voce 90 milioni di lire in più che nello scorso esercizio (nel quale la partecipazione dei Comuni fu limitata a un solo semestre), e circa 3235 milioni passeranno allo Stato che verrà ad introitare circa 160 milioni di lire in più che nell'esercizio precedente.

Le imposte ora analizzate rappresentano circa il 90 per cento delle entrate totali dello Stato. E' interessante osservare che tutte esse si mantengono, nel complesso, in aumento rispetto all'esercizio 1925-26. Infatti riferendoci al 30 maggio aumentarono di 182 milioni le privative, di 104 milioni le imposte sui trasferimenti e sugli affari, di 59 milioni le imposte indirette e di 45 milioni le imposte dirette.

Per valutare tali cifre occorre tenere conto che parecchie imposte residue di guerra vanno naturalmente esaurendosi. D'altra parte col crescere della valuta diminuiscono naturalmente le quote di cambio e i dazi doganali in conseguenza della restrizione nelle importazioni. Abbiamo messo in evidenza altra volta come infatti in parecchie voci

delle entrate vada manifestandosi da qualche tempo un movimento di contrazione.

Dal conto del Tesoro, si desume che i debiti pubblici interni erano discesi, al 31 maggio, a 83 miliardi e 971 milioni mentre erano di 91.309 milioni al 30 giugno 1926. Si è dunque realizzata una diminuzione nel debito pubblico di ben sette miliardi e 338 milioni. Nella situazione del Tesoro non è però ancora compresa la emissione del Prestito del Littorio. A riguardo di esso risulta che nel mese di maggio furono ulteriormente versati 218 milioni, cosicchè la cifra complessiva delle sottoscrizioni ammonta a 2727 milioni.

Tuttavia anche tenendo conto di tali sottoscrizioni e del maggior aggravio derivante dalla conversione dei Buoni del Tesoro, si può ritenere per certo che permane una sensibilissima contrazione nel debito pubblico. Oltre, naturalmente, il vantaggio di avere eliminato l'aggravio dei rimborsi a breve scadenza.

La circolazione, complessiva bancaria e di Stato, al 31 maggio scorso ammontava secondo i dati ufficiali a 19.020 milioni di lire contro 19.291 milioni che si avevano alla fine di aprile: si è avuto perciò un miglioramento di 271 milioni durante il mese di maggio. In tale diminuzione entrano per 135 milioni i biglietti di Stato che sono passati da 1713 milioni a 1578 milioni di lire.

\*

Tenendo presenti le considerazioni prima esposte riguardo allo andamento generale delle entrate dello Stato, si comprende quale importanza rivesta l'annuncio ufficialmente diramato che il Governo ha allo studio un piano di alleggerimento della pressione tributaria.

Questa manovra fa parte della battaglia della lira, ingaggiata con energia dal Governo. E infatti il progettato alleggerimento delle imposte è messo ufficialmente in relazione colla rivalutazione della lira.

Certo è che crescendo il valore della moneta, il mantenere immutato l'onere tributario corrisponderebbe in realtà ad un vero e proprio maggiore aggravio in quanto il valore che il contribuente versa allo Stato è, per ogni unità monetaria, aumentato.

La pressione delle tasse sul contribuente italiano è notoriamente assai grave ed un inasprimento ulteriore di esso sotto qualsiasi forma avesse a manifestarsi potrebbe divenire insopportabile.

Inoltre è chiaro che una diminuzione delle tasse può essere uno dei più efficaci incentivi a quella progressiva diminuzione dei prezzi al minuto che deve essere il termine necessario della battaglia della lira.

L'indice dei prezzi oro è attualmente di 149 per l'Italia mentre è di 140 per l'Inghilterra, di 137 per la Germania e di 139 per gli Stati Uniti. L'alto livello dei prezzi interni non potrebbe quindi mancare di condurre ad un afflusso di merci estere in Italia con conseguente peggioramento della bilancia degli scambi commerciali e delle condizioni dei nostri pagamenti con l'estero.

Un'alleggerimento fiscale si presenta quindi per molti aspetti opportuno e quasi necessario se considerato nel quadro generale della manovra in corso per la rivalutazione della moneta.

D'altra parte gravi preoccupazioni non possono a meno di sorgere sulle conseguenze del provvedimento. La rivalutazione della lira crea di per sé stessa e per varie ragioni concomitanti una contrazione nell'afflusso di denaro alle casse dello Stato. Abbiamo visto che già parecchie voci di imposte marciano nettamente tale influenza.

In queste condizioni sarà tollerabile una ulteriore diminuzione di entrate? Potrà essere difeso l'equilibrio del bilancio e potranno essere conservati gli avanzi così preziosi sotto tanti aspetti per la nostra vita finanziaria nazionale?

Questo problema di estrema gravità è stato risolto con un atto di energia dell'On. Mussolini a cui personalmente si fa risalire la iniziativa per l'alleggerimento tributario. Non vi ha dubbio che tale decisione non sia stata presa dopo maturo esame della questione e dopo esatta valutazione di tutte le ragioni in pro e contro. L'avvenire prossimo dirà se ancora una volta l'antiveggenza lungimirante dell'uomo di Stato avrà avuto ragione della prudenza timorosa derivante dall'arida considerazione delle cifre. Non mancano del resto le considerazioni che permettono di ritenere che tale risultato da tutti auspicato può essere logicamente raggiunto se energicamente perseguito.

Il nostro organismo tributario può essere ancora utilmente rimangiato in modo che l'onere pur divenendo meno grave per singoli, si distribuisca con maggiore ampiezza e con maggiore equità.

Una analisi un poco dettagliata del modo come si distribuiscono le imposte attualmente fra le diverse classi dei cittadini potrebbe mettere in luce assai bene quanto abbiamo affermato. Per limitarci a poche cifre, osserviamo che vi sono 8.700.000 contribuenti i quali complessivamente pagano 150 milioni di imposte sui terreni: fra essi ve ne sono però 6.500.000 i quali pagano meno di 10 lire l'anno. Vi sono poi 3.600.000 contribuenti i quali pagano tutti insieme 200 milioni di imposte sui fabbricati, mentre la complementare e la ricchezza mobile danno un gettito di oltre tre miliardi pur essendo applicate soltanto a 1.627.000 contribuenti.

Basta enunciare queste cifre per comprendere come vi sia largo campo per un lavoro di assestamento, di perequazione ed anche di allargamento delle imposte. La ricchezza mobile ad esempio è certamente suscettibile di grandi sviluppi in conseguenza dei molti possibili accertamenti che ancora restano a fare. Vero è che questo lavoro non può essere improvvisabile e non può portare i suoi frutti se

non dopo un margine di tempo relativamente lungo. L'operazione di sgravio fiscale si presenta quindi come una operazione molto delicata e complessa.

Ad ogni modo essa è stata ormai deliberata e non resta che attendere di conoscerne le modalità per poterne valutare la portata. Del resto, essa costituisce semplicemente una continuità di indirizzo nella politica tributaria del Governo. Come è noto infatti, si sono già avute in questi ultimi anni parecchie soppressioni o riduzioni di tasse, da quella iniziale sulle successioni, alla riduzione delle aliquote di ricchezza mobile. Si sono sopprese le tasse sui titoli non nominativi e parecchie altre facilitazioni fiscali sono state a più riprese concesse a favore delle industrie.

Anche la questione della diminuzione delle tasse entra a fare parte della più vasta azione spiegata dal Governo e dagli Enti per la adeguazione delle condizioni generali di vita al nuovo valore della moneta.

E' stato a questo riguardo emanato l'annunciato Decreto sugli affitti degli stabili il quale, redatto in forma molto chiara e precisa, ha troncato la incipiente agitazione che nel mercato degli affitti era andata manifestandosi.

Il Decreto giustamente distingue fra le case costruite prima del 1919 e quelle di più recente costruzione, concedendo ai proprietari di case di queste ultime maggiore larghezza nella applicazione dei prezzi. Si rispetta così una giusta rispondenza alla diversità dei valori impiegati e si previene il pericolo, insito in tutti i Decreti del genere pubblicati prima di ora, di provocare una nuova stasi nell'attività edilizia preparando così una nuova crisi a breve scadenza. Una forte diminuzione è prevista per gli affitti dei negozi perseguendosi ancora così il fine della riduzione dei prezzi al minuto.

La riduzione dei costi grava naturalmente in modo sensibilissimo specialmente sull'agricoltura. Si può anzi asserire che più nella agricoltura che nella industria si sono avute per ora le ripercussioni del nuovo stato di cose.

Il mercato dei prodotti agricoli di maggiore importanza per le nostre coltivazioni è in permanente e forte discesa fino dal mese di ottobre dello scorso anno. Così il prezzo medio del grano tenero già disceso a L. 180 al quintale nel gennaio 1927, era arrivato a 138 nella prima settimana di giugno. La canapa e il riso sono valutati a meno di metà dello scorso anno: lo stesso può dirsi del prezzo dei bozzoli. Analogamente per le carni si è scesi da 632 nell'ottobre 1926 a circa 480 ai primi di giugno di questo anno.

La situazione è evidentemente grave per gli agricoltori, tanto più grave in quanto non verificandosi corrispondenti ribassi nei prezzi al minuto, non è possibile diminuire proporzionalmente le spese di mano d'opera. Un'altra grave causa di preoccupazione sta nel largo uso che gli agricoltori hanno fatto del credito per l'aumento delle loro attività di cultura. Ora essi si troverebbero a dover restituire alle Banche un valore reale superiore a quello ricevuto, proprio nel momento in cui la crisi dei prezzi diminuisce la loro disponibilità di denaro liquido.

Se si aggiunge a questo la difficoltà di contrarre nuovi prestiti naturalmente derivante dalla contrazione della circolazione in tempo di rivalutazione, si comprende come sorgesse il pericolo di una grave crisi della produzione agricola.

Questo problema tanto importante non poteva sfuggire all'attenzione del Governo il quale è intervenuto appunto a favore della agricoltura in diverse maniere. Anzitutto cogli annunciati sgravi fiscali dei quali, secondo quanto si annuncia, beneficranno in modo particolare gli agricoltori, e poi col facilitare il credito agli agricoltori stessi.

Il Governo ha infatti interessato direttamente le Casse di Risparmio e gli altri Istituti ed Enti bancari che fanno prestiti agli agricoltori perchè mettano largamente le loro disponibilità a vantaggio di essi. Si è indetto una specie di censimento delle disponibilità sulla base del quale verrà studiato il modo di affrontare e risolvere la complessa serie di difficoltà e di problemi finanziari in cui si trovano inceppati i coltivatori. Già si sono manifestati i primi effetti di questa azione del Governo e parecchi dei maggiori Istituti Bancari interessati nella agricoltura, e fra essi la Cassa di Risparmio di Milano, la Federazione Provinciale degli Agricoltori di Venezia e molti altri, hanno annunciato di avere aumentato largamente gli stanziamenti a favore del credito agricolo.

\*

Nei riguardi del mercato borsistico non vi è che da ripetere le dolenti note dei mesi precedenti. Svogliatezza, pesantezza generale, scarsità di affari, riporti facilissimi. Ecco sintetizzata brevemente la situazione delle nostre Borse che il Ministro Volpi giustamente giudicò patologica. Solo in chiusura parve che le energiche dichiarazioni del Ministro dessero un fremito di maggiore animazione alle contrattazioni e segnassero una ripresa delle quotazioni. Ma non è da illudersi che il movimento sia continuativo.

Da segnalarsi è la tendenza ad una sempre maggiore valutazione della lira nei confronti delle valute pregiate. Tale movimento parve preoccupante e a buon punto giunsero le dichiarazioni del Ministro che affermarono la volontà di una lunga sosta sulla quota 90.

I titoli di Stato non si sottraggono agli umori del mercato. Rendita e Consolidato declinano regolarmente e soltanto in chiusura segnano un movimento di ripresa.

Fra i Bancari segnaliamo perdite sensibilissime sebbene non siano mancati energici interventi a difesa.

Molto agitati sono stati i titoli tessili fra i quali si verificano falcidie fortissime in quasi tutti i titoli: i tentativi di difesa e le effimere rivalutazioni verificatesi di quando in quando sono stati subito travolti dalla marea dei ribassi.

Nei titoli minerari e metallurgici si è avuto un breve periodo di sostenutezza nelle prime riunioni del mese, ma ad esse è succeduto un movimento di ricaduta che ha gravemente toccato anche alcune delle posizioni più calde e meglio considerate.

In regresso generale gli immobiliari, i titoli alimentari e sacchariferi e i valori di esportazione.

Falcidie notevoli segnano anche i titoli elettrici pur presentando in chiusura accenni a qualche ripresa.

RENATO SAN NICOLÒ.

\*

### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di giugno 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	481	468	488
Lombarda . . . . .	500	716	670	690
Bresciana . . . . .	100	190	174	190
Adamello . . . . .	200	200	206	216
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	94	93	93
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	216,50	206	216
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	225	230	221
Adriatica . . . . .	100	191	183	188
Negri . . . . .	100	175	150	150
Ligure Toscana . . . . .	200	199	189	205
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	87	85	89
Elettrica Brioschi . . . . .	250	325	335	350
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	34	30	31
Forze Idrauliche Crespi . . . . .	250	355	370	370
Elettrica Valdarno . . . . .	100	115	105	115
Tirso . . . . .	250	154	147	145
Terni . . . . .	400	342	325	336
Meridionale di Elettricità . . . . .	250	242	243	247
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	131	124	125
Dinamo . . . . .	100	109	102	105

\*

### Prezzi dei materiali nella prima settimana di luglio 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

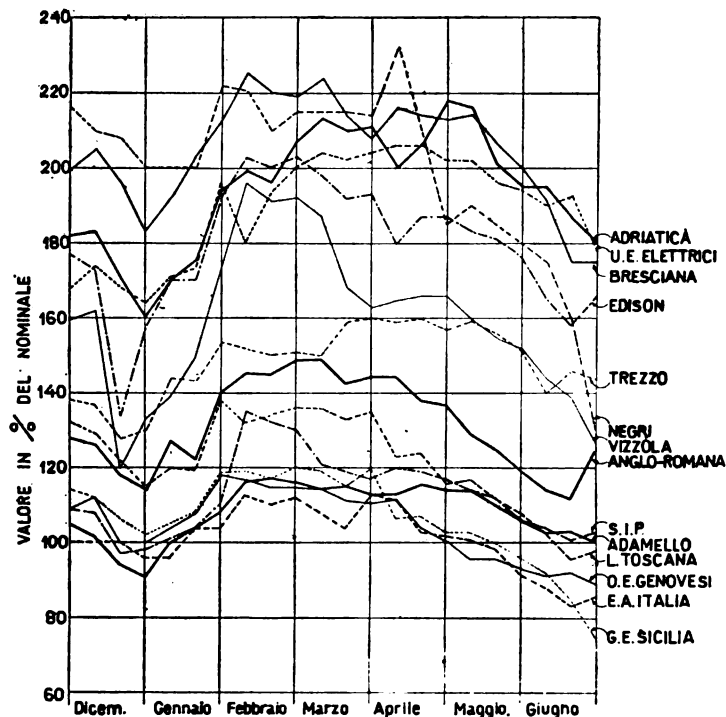
#### COMBUSTIBILI

Carboni da vapore			
Cardiff primario . . . . .	L. 195,—	a L. 200,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—,—
Americano . . . . .	195,—	—,—	—,—
Slesia . . . . .	175,—	—,—	180,—
Sarre . . . . .	140,—	—,—	165,—
Antraciti			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	300,—	—,—	310,—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	305,—	—,—	310,—
Coke			
Coke da gas nazionale . . . . .	240,—	—,—	245,—
Coke da gas inglese . . . . .	230,—	—,—	240,—
Coke metallurgico inglese o italiano di Savona . . . . .	235,—	—,—	240,—
Petrolio . . . . .	230,—	—,—	265,— al quint.
Nafta			
Per Diesel . . . . .	535,—	—,—	565,— alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,—	—,—	530,—
Benzina in fusti . . . . .	295,—	—,—	355,— al quint.

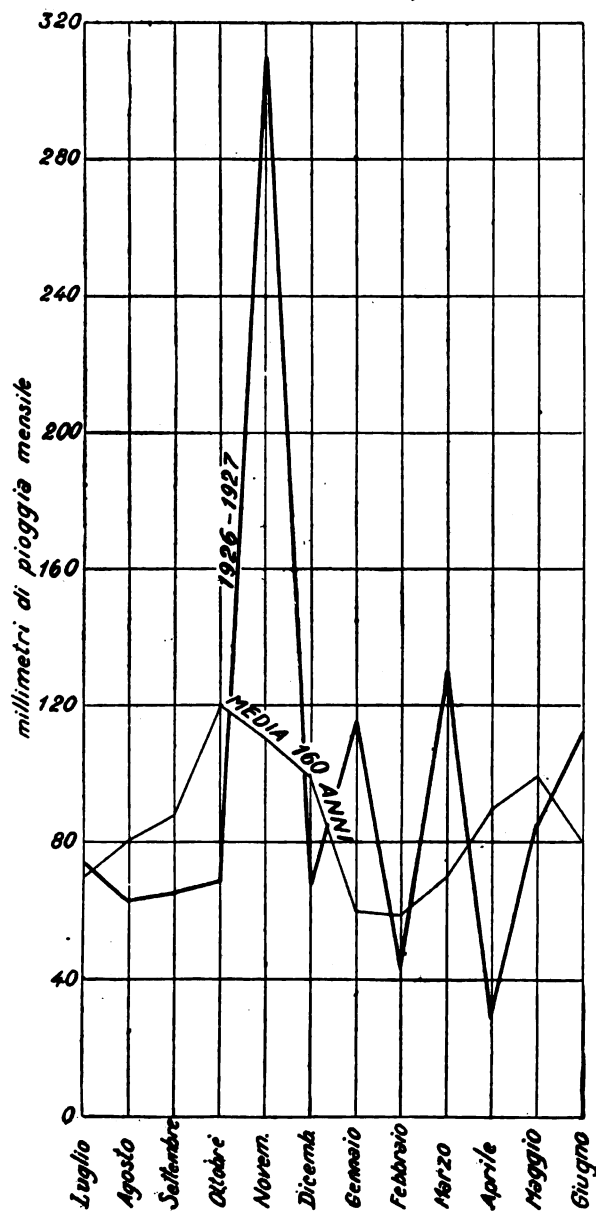
#### METALLI

Ghisa			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 620,—	a L. 630,—	alla tonn.
Middlesbrø N. 3 . . . . .	520,—	—,—	530,—
Ematite . . . . .	550,—	—,—	560,—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	475,—	—,—	485,—
Ferro			
Laminato omogeneo . . . . .	103,50	—,—	—,— al quint.
Poutrelles . . . . .	98,50	—,—	—,—
Lamiere da 8 mm. in più . . . . .	115,—	—,—	—,—
Tubi per gas . . . . .	220,—	—,—	235,—
Acciaio			
Rapido per utensili . . . . .	2250,—	—,—	4500,—
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,—	—,—	220,—
Rame			
Elettrolitico . . . . .	600,—	—,—	610,—
In fogli comune . . . . .	900,—	—,—	920,—
In barre tonde e quadre . . . . .	845,—	—,—	855,—
Stagno in pani . . . . .	2700,—	—,—	2750,—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	420,—	—,—	425,—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	260,—	—,—	270,—
Antimonio in pani . . . . .	770,—	—,—	780,—
Ottone in barre . . . . .	640,—	—,—	650,—

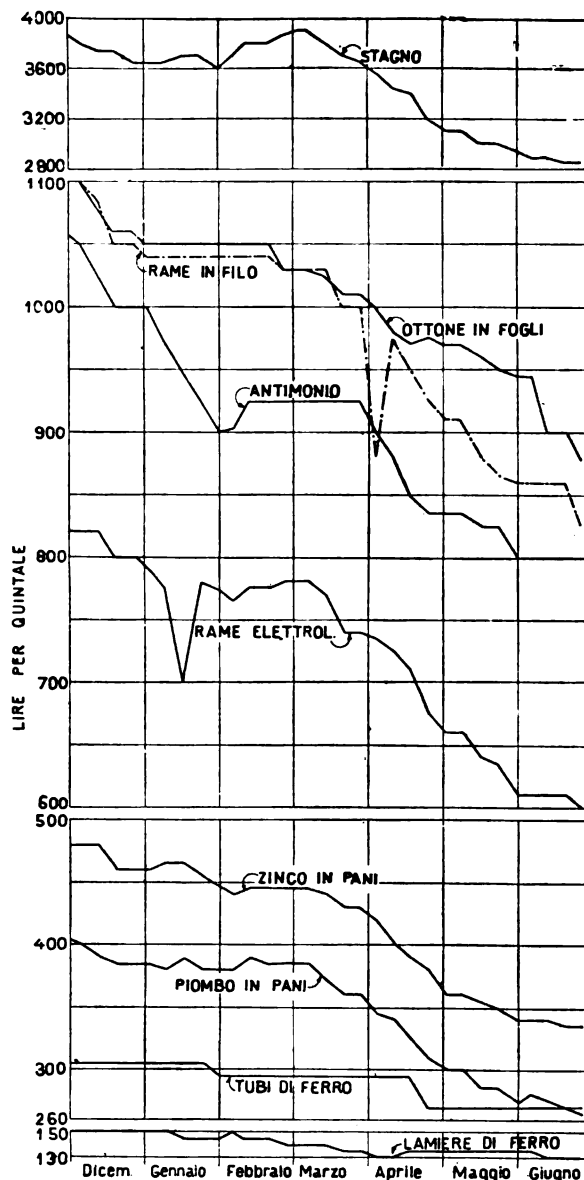
### Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



### Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano (Riassunto annuale)



### METALLI (Riassunto semestrale)



## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. LUIGI MAGRINI. — *Contributo allo studio della formazione dell'arco nell'olio*. (Estratto dal Bollettino Tecnico del Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini), 1927, pag. 150 — Prezzo L. 15.

L'Ing. Magrini ha raccolto in un elegante volume la serie di articoli che da tempo andava pubblicando nel Bollettino Tecnico edito a cura della sua Ditta. Il volume costituisce una pregevole monografia sull'argomento tanto importante nei riguardi della costruzione dell'apparecchiatura elettrica.

La competenza specialissima dell'A., e la profonda conoscenza delle particolarità fisiche del fenomeno, acquistata nella lunga esperienza di officina, danno a questo lavoro un particolare interesse.

Partendo dalle nozioni più semplici e fondamentali sulla formazione degli archi, l'A. prosegue analizzando il fenomeno minutamente, riportando i risultati di una quantità, veramente eccezionale, di esperienze appositamente eseguite. Come conclusioni, l'A. arriva a proporre una spiegazione in parte nuova del fenomeno della formazione dell'arco nell'olio.

Lo studio acquista anche maggior pregio per il fatto che esso è sempre condotto senza perdere di vista le applicazioni pratiche dei risultati raggiunti.

\*

MANLIO MAZZOCCHI. — *Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata*, 1927.

E' una nuova edizione del volume già favorevolmente noto.

Il formato del libro è cresciuto: testo ed illustrazioni vennero migliorati e completati.

L'opera si raccomanda a tutti quanti devono occuparsi di costruzioni elettromeccaniche a scopo di fabbricazione o di riparazione.

Giova agli Ingegneri, agli studenti, agli operai.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La rete telefonica nazionale.

Dobbiamo esser grati al nostro illustre consocio, il Comandante PESSION, perchè, nonostante gli oneri derivanti dall'altissima carica, che lo pone a capo di tutta l'amministrazione postale, telegrafica e telefonica italiana, egli ha acconsentito a dare un largo e prezioso contributo personale al contenuto tecnico del nostro prossimo Congresso. E' questa un'altra riprova del fatto, che le benemeritenze dell'A. E. I. e l'importanza dei compiti, che essa si è assegnati e persegue con costante entusiasmo, trovano pieno riconoscimento presso gli spiriti più illuminati e presso gli esponenti più autorevoli della tecnica, dell'industria e dell'amministrazione.

Il problema di dare all'Italia una rete nazionale di collegamenti telefonici non inferiore a quelle in corso di esecuzione o di progetto nel resto dell'Europa, fu affrontato, comè tanti altri, con forte volontà realizzatrice dal Governo Nazionale; ed è proprio il principale artefice della formulazione e dell'effettuazione del grandioso programma, quegli che ne riferisce nel rapporto, di cui diamo oggi il testo. Tale rapporto offre un ottimo quadro d'insieme, in cui sono nettamente tratteggiati sia lo stato attuale sia il futuro, graduale, rapido sviluppo della rete italiana; sono riassunti in sintesi felice i più importanti problemi tecnici ad essa relativi e sono riportate le principali norme contrattuali, che governano la grandiosa opera in corso di compimento.

### Sulla tecnica degli isolatori.

Passando al secondo dei temi intorno a cui si impegnerà la XXXII Riunione Sociale a Como, pubblichiamo oggi la relazione del Collega Ing. ALESSANDRI sulla tecnica degli isolatori. Non possiamo qui che associarci a quello che l'Alessandri dice nella premessa del suo scritto circa il carattere che dovrebbero avere le discussioni tecniche nelle nostre riunioni. Se in altri campi dell'elettrotecnica l'apprezzamento ed il giudizio del competente possono avere una importanza fondamentale; nel campo degli isolatori solo le notizie statistiche, scaturite dalla pratica degli esercizi, possono avere valore dirimente sulle questioni controverse. E ci auguriamo vivamente che i nostri colleghi che per ragioni d'ufficio seguono quotidianamente l'esercizio delle nostre grandi reti, vogliano accogliere l'esortazione dell'Ing. Alessandri, e raccolgano, in questi due mesi che ci separano dal Congresso, dati e notizie concrete, da esporre durante le discussioni.

### LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

### LA RETE TELEFONICA INTERURBANA IN CAVI □ □ □ □ □ □ □ □

G. PESSION



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

#### I. - La rete aerea attuale e l'azienda di Stato.

Col 1° luglio 1925 furono ceduti all'industria privata tutti gli impianti telefonici urbani e le linee interurbane di importanza minore. Lo Stato si riservò la proprietà della rete interprovinciale ed internazionale affidandone la gestione ad una speciale Azienda a carattere industriale.

Scopo dell'Azienda creata con Regio Decreto-legge 14 giugno 1925, n. 884 convertito nella legge 18 marzo 1926, n. 562, è la sorveglianza sui Concessionari telefonici per quanto riguarda la osservanza delle norme fissate nelle relative Convenzioni, e la gestione e la costruzione delle grandi linee internazionali ed interprovinciali.

Sono, come si vede, scopi non completamente distinti tra loro, poichè, tanto lo sviluppo delle grandi comunicazioni interurbane quanto quello delle comunicazioni urbane, sono tra loro intimamente connessi, sì da poter ritenere che si integrino a vicenda.

E' noto, infatti, che le reti urbane ricevono un fortissimo impulso dal miglioramento delle comunicazioni interurbane, mentre un forte sviluppo di queste ultime non sarebbe redditizio con scarse reti urbane, giacchè il servizio telefonico, in tanto è apprezzato, in quanto sia facile usarne con avere a portata di mano l'apparecchio. L'esperienza, infatti, dimostra che oltre l'80 per cento di conversazioni interurbane sono effettuate dal domicilio degli abbonati.

L'Azienda fa parte del Ministero delle Comunicazioni ed è posta alle dirette dipendenze del Direttore Generale delle Poste e dei Telegrafi. Ha lo stesso Consiglio di Amministrazione delle Poste e dei Telegrafi ed un bilancio proprio. A capo dell'Azienda trovasi un Direttore Tecnico alle cui dipendenze sono posti i quattro reparti dell'Amministrazione Centrale: Personale ed Affari Generali; Tecnico; Amministrativo; Contabile.

Da un organo centrale così formato, che dà l'indirizzo generale alla propria gestione ed al controllo sui concessionari, dipendono tre uffici direttivi e di controllo periferici (Ispettorati di zona) aventi sede rispettivamente a Roma, Milano e Napoli.

L'Ispettorato di Roma estende la sua giurisdizione su tutto il territorio in concessione alle Società che gestiscono gli impianti nella terza e quarta zona e cioè Liguria, Toscana, Lazio, Sardegna, Umbria, Emilia, Romagna, Abruzzo e Molise.

L'Ispettorato di Milano su tutto il territorio in concessione alle Società che gestiscono gli impianti nella prima e seconda zona e cioè Piemonte, Lombardia, Tre Venezie, Fiume e Zara.

L'Ispettorato di Napoli su tutto il territorio in concessione alla Società che gestisce gli impianti nella quinta zona (Italia Meridionale e Sicilia).

Dai singoli Ispettorati dipendono poi i sedici uffici interurbani gestiti direttamente dall'Azienda. Gli assegni numerici del personale per ogni singolo organo centrale e periferico e l'ordinamento dell'Azienda si rilevano dalla fig. 1. Dalla stessa ap-



pare come il personale dell'Azienda sia costituito in grandissima maggioranza da personale esecutivo, assunto con speciale contratto.

\*

La rete telefonica statale aerea è oggi costituita da circa 33.800 km di linee a doppio filo. In essa predomina il filo di bronzo di 3 mm. Per le comunicazioni a grande distanza (Roma-Milano, Roma-Torino, cc.) è stato, in passato, adoperato filo

Tale rete aerea, pur essendo importante, non è però sufficiente ai bisogni sempre crescenti del traffico e particolarmente a quelli dei principali centri come Roma, Milano, Torino, Venezia, Palermo, Trieste, ecc.

Manca, infatti, il collegamento diretto tra i vari Porti della penisola (Genova-Napoli, Genova-Venezia-Trieste, Napoli-Venezia-Trieste, Trieste-Livorno, ecc.) e sono assolutamente insufficienti le comunicazioni di Roma con i principali centri e particolarmente con Milano.

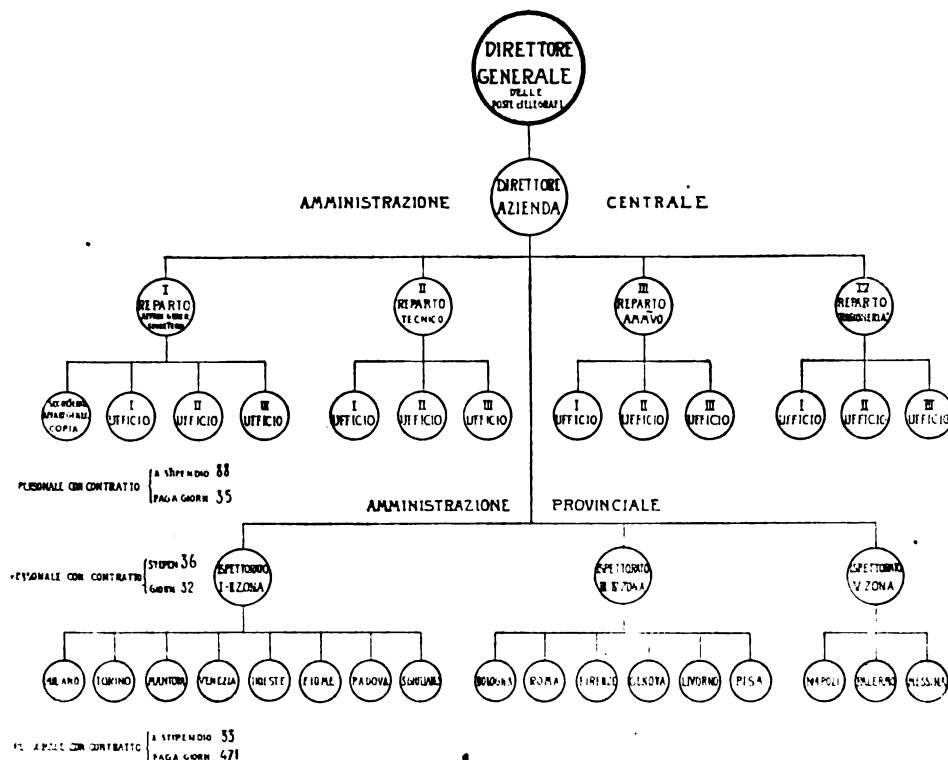


Fig. 1. — Schema dell'Azienda Telefonica di Stato.

di bronzo di mm 4, 4,5 e 5; questo, però, si va ora gradatamente sostituendo con filo di mm 3, perchè, come è noto, oggi è possibile assicurare, anche con fili relativamente sottili, il normale svolgersi delle comunicazioni telefoniche a lunga distanza mediante l'opportuno impianto di amplificatori termoinici intermediari.

Dal seguente prospetto rilevansi gli uffici nei quali sono installati gli amplificatori ed i vari tipi in uso:

UFFICI	N° amplif. cificatori	Tipo amplificatori installati	Circuiti sui quali gli amplificatori sono inclusi
Torino	2	Western	Servono per le comunic. internaz. di transito
Milano	3	2 Western, 1 A.E.G.	id. id.
Trieste	1	Siemens	id. id.
Bologna	3	2 Siemens, 1 A.E.G.	1 sul circuito 7046 1 per le comunic. di transito fra Italia sett. e Italia meridionale. 1 riserva
Pisa	5	Siemens	1 sul circuito 7264bis 1 » 7194 1 » 7367 1 » 7233bis 1 riserva
Siena	1	Siemens	sul circuito 7551
Ancona	1	Siemens	serve per le comunic. tra l'Italia Settentrionale e l'Italia Meridionale
Roma	4	3 Western, 1 Siemens	id. id.
Salerno	3	Siemens	1 sul circ. 7134 ter 1 » 7135 ter 1 riserva
Paola	3	Siemens	come Salerno
Messina	1	Siemens	sul circuito 7134ter

A dimostrazione di ciò si riporta qui appresso il numero delle linee colleganti i più importanti centri e la media giornaliera delle conversazioni effettuate e rinunciate:

TRATTA	N.º cire.	Media giornaliera conversazioni		Osservazioni relative ai circuiti
		effettuate	rinunc.	
Roma-Milano .....	4	795	108	uno ad l'alta frequenza
Roma-Genova .....	2	288	45	
» -Torino .....	2	302	33	
» -Napoli .....	6	731	78	
» -Bologna .....	2	300	34	
» -Firenze .....	2	181	20	
» -Palermo .....	1	43	4	
» -Messina .....	1	57	6	
» -Livorno .....	1	64	5	
» -Ancona .....	2	130	10	
» -Bari .....	1	74	4	di cui 2 virtuali
Milano-Venezia .....	2	268	47	
» -Trieste .....	1	144	23	
» -Bologna .....	1	180	50	
Bologna-Firenze .....	3	230	34	
» -Ancona .....	2	132	13	
Napoli-Bari .....	1	89	4	
» -Messina .....	1	175	12	

Per di più, una rete aerea, oggidì, non può più dare, per le comunicazioni a lunga distanza, nonostante ogni possibile cura e la migliore organizzazione del servizio guasti, quel grado di sicurezza che è necessario per le sempre maggiori esigenze del traffico di una Nazione in pieno e rigoglioso sviluppo industriale e commerciale.

Infatti le linee aeree vanno continuamente soggette a disturbi ed a guasti, talvolta estesissimi, prodotti dagli agenti atmosferici o da altre cause esterne. La probabilità di guasti e di danni considerevoli alle palificazioni, per nevicate e forti venti, aumenta col numero dei fili e già con la rete attuale si hanno spesso a lamentare di questi gravi inconvenienti. Le spese per la sorveglianza e la riparazione delle linee aeree sono quindi notevoli e ne elevano in misura sensibile il costo di ma-

nutenzione. Le linee aeree vengono inoltre facilmente influenzate da impianti di energia o di trazione elettrica e la loro coesistenza con questi ultimi importa spesso oneri non lievi.

\*

Nonostante tali difficoltà l'Azienda di Stato ha fatto il possibile per migliorare la situazione: dal 1° luglio 1925 ad oggi ha costituito 44 nuovi circuiti telefonici, posando complessivamente circa km 12000 di doppio filo. Ha in costruzione altri numerosi circuiti tra cui principalissimi: 1 Roma-Firenze, 1 Firenze-Siena, 2 Napoli-Sicilia. Sulle linee dell'Azienda sono state convogliate nel periodo 1° luglio 1925-30 giugno 1926 n. 5.287.000 conversazioni e nel periodo 1° luglio 1926-31 marzo 1927 n. 4.030.000 <sup>(1)</sup>.

Il prodotto del traffico durante l'esercizio 1925-26 fu di L. 50.957.919,57; nel periodo 1° luglio 1926-31 maggio 1927 è stato di L. 58.203.906 con un incremento di L. 11.119.987 (23 %) sull'introito del periodo corrispondente dell'esercizio precedente. Tale incremento è dovuto in parte all'aumento delle tariffe (R. Decreto-legge 20 agosto 1926, n. 1433), ed in parte da una migliore sistemazione della rete telefonica nazionale.

## II. - La esistente rete telefonica sotterranea (cavo Genova-Milano-Torino).

Solo tra le città di Torino, Milano e Genova il servizio telefonico si può svolgere in maniera adeguata ai bisogni, perchè è assicurato, fino dall'ottobre del 1924, da un cavo telefonico sotterraneo.

Detto cavo di tipo modernissimo trovasi descritto, a cura dell'Ing. G. Magagnini nel fascicolo terzo dell'anno 1923 della Rivista « Telegrafi e Telefoni ». Esso ha la forma di Y con il centro delle tre branche a S. Giuliano Piemonte, ove esiste, in adatto fabbricato, appositamente costruito, una centrale di amplificazione termoionica. Le tre branche del cavo sono complessivamente lunghe km 296,5 e presentano, in totale, 164 punti di pupinizzazione. La branca S. Giuliano-Torino è costituita da un cavo di 36 bicippe di conduttori, di cui 15 da mm 1,3 e 21 da mm 0,9; quella S. Giuliano-Genova conta 35 bicippe tutte da mm 0,9; finalmente la branca S. Giuliano-Milano è costituita

<sup>(1)</sup> Provvedimenti legislativi emessi in materia telefonica dal 1° luglio 1925:

1) R. D. Legge 25 luglio 1925, n. 1406, convertito in legge il 18 marzo 1926 col n. 562, che abroga il comma 2° dell'art. 27 del R. D. Legge 14 giugno 1925, n. 884.

2) R. D. 15 ottobre 1925, n. 2187, concernente l'assicurazione contro gli infortuni del personale fuori ruolo in servizio presso l'Azienda di Stato pei Servizi Telefonici.

3) R. D. Legge 15 ottobre 1925, n. 1990, convertito in legge il 18 marzo 1926, n. 562, concernente l'aumento del canone annuo per la concessione di linee telefoniche ad uso privato e la istituzione del nuovo servizio delle conversazioni urgentissime.

4) R. D. Legge 3 gennaio 1926, n. 36, convertito in legge il 24 maggio 1926, n. 898, contenente variazioni ed aggiunte ai RR. DD. Legge 25 settembre 1924, n. 1460 e 14 giugno 1925, n. 884 riflettenti il personale ed i servizi telefonici.

5) R. D. Legge 3 gennaio 1926, n. 38, convertito nella legge 24 maggio 1926, n. 898, inteso a semplificare il sistema contabile relativo al pagamento degli stipendi al personale comandato presso le Società concessionarie di zona.

6) R. D. 3 gennaio 1926, n. 88, riguardante il trattamento economico del personale dell'Azienda pei Servizi Telefonici.

7) R. D. Legge 9 maggio 1926, n. 903 concernente l'istituzione del servizio delle Commissioni per telefono e l'aumento delle ammende per contravvenzioni alle leggi telefoniche.

8) R. D. 20 maggio 1926, n. 871 recante modificazioni ai RR. Decreti Legge 25 settembre 1924, n. 1460 e 14 giugno 1925, n. 884 nei riguardi del trattamento di quiescenza del personale comandato sia presso le Società di zona che presso l'Azienda di Stato.

9) R. D. Legge 20 agosto 1926, n. 1433 che apporta variazioni alle tariffe telefoniche interurbane.

10) R. Decreto 20 agosto 1926, n. 1620 che apporta modificazioni ed aggiunte ai RR. Decreti 14 giugno 1925, n. 884 e 3 gennaio 1926, n. 88, relativi al personale telefonico.

11) R. D. Legge 3 settembre 1926, n. 1556 concernente la pubblicazione degli elenchi degli abbonati al telefono.

12) R. Decreto 30 settembre 1926, concernente la nomina della Commissione per la vigilanza dei lavori relativi alla rete telefonica interurbana sotterranea.

13) R. D. Legge 11 novembre 1926, n. 2076. Facoltà al Governo di consentire alle Società concessionarie di zone telefoniche la emissione di obbligazioni ipotecarie a speciali condizioni.

14) R. D. Legge 13 gennaio 1927, n. 15. Norme per il servizio di trasmissione e recapito dei telegrammi per telefono.

di due tronconi: uno, S. Giuliano-Casteggio, con 21 bicippe da mm 1,3 e 30 da mm 0,9 (totale 51), ed uno Casteggio-Milano con 19 bicippe da mm 1,3 e 24 da mm 0,9 (totale 43); la diversa potenzialità di tali due tronconi deriva dal fatto che Casteggio è il punto nel quale avverrà l'innesto, nel cavo in discorso, della nuova grande rete telefonica nazionale sotterranea.

L'impianto fu eseguito negli anni 1923-24. Alla costruzione della sede del cavo e del fabbricato della stazione di San Giuliano provvede la « SIRTÌ » col proprio personale italiano, sotto la sorveglianza dell'Ufficio del Genio Civile di Milano. La Ditta Ercole Marelli fornì il macchinario elettrogeneratore, mentre le batterie di accumulatori furono acquistate dalla Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici di Melzo. I cavi furono fabbricati dalla Società Italiana Pirelli (tratto Milano-Genova) e dalla Società Ing. V. Tedeschi e C. di Torino (tratto Torino-S. Giuliano). Le apparecchiature amplificatrici e terminali, il materiale di pupinizzazione, gli strumenti di misura furono forniti dalla Western Electric Internazionale (oggi « Standard Electric »).

Alla posa dei cavi e delle bobine Pupin, alle giunzioni, al montaggio delle stazioni amplificatrici e terminali, nonchè alla messa in funzione dell'impianto, la « SIRTÌ » provvede in parte con personale straniero della Western ed in parte con personale italiano.

Delle bicippe installate in ciascuna delle tre branche di cavo solo 20 sono state pupinizzate fino dall'inizio; la pupinizzazione adottata è quella pesante (cioè millihenry 253 e 156 rispettivamente per i reali ed il fantasma) per i circuiti da 1,3 e da 0,9 a due fili, e quella medio-pesante (cioè millihenry 177-107) per i circuiti a quattro fili; questi ultimi, tutti da 0,9, sono però ancora fuori servizio e non verranno attivati che all'epoca dell'innesto, nel cavo in discorso, della rimanente rete sotterranea.

Nella centrale di S. Giuliano sono attualmente installati 30 amplificatori per circuiti a due fili; di essi 15,9 e 6 lavorano, rispettivamente, per altrettanti circuiti fra Torino e Milano, fra Milano e Genova e fra Torino e Genova. E', però, in corso con la Società « Sirti » una convenzione per la fornitura e la messa in opera (entro il luglio prossimo) di altri 52 amplificatori a due fili (dei quali due per riserva); a mezzo di tali amplificatori, utilizzando quasi totalmente la pupinizzazione esistente (di bicippe pupinizzate non ne resteranno disponibili, dopo l'ampliamento in corso, che due nel cavo Torino-S. Giuliano, una nel Milano-S. Giuliano ed una nel Genova-S. Giuliano) si costruiranno i seguenti altri circuiti, naturalmente a due fili, fra le tre città collegate:

12	circuiti tra Milano e Torino
20	» » » c Genova
20	» » Torino e Genova;

quindi, in totale, saranno in servizio, nella seconda metà dell'anno corrente, fra le dette città, i seguenti circuiti:

15 + 12 = 27	tra Torino e Milano
9 + 20 = 29	tra Milano e Genova
6 + 20 = 26	tra Torino e Genova.

Tali numeri di circuiti, singolarmente considerati, subiranno qualche variazione allorchè entreranno in servizio tutti gli altri cavi della rete nazionale (luglio 1931) per lo spostamento di qualche amplificatore a due fili; ma, nel complesso, resteranno sempre in numero più che sufficiente.

## III. - La manutenzione del cavo Milano-Genova-Torino.

Per la manutenzione di tale impianto sotterraneo l'Amministrazione stipulò, nell'ottobre del 1924, cioè all'epoca della messa in funzione del cavo, un contratto con la Soc. « SIRTÌ », in base al quale questa Società tiene a disposizione dell'Amministrazione stessa, in quantità determinata, il personale per la manutenzione interna (Centrale S. Giuliano e terminali Milano, Genova, Torino), nonchè il personale, le attrezzature e gli automezzi di trasporto necessari per la riparazione dei guasti (manutenzione esterna).

Per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto e la manutenzione interna, nessun inconveniente di notevole gravità si è avuto fino ad oggi a verificare, se si eccettui qualche non frequente sregolazione dei relais per la chiamata a 135 periodi, sregolazione, però, facilmente eliminabile di volta in volta; l'Amministrazione, quindi, vi provvede ormai col proprio personale perfettamente istruito (un ingegnere dirigente, un capo tecnico e

cinque meccanici elettricisti per la Centrale di S. Giuliano; per le Terminali provvedono i rispettivi uffici telefonici statali).

Non altrettanto può dirsi per la manutenzione esterna.

All'epoca in cui fu progettato il cavo in discorso (anni 1919-1920), l'esperienza europea ed americana sulla tecnica della posa dei grandi cavi telefonici interurbani sotterranei era limitata e non si conoscevano ancora i tristi effetti, sul piombo, degli agenti chimici contenuti nel terreno ed in special modo, del carbonato di calcio. Ragione per cui, nella scelta del tipo di cavo, fu data la preferenza a quello meno costoso, cioè, al tipo semplicemente nudo, posato in un cunicolo di argilla cotta, costituito, questo, di due metà, una inferiore e l'altra superiore, aventi la funzione: la prima di contenere il cavo e la seconda di servire da coperchio e da difesa al cavo stesso durante il rinterro, nonchè di fungere da avvertimento.

Tutte le nazioni che hanno posato cavi nudi (meno la Svezia, che ha la fortuna singolare di possedere un terreno del tutto neutro nei riguardi del piombo) hanno subito danni più o meno gravi per le corrosioni.

Il cavo Torino-Milano-Genova è anch'esso soggetto ad autocorrosioni (le « selfcorrosions » dei cavi americani) specialmente in determinate zone, dette, per questo, zone pericolose.

Queste zone sono state delimitate dai tecnici dell'Amministrazione, sia tenendo conto della densità dei punti dove si erano precedentemente verificate perforazioni della guaina di piombo per autocorrosioni (punti che vengono accuratamente riportati su apposito diagramma), sia a mezzo di scavi ed assaggi a fine ispettivo, sia infine, e soprattutto, a mezzo di indagini di carattere elettrico sulla guaina in tutti i punti in cui essa è accessibile (camerette Pupin e pozzetti di giunzione).

La prima vasta e metodica indagine di carattere elettrico fu fatta nella primavera dell'anno scorso su tutto il percorso del cavo (vedasi, al riguardo, nei numeri 9, 11 e 12, anno 1926, della Rivista « Telegrafi e Telefoni »: « Contributo allo studio della corrosione del mantello di piombo dei cavi telefonici sotterranei » dell'Ing. A. Baldini) ed ebbe per iscopo:

1) di rilevare le esatte condizioni elettriche della guaina di piombo;

2) di accertare se e quale corrispondenza esistesse tra le dette condizioni elettriche e la intensità delle corrosioni;

3) di determinare, se possibile, la causa delle corrosioni stesse; cioè di stabilire la loro natura (elettrolitica o elettrochimica), onde avvisare ai mezzi più idonei per la difesa del cavo.

Le misure elettriche ebbero inizio dalla città di Genova e furono ripetute, a passo a passo, fino a Torino ed a Milano. Si rilevò:

1) la differenza di potenziale esistente tra il piombo ed il terreno;

2) la corrente di irraggiamento, cioè la corrente uscente (o entrante, a seconda del segno del potenziale della guaina) dal piombo messo bene a terra a mezzo di una lastra dello stesso metallo (di determinata superficie, 10 decimetri quadrati) affondata in terreno bagnato;

3) la corrente nella guaina di piombo.

Le misure di cui ai commi 1) e 2) si eseguirono con un normale millivoltmetro Weston; la misura di cui al comma 3) fu, invece, fatta con metodo indiretto, a mezzo di un microvoltmetro Paul, avente resistenza interna bassissima (soli 5 ohm circa) e tuttavia molto sensibile; con tale apparecchio si misurava la caduta di tensione lungo il tratto di guaina disponibile per la misura (da cm 30 a cm 70), e, dividendo tale caduta per la resistenza del tratto di guaina medesima (resistenza nota) si otteneva il valore della corrente.

I valori avuti si riportarono, come ordinate, su ascisse rappresentative, in iscala, la posizione delle varie camerette e si ebbero, così, i diagrammi delle d. d. p. piombo-terreno, della corrente d'irraggiamento (riproducente, come è intuitivo, l'andamento della prima) e della corrente nella guaina.

Risultò, in tal modo:

1) che il cavo era (nei tratti, beninteso, non compresi nei centri urbani di Torino, Milano e Genova) costantemente elettropositivo con valori oscillanti tra + 0,1 e + 0,3 volt, con qualche punta di volt + 0,5;

2) che la corrente di irraggiamento naturalmente uscente dal cavo) era di pochi milliampere ( $2 \div 4$ ) con qualche punta di 10 milliampere per ogni 10 decimetri quadrati di superficie di guaina;

3) che la corrente nella guaina non aveva una direzione costante e che, in valore, variava da  $5 \div 10$  a  $80 \div 90$  milliampere.

Si poté escludere che quest'ultima corrente fosse di origine tramviaria, cioè corrente vagante di provenienza dai centri urbani su nominati, perchè questi furono isolati interrompendo in diversi punti la continuità del piombo.

Si notò inoltre (e ciò si può definire un risultato veramente importante) che, nelle zone ove più intensamente si erano verificate corrosioni, la corrente nella guaina raggiungeva i valori massimi (80-100 milliampere), mentre nei tratti immuni da corrosioni la corrente non risultava misurabile e quindi poteva considerarsi praticamente nullo. Fu, perciò, possibile concludere che esiste una certa corrispondenza fra la corrente nel tubo di piombo (la « Rohrstrom » dei tedeschi) e le corrosioni: tanto più intensa è questa corrente, tanto più accentuate sono le corrosioni.

Quanto all'origine di detta corrente, sembrò indubbio che essa fosse il risultato di azioni chimiche effettuantesi fra il piombo e gli agenti del terreno (carbonato di calcio in special modo) e che le manifestazioni elettriche fossero l'effetto, più che la causa, delle azioni stesse; naturalmente, però, non si esclude la possibilità che il fenomeno della corrosione chimica fosse poi aggravato, a sua volta, da elettrolisi dovuta alle correnti generate nel modo che si è detto sopra.

Così stando le cose, l'unico rimedio alle autocorrosioni dei tratti extra urbani non poteva, evidentemente, che essere quello di impedire materialmente il contatto, nelle zone pericolose, del piombo con il terreno circostante. Ciò si può fare in vari modi; l'Amministrazione ha iniziato il lavoro proteggendo il cavo, in una delle zone pericolose (quella di Montechiaro d'Asti) con un semplice e non molto costoso sistema, consistente: a) nel pulire bene il cavo dalle incrostazioni di terra e di fango; b) nel lasciarlo con uno o due nastri di carta dopo avere spalmato con catrame di prima qualità, esente del tutto da acidi, la superficie del piombo (come si fa in fabbrica per i cavi da armare); c) nell'annegare il tutto nel bitume. Questo viene colato all'uopo nella metà inferiore del cunicolo, che assume, così, la funzione della cassetta di legno catramata adoperata per la posa in trincea dei cavi armati urbani. La tenuta nelle connessioni dei successivi elementi del cunicolo viene assicurata con strisce di grossa tela catramata disposte nell'interno del cunicolo stesso in corrispondenza appunto delle connessioni.

Con questo stesso sistema si è protetto anche il tratto di Sale (altro tratto pericoloso). Attualmente sono in corso i lavori di protezione della zona più importante per lunghezza (quella di Gavi, km 15 circa) applicando un sistema brevettato dall'Ing. Simonetta di Milano, consistente nel difendere il cavo, oltre che col catrame, anche con un canale di lamierino di ferro sagomato ad U e coperto da un tegolo pure di ferro. Questo canale ad U è, a sua volta, contenuto (come se si trattasse di un vero e proprio cavo) in una cassetta di legno con catrame, del tipo di quelle che si adoperano per la posa dei cavi in trincea. Il cavo viene spalmato con miscela catramosa, avvolto con carta e infine annegato nel bitume speciale (purissimo ed esente del tutto da acidi) di cui viene riempita la cavità del canale. Messo a posto il coperchio o tegolo, il tutto, a sua volta, è ricoperto, fino agli orli della cassetta di legno, con catrame di qualità corrente come quello interposto fra la detta cassetta e il canale di ferro. Prima di mettere a posto il coperchio vengono annegati insieme al cavo, ed immediatamente a contatto con esso, alcuni fili di rame nudo, i quali, nell'intendimento dell'ideatore del sistema, dovrebbero servire da fili piloti per rivelare, con il conseguente abbassamento di resistenza d'isolamento, le eventuali soluzioni di continuità del sistema difensivo del cavo.

Anche nei tratti urbani si ebbero a lamentare, poco tempo dopo la giunzione dei cavi, alcune perforazioni dovute a corrosione del piombo; però, in questo caso, trattandosi di fenomeni di elettrolisi dovute alle forti correnti vaganti tramviarie, di cui è, purtroppo, ricco il sottosuolo dei grandi centri urbani, fu relativamente non difficile trasformare, mediante drenaggi elettrici opportunamente studiati e situati, lo stato elettrico della guaina, in modo da rendere questa negativa in ogni suo punto. Il piombo, così, anzichè cedere corrente, ne assorbe, ma questa (che, peraltro, non fa danno alla guaina, la quale potrebbe comodamente portare diverse decine di ampere) esce dal cavo nel punto di drenaggio e se ne ritorna alla centrale dei trams per la corda negativa, alla quale è collegato il piombo, senza arrecare alcun danno al cavo stesso. E' vero che anche la corrente entrante, qualora sia di densità molto elevata, può produrre delle corrosioni sul piombo nel punto in cui essa vi entra se, nel punto stesso, si trovino in contatto col cavo sostanze organiche, le quali vengono decomposte dalla corrente medesima; ma è vero altresì, che la densità della corrente entrante nel cavo è





si presentava abbastanza bene; ma l'Amministrazione, anche allo scopo di verificare la esattezza dei criteri adottati dalla « Standard », volle procedere a nuovo studio del fabbisogno di collegamenti in base a un criterio diverso; in base, cioè, al prevedibile incremento del traffico, assumendo, quale probabile incremento per tutta la rete, quello dettato dalla esperienza generale e da quella particolare italiana (cavo M.G.T.).

L'Amministrazione, inoltre, credette opportuno di estendere i collegamenti anche a taluni centri minori (ma sempre importanti) toccati dai cavi o situati in immediata vicinanza di essi; nonchè di utilizzare, per una parte dei collegamenti stessi, i cavi di cui è prevista, o è in corso, la posa da parte dei concessionari e ciò per la evidente opportunità di considerare come unico il problema delle comunicazioni telefoniche italiane e di studiarlo nel suo complesso. Così, per esempio, si è previsto di fruire, parte in linea iniziale e parte in linea finale, di 19 bicoppie del cavo Torino-Vercelli-Milano della Società telefonica concessionaria della 1ª zona per limitare il raddoppio del cavo M.G.T. al solo tratto Milano-Genova; raddoppio che, per di più, potrà, così, essere fatto solo in linea finale. Analogamente si è previsto di fruire (in questo caso, però, solo in linea finale) di parte del futuro cavo sociale Milano-Brescia-Verona-Padova per i circuiti provenienti dal triangolo M.G.T. e diretti ad oriente e per quelli Milano-Trento e Roma-Trento, limitatamente, per questi ultimi, ai tratti rispettivi Milano-Verona e Padova-Verona.

I risultati di tale studio (che di poco si discostavano da quelli ottenuti dalla « Standard ») controllati, alla loro volta, in base ad un confronto tra il traffico telegrafico e quello telefonico, furono, quindi, senz'altro adottati per il progetto definitivo. Essi sono segnati nella tabella triangolare di cui alla fig. 2, dalla quale si rileva che, per esempio, a Roma, in un primo tempo, faranno capo, in totale, 97 circuiti attivi nazionali e 12 internazionali, mentre, nel secondo periodo, cioè, quando il cavo sarà completamente sfruttato, tali numeri saliranno rispettivamente a 185 e 14. Così pure, a Milano faranno capo, nel periodo iniziale, 90 circuiti attivi nazionali e 16 internazionali, mentre, nel secondo periodo, questi numeri aumenteranno a 195 e 47.

Pure per i circuiti internazionali, per i quali la « Standard » si era basata su vecchi dati del C.C.I. di Parigi, lo studio fu molto ampio; furono interpellati i Governi: Svizzero, Francese, Inglese, Belga, Olandese, Tedesco, Svedese, Norvegese, Austriaco, Ungherese, Jugoslavo, Polacco, Rumeno, Czeko Slovacco, ecc. Al cavo del Sempione (che sarà forse posato a cura della Società concessionaria della 1ª zona) fu sostituito, nel nuovo progetto, il cavo per Chiasso, il quale costituirà la principale arteria di collegamento dell'Italia con il Nord-Ovest ed il Nord di Europa; inoltre fu aggiunto, nel progetto stesso, un cavo, quello per Tarvisio, non previsto nel contratto, per i collegamenti col Nord-Est e con l'Est dell'Europa. I risultati dello studio, cioè, i circuiti previsti sono quelli riportati nell'elenco di cui appresso.

Come era da prevedere, il nuovo studio della potenzialità dei cavi condusse al riesame della questione delle scorte. La possibilità di piazzare, in un solo cavo, tutti i circuiti previsti, rimanendo, anche per le tratte più importanti, entro i limiti massimi normali di fabbricazione, permise di abolire un secondo cavo, che in primo tempo era stato previsto, fra Bologna e Roma. Questa soluzione condusse ad un forte risparmio immediato, risultando preferibile anche nei riguardi della economia del futuro sviluppo dell'impianto. E', infatti, certamente molto più conveniente non posare fin da ora un secondo cavo di dimensioni ridotte, e quindi di costo proporzionalmente più elevato, il quale, dopo breve tempo, potrebbe dimostrarsi insufficiente, ma attendere che lo sviluppo del traffico consenta di fare previsioni più attendibili per posare eventualmente un cavo di maggiore potenzialità, quindi proporzionalmente più economico, che possa più a lungo soddisfare i crescenti bisogni del traffico.

La realizzazione dei collegamenti è prevista in tre stadi. L'equipaggiamento iniziale con bobine Pupin è limitato ad un certo numero di circuiti, inferiore, per i cavi principali, alla totalità dei circuiti stessi, mentre si è limitata l'amplificazione iniziale ad un numero di circuiti, a sua volta, inferiore a quello dei circuiti pupinizzati.

Sarà, in tal modo, possibile, per qualche tempo, seguire lo incremento del traffico con la sola messa in opera di nuovi amplificatori; poi, si potrà passare al completamento della pupinizzazione, e, a grado a grado, all'ulteriore aumento dell'amplificazione fino a saturare il cavo. Solo a questo punto si ventilerà la posa di altri cavi.

## RETE NAZIONALE

### Elenco alfabetico dei circuiti internazionali.

T R A T T E	Numero dei circuiti	
	Iniziale	Finale
Bergamo - Lugano .....	1	1
Bologna - Losanna .....	-	1
» - Zurigo .....	-	1
Firenze - Zurigo .....	-	1
Genova - Basilea .....	1	1
» - Berna .....	-	1
» - Ginevra .....	1	2
» - Losanna .....	-	1
» - Zurigo .....	2	2
Milano - Anversa .....	-	1
» - Amsterdam .....	1	2
» - Amburgo .....	-	1
» - Basilea .....	4	4
» - Bellinzona .....	1	1
» - Berna .....	2	2
» - Bruxelles .....	1	1
» - Berlino .....	2	2
» - Belgrado .....	-	1
» - Chiasso .....	4	4
» - Colonia .....	-	1
» - Francoforte .....	1	1
» - Ginevra .....	2	3
» - Lugano .....	4	4
» - Londra .....	1	1
» - Lipsia .....	-	1
» - Losanna .....	2	2
» - Monaco .....	-	1
» - Parigi .....	1	3
» - Praga .....	1	2
» - Stoccarda .....	1	1
» - Scandinavia .....	1	2
» - Vienna .....	2	2
» - Zurigo .....	5	5
Roma - Berna .....	1	1
» - Bruxelles .....	1	1
» - Berlino .....	1	1
» - Budapest .....	1	1
» - Belgrado .....	1	1
» - Ginevra .....	2	3
» - Londra .....	1	1
» - Parigi .....	2	2
» - Praga .....	1	1
» - Vienna .....	1	1
» - Zurigo .....	-	1
Torino - Basilea .....	-	1
» - Ginevra .....	-	1
» - Lugano .....	1	1
» - Losanna .....	-	2
» - Parigi .....	2	3
» - Zurigo .....	1	1
Trieste - Amburgo .....	1	2
» - Berlino .....	1	2
» - Budapest .....	1	2
» - Belgrado .....	2	3
» - Bucarest .....	1	2
» - Dresda .....	1	2
» - Gratz .....	1	1
» - Klagenfurt .....	1	1
» - Linz .....	1	1
» - Lubiana .....	1	2
» - Monaco .....	1	1
» - Praga .....	1	2
» - Sofia .....	1	1
» - Varsavia .....	1	2
» - Vienna .....	2	4
» - Zagabria .....	1	2
Venezia - Zurigo .....	-	1

Il numero dei circuiti completamente equipaggiati fino dall'inizio ammonta, su tutti i cavi nazionali, a circa la metà del numero totale previsto; la pupinizzazione, invece, è estesa, nei cavi principali, al 75 % circa; i cavi minori, per i quali tutte le bobine Pupin potevano essere contenute in unica cassa, sono stati, al contrario, pupinizzati completamente e ciò per risparmiare nel costo dell'unità Pupin, in quello della sua installazione ed in quello delle camerette; le quali, dovendo contenere una sola cassa, risultano di dimensioni più ridotte.

E' stata prevista qualche bicoppia di scorta anche per la eventuale realizzazione di circuiti telegrafici; inizialmente si potrà a questi provvedere con l'eccedenza dei circuiti pupinizzati su quelli amplificati.

b) Il tracciato. — La fig. 3 rappresenta il tracciato del

nuovo cavo. Questo, dipartendosi a Casteggio, come si è già accennato, dall'esistente cavo Torino, Milano, Genova e passando per Montù Beccaria, S. Secondo Parmense e Modena, giunge a Bologna. Quivi il cavo si suddivide in due diramazioni: una verso il Sud per Firenze, Roma e Napoli; l'altra verso il Nord-Est per Venezia e Trieste. Il cavo meridionale, prima di giungere a Roma, passa per Lojano, Firenze, Siena, Abbazia S. Salvatore e Viterbo e quindi da Roma prosegue per Napoli, via Ferentino e Mignano. Il cavo settentrionale da Bologna prosegue (via Poggio Renatico, S. Pietro in Montagnon, Padova, Mestre, S. Donà di Piave e Udine) per Trieste, con una

strazione, se le saranno concessi i fondi necessari, di collegare al cavo principale, in un secondo tempo, anche le dette località a mezzo di cavi sotterranei. Cosicché tutti i principali centri italiani saranno, alla fine, collegati fra loro e con la capitale a mezzo di rapide, ottime e sicure comunicazioni telefoniche: non solo, ma anche con tutti i principali centri europei a mezzo della rete internazionale, come rilevasi dalla fig. 4; la quale rappresenta la rete telefonica sotterranea europea in parte esistente ed in parte in progetto. Osservando la carta riprodotta, si avrà la sensazione della grandiosità dell'opera che si sta compiendo in Italia ed all'Estero, allorquando si ram-



Fig. 3. — Schema della nuova rete telefonica italiana in cavi sotterranei.

diramazione da Udine per Tarvisio. Vi saranno, in totale, 26 stazioni di ripetizione, di cui 4 (cioè quelle di Vercelli, Chiari, Monzambano e Villaga) sulla trasversale sociale Torino-Milano Padova; 18 (cioè, quelle di Montù Beccaria, S. Secondo Parmense, Modena, Lojano, Firenze, Siena, Abbazia, Viterbo, Roma, Ferentino, Mignano, Napoli, Poggio Renatico, S. Pietro in Montagnon, S. Donà di Piave, Udine, Trieste, Plezzo) sui cavi della nuova rete statale, e 4 (Milano, Genova, Torino e S. Giuliano) sulla esistente rete statale.

In un primo tempo la città di Livorno sarà collegata al cavo per mezzo di linee aeree Livorno-Pisa-Firenze; così pure Ancona sarà collegata al cavo con linee aeree Ancona-Perugia-Abbadia; infine Napoli avrà numerose linee aeree per le Puglie, la Calabria e la Sicilia. E' intenzione però dell'Ammini-

menti che, nel 1920, non esistevano circuiti telefonici internazionali a lunga distanza eccezione fatta per poche linee aeree. Come si è visto, oltre a quella sopra descritta, che si potrebbe chiamare la spina dorsale della rete telefonica sotterranea nazionale statale, altre reti minori (destinate, però, queste, al servizio, per così dire, locale) sono state, e saranno posate dai concessionari di zona; così, ad es., di questi collegamenti di località minori tra loro ed alla rete nazionale di Stato, è quello offerto dalla concessionaria Società Telefonica Interregionale Piemontese e Lombarda « Stipel », la quale ha attualmente in corso di costruzione una rete di cavi notevolmente ramificati (detta « Cavo Torino-Milano-Laghi ») a cui si è già accennato, collegante le più importanti città della Lombardia e del Piemonte. Tale rete si compone di due rami principali: uno Milano-

## LEGGENDA

- Ufficio centrale senza stazione di relais
- " " con stazione di relais.
- Stazione di relais esistente
- ⊗ " " " in progetto
- Cavo esistente
- - - " " in progetto
- - - Linea aerea di collegamento fra 2 teste di cavo
- ⊗ Off. centr. con stazione di relais in progetto



Fig. 4. — Carta della rete europea.

Intra, l'altro Milano-Torino. Il primo collega, sia direttamente sia a mezzo di diramazioni, Milano con Rho, Busto, Sesto Calende, Como, Varese, Arona, Stresa (\*). Da S. Maurizio (Toce) tra Baveno ed Intra, è previsto di far partire la diramazione per Iselle, che servirà ad allacciare la rete italiana a quella della Svizzera Romanza a mezzo dell'esistente cavo della galleria del Sempione (10 bicippe). Il secondo ramo (quello per Vercelli, Cigliano, Torino) avrà diramazioni da Vercelli per Casale ed Alessandria, e da Cigliano per Ivrea e Biella.

Così pure, è stato previsto di posare, in un secondo tempo, un cavo diretto tra Milano e Padova, sia per scaricare il cavo Casteggio-Bologna-Padova delle comunicazioni di Torino, Milano e Genova con le Venezie e con l'Europa orientale, sia in omaggio ad un principio fondamentale che deve essere tenuto presente nella compilazione dei progetti di reti interurbane in cavi e che insegna a chiudere, per quanto è possibile, le varie maglie della rete in modo che, qualora si verifichi un guasto su un lato di una qualche maglia, sia sempre possibile provvedere al servizio a mezzo dell'altro lato fino a che il guasto non sia stato riparato. Lo stesso principio è stato applicato nel caso accennato del cavo Milano-Torino-Laghi della Società « Stipel », il quale chiude la maglia Torino S. Giuliano-Casteggio-Milano.

c) *Le caratteristiche elettriche dei circuiti e la loro realizzazione a mezzo dei cavi, delle bobine Pupin e degli amplificatori.* — Nella esecuzione del progetto elettrico è stata posta ogni cura nel soddisfare a tutte le prescrizioni tecniche stabilite dal « Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance ».

Questo Comitato, formato nel 1924, è, come è noto, composto dai migliori esperti tecnici di tutte le Amministrazioni Telefoniche Europee, e, insieme, dai rappresentanti delle più importanti Compagnie Telefoniche. Nei vari congressi del Comitato, tenuti a Parigi durante gli ultimi tre anni, sono state compilate norme, che tutte le Nazioni dovranno tenere presenti, allo scopo di migliorare la telefonia a lunga distanza attraverso l'Europa e di facilitare la intercomunicazione fra le Nazioni. Queste norme comprendono anche i requisiti da adottare sia per l'equipaggiamento Pupin, sia per la ripetizione termoionica. Sono pure state fatte raccomandazioni nei riguardi dei requisiti che devono possedere i cavi affinché sia possibile, con essi, realizzare dei buoni circuiti e sono stati inoltre consigliati sistemi particolarmente atti a realizzare condizioni di lavoro soddisfacenti. Sono state anche concretate norme generali aventi lo scopo di evitare disturbi ai circuiti telefonici per effetto della induzione dovuta alle linee elettriche ad alta tensione od alle ferrovie elettrificate. Finalmente sono stati discussi i vari aspetti del traffico internazionale telefonico e sono state anche standardizzate le regole del traffico.

Seguendo queste raccomandazioni ed usufruendo di tutti gli ultimi perfezionamenti della tecnica della pupinizzazione e della ripetizione, si otterrà il risultato notevole di potere, con tutti i circuiti, lunghi o brevi che siano, effettuare la stessa buona trasmissione della voce sia come qualità sia come quantità, in modo che gli utenti difficilmente si accorgeranno di qualche differenza tra una conversazione per esempio da Roma a Napoli ed un'altra da Roma a Milano o anche da Roma a Londra o Berlino.

In base alle raccomandazioni del Comitato, i diversi cavi della rete saranno composti in parte di conduttori da 0,9 ed in parte di conduttori da 1,5 mm. I punti di pupinizzazione saranno situati ad intervalli di circa 1800 metri e le stazioni amplificatrici disteranno, fra loro 75-80 km. Così pure, sempre in base alle norme del C.C.I., si è previsto di impiegare i seguenti tipi di circuiti:

- |    |                              |                                                                               |
|----|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1) | Circuiti a 2 fili da mm. 0,9 | pupinizzati M H 177-63, non amplificati, fino ad una distanza di circa 70 km; |
| 2) | » » » » » » »                | pupinizzati M H 177-63, amplificati, fino ad una distanza di circa 500 km;    |
| 3) | » » » » » » 1,3              | pupinizzati M H 177-63, non amplificati fino ad una distanza di circa 120 km; |
| 4) | » » » » » » »                | pupinizzati M H 177-63, amplificati, fino ad una distanza di circa 500 km;    |
| 5) | » » » » » » »                | pupinizzati M H 44-25, amplificati, fino ad una distanza di circa 950 km;     |

- 6) Circuiti a 4 fili da mm 0,9 pupinizzati M H 177-63, amplificati, fino ad una distanza di circa 700 km ;  
7) " " " " " " " pupinizzati M H 44-25 amplificati, fino ad una distanza di circa 1250 km.

Nel caso di collegamenti più lunghi, si impiega ancora lo stesso tipo 7) di circuito, con l'uso, però, di soppressori di eco, i quali, solo da poco tempo, e precisamente durante lo studio del progetto, sono usciti dal periodo di prove e studi e sono entrati nella pratica applicazione. Sui lunghi circuiti telefonici interurbani a quattro fili si verifica, infatti, un fenomeno d'eco, disturbatore della conversazione, che è necessario evitare.

Observando un circuito siffatto alle due estremità, si nota che la connessione delle due coppie di fili (una delle quali destinata alla trasmissione in un senso e l'altra in senso opposto) con la linea dell'apparecchio di conversazione è realizzata mediante un apposito trasformatore a tre avvolgimenti e un'adatta linea artificiale di equilibrio avente caratteristiche corrispondenti a quelle della linea dell'apparecchio di conversazione.

Il grado del bilanciamento di tale linea con quella artificiale ha un valore pratico, che non è possibile superare, per cui l'energia che giunge alla stazione ricevente da una delle linee del circuito, non ripartendosi esattamente fra la linea artificiale e la linea dell'apparecchio, interessa anche l'altra linea del circuito sulla quale vengono in tal modo a propagarsi delle correnti di eco.

Gli amplificatori che sono inseriti anche su tale linea esaltano queste correnti, le quali raggiungono la stazione trasmittente, interessando il ricevitore di tale stazione al punto da produrre un disturbo sensibile.

Un fenomeno analogo a quello indicato per la stazione ricevente può verificarsi nella stazione di partenza, in quanto anche qui, per effetto dell'inevitabile squilibrio che potrà esistere fra la linea dell'apparecchio trasmittente e la rispettiva linea artificiale, una porzione dell'energia riflessa si trasferirà nella linea di trasmissione del circuito a quattro fili e raggiungerà, per quanto molto attenuata, la stazione ricevente sovrapponendosi alla trasmissione diretta e quindi disturbando il ricevimento.

Il fenomeno della circolazione delle correnti di eco può continuare fino a quando il grado di attenuazione non sia tale da renderne impercettibili gli effetti. Si comprende come tali correnti siano di disturbo tanto alla stazione trasmittente, quanto a quella ricevente e come si renda necessario un dispositivo che ne impedisca la circolazione.

A tal uopo sono stati studiati e costruiti, per essere introdotti sui detti circuiti a quattro fili, alcuni apparecchi denominati « soppressori d'eco », la cui funzione è precisamente quella di chiudere in corto circuito la linea opposta a quella in cui si effettua la trasmissione, in guisa da evitare che la corrente di eco si propaghi fino alla stazione trasmittente.

Questo risultato può essere ottenuto facendo azionare da correnti derivate da quelle telefoniche trasmesse, adatti gruppi di valvole di cui una funzionante da amplificatrice e l'altra da rettificatrice, alla quale ultima è affidata la funzione di azionare un gruppo di relais che deve chiudere in corto circuito l'altra linea. Tale gruppo è costituito dal relais che entra in funzione per effetto della corrente raddrizzata della seconda valvola, dal relais di corto circuito, e da un relais a cui è affidata la funzione di ritardare il distacco di quello di corto circuito.

La regolazione di tali relais consente di far sì, che il funzionamento di essi avvenga in relazione col tempo che le correnti debbono impiegare per compiere il cammino dal punto in cui il soppressore d'eco è interessato dalla corrente derivata su quella di trasmissione, fino alla stazione ricevente estrema e di là fino al punto in cui è inserito il soppressore stesso, dove la corrente d'eco dev'essere chiusa in corto circuito.

In America, in Inghilterra ed in Germania la questione degli echi è stata studiata con molta cura e sono state formulate regole da tenere presenti nella compilazione di progetti di circuiti in cavi a lunga distanza in modo da evitare, sotto questo riguardo, ogni possibile sorpresa.

A dare un'idea dell'effetto degli echi diremo che in America fu realizzato, a titolo di esperimento, un circuito a 4 fili lungo 1600 km per il quale il bilanciamento con le linee artificiali alle estremità fu fatto appositamente scarso per esagerare questi effetti. Ebbene: più di 12 successivi echi poterono essere ascoltati prima che essi diventassero inudibili. Poiché per ciascuna eco, le correnti di conversazione facevano un viaggio di 2300 km, l'onda riflessa deve aver percorso una distanza

(\*) Questo cavo è già in servizio.



pari alla circonferenza terrestre prima di essersi attenuata al punto da diventare inudibile!

La entità del disturbo prodotto dall'eco dipende, evidentemente, dall'ampiezza dell'onda riflessa e dal tempo che questa impiega a ritornare al punto di partenza; quindi, a parità di altre condizioni, tanto più gravi sono i disturbi dovuti alla eco quanto più lunghi sono i circuiti e quanto più bassa è la velocità di propagazione.

Di qui la tendenza ad aumentare questa velocità col diminuire la pupinizzazione, aumentando un poco l'amplificazione.

I disturbi dovuti ai fenomeni di eco sono meno notevoli nei circuiti a 4 fili. E' questa una delle ragioni per le quali vengono impiegati tali circuiti a 4 fili (in luogo di quelli a 2 fili pupinizzati medio pesanti M H 177.107, frequenza limite 2800 p.p.s.) per distanze superiori ai 500 km e fino a 700 km circa; cioè, per distanze per le quali si farebbero sentire, sui circuiti a 2 fili, notevoli disturbi di eco.

Per distanze dai 700 ai 1200 km circa, pure impiegando circuiti a 4 fili, deve essere ridotta la pupinizzazione a extra leggera (M H 44.25); ciò, non tanto per i fenomeni di eco, che non sono ancora, per tali distanze, eccessivamente fastidiosi e che, peraltro, si potrebbero eliminare con i suaccennati soppressori di eco, sibbene per altri disturbi che alle distanze stesse si manifestano in maniera non trascurabile: s'intende dire dei fenomeni transitori (*transient effect*) e della diafonia (*crosstalk*). Come è noto, i primi dipendono dal fatto che esi-

pubblicato in traduzione italiana nel N. 3 (Marzo 1927) della Rivista « Telegrafi, Telefoni, Radiocomunicazioni ».

Tutti i vari tipi di cavo adottati appartengono al ben conosciuto tipo « Duplex » o « Multiple-Twin » nel quale due conduttori sono uniti insieme per formare la coppia e quindi due coppie sono unite insieme per formare una bicoppia, dalla quale, come è noto, si possono ottenere tre circuiti telefonici, in modo da aumentare la capacità dei circuiti del 50 per cento. Di questi tre circuiti due sono reali, cioè ottenuti dalle due coppie della bicoppia, ed il terzo è virtuale, cioè ottenuto mediante un opportuno accoppiamento degli altri due.

Questo extra-circuito, che è anche conosciuto col nome di circuito virtuale o fantasma, può essere soddisfacentemente ottenuto (in modo, cioè, che la trasmissione su di esso non interferisca con quelle effettuantesi sugli altri due circuiti ricavati dalla bicoppia, e viceversa). Si richiede tuttavia, a tal fine, molta cura nella fabbricazione del cavo. I materiali debbono essere di primissima qualità e tutte le operazioni relative alla fabbricazione, dall'isolamento dei conduttori, all'inguainamento del cavo e all'armatura, devono essere eseguite con cura ed accorgimenti speciali, che troppo lungo sarebbe qui riportare.

\*

Quanto alla potenzialità dei vari cavi costituenti la costruzione della rete, essa si rileva dalla seguente tabella:

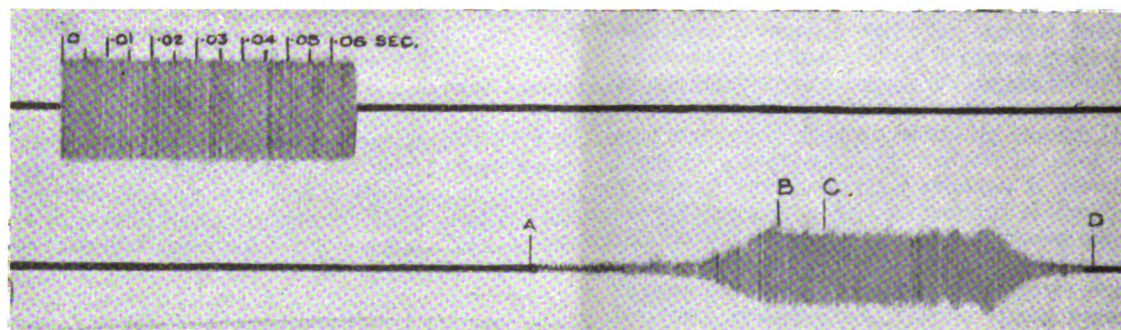


Fig. 5. — Oscillogramma da cui rilevansi gli effetti transitori.

ste un certo intervallo di tempo dall'istante in cui la tensione alternativa viene applicata ad un estremo del circuito e quello in cui essa raggiunge, all'altro estremo, il suo valore di regime, e che, analogamente, esiste pure un intervallo di tempo tra il momento in cui essa tensione viene troncata all'estremo trasmettente e quello in cui il suo valore si riduce a zero all'estremo opposto.

Numerosi esperimenti hanno dimostrato che gli effetti transitori, in un dato circuito, sono più sentiti con le alte che con le basse frequenze, l'importanza degli effetti stessi essendo una funzione del rapporto della frequenza che viene trasmessa alla frequenza limite del circuito pupinizzato.

Ci si può rendere una idea di questo fenomeno transitorio osservando la figura 5 fornitami dalla « Sirti », che rappresenta una corrente di 1800 p. s. prima e dopo aver attraversato un vecchio tipo di circuito in cavo della lunghezza di 1750 km. Si noterà che alla estremità ricevente della linea la corrente impiega circa 0.055 secondi per raggiungere le condizioni di regime (tratto A-B); lo stato di regime (B-C) dura solo 0,01 secondi e quindi l'interruzione transitoria (C-D) è di circa 0,055 secondi.

In un sistema di cavi pupinizzati che avessero una bassa velocità di propagazione e che trasmettessero una banda di frequenze relativamente ristretta, gli effetti in discorso sarebbero tali da rendere la conversazione quasi inintelligibile. E' noto poi, che la diafonia è anch'essa, come l'effetto transitorio, tanto minore, quanto più alta è la velocità di propagazione e quanto maggiore è la frequenza limite. Tutte ragioni, queste, che inducono per tanto a ridurre il grado di pupinizzazione.

Circa il limite massimo di distanza, a cui si può giungere con i circuiti a 4 fili pupinizzati medio pesanti, si richiama l'attenzione su di una interessante memoria di A. B. Clark intitolata: « Trasmissione Telefonica sui lunghi circuiti in cavo » (Journal A.I.E.E., febbraio 1923).

Quanto ai soppressori di eco (*eco suppressor*), chi voglia avere più precisi ragguagli del loro funzionamento e della loro costruzione, potrà leggere un articolo dei Sigg. Clark e Mathes apparso nei fascicoli dell'Electrical Communication del 1925 e

Tratto di cavo	Lunghezza in km	Numero delle bicoppie		
		1,3 mm	0,9 mm	Totale
Casteggio-Bologna.....	239	26	86	112
Bologna-Firenze.....	108.5	27	108	135
Firenze-Roma.....	293	26	102	128
Roma-Napoli.....	239	12	69	81
Bologna-Padova.....	142	10	41	51
Padova-Mestre.....	39	27	29	56
Mestre-Udine.....	117	17	24	41
Udine-Trieste.....	75	12	43	55
Udine-Tarvisio.....	104	—	37	37
Milano-Chiasso.....	50	10	41	51

Le figure 6 e 7 mostrano le sezioni di due dei principali cavi della rete.

In aggiunta a tali cavi principali esistono i cavi derivati per Parma, Ferrara e Treviso che contengono tutti dieci bicoppie da 1,3 mm e hanno una totale lunghezza di km 26,5; così le derivazioni di Siena e Rovigo contengono sei bicoppie con conduttori da mm 1,3 ed hanno una totale lunghezza di 3 km.

I cavi saranno del tipo armato per i tratti extraurbani, in modo che essi potranno essere posati direttamente nel terreno. Il costo dell'armatura è largamente giustificato dal risparmio che si verifica nel costo della installazione e dal fatto che la vita del cavo viene grandemente allungata. Nei grandi centri urbani saranno posati cavi sottopiombo nudi in tubazioni di grès con giunto a bicchiere, cioè in tubazioni sufficientemente stagne.

I rocchetti di pupinizzazione saranno del tipo con nucleo di polvere di ferro compressa e avranno caratteristiche molto stabili. Il sistema di pupinizzazione sarà quello di Campbell di cui alla figura 8; esso impiega tre diversi rocchetti per ogni bicoppia, cioè un rocchetto per ognuno dei tre circuiti che da essa possono ricavarvisi. Naturalmente la induttanza del terzo rocchetto, cioè di quello per la pupinizzazione del circuito virtuale, è diversa e assai più bassa di quella degli altri due, e così pure è diverso il sistema di avvolgimento.



Due tipi di pupinizzazione sono stati previsti nel progetto :

	Circuiti reali ind. in MH.	Circuiti virtuali ind. in MH.
la loro induttanza è la seguente :		
per i circuiti relativamente brevi (pupinizz. medio-pesante) .	177	63
per i circuiti a lunga distanza (pupinizz. extra leggera) .	44	25

Tanto le bobine fornite dalla Siemens e Halske quanto quelle fornite dalla International Standard Electric Company

### SEZIONE TRASVERSALE DEL CAVO

#### FIRENZE - ROMA

Diametro $\mu$	Tipo	Colore colore	N° Bicipie
1.3	2 Fili	Bianco o Nero	26
0.9	2 Fili a Toleg	Bianco o Nero	6
0.9	4 Fili Est.	Rosso	46
0.9	4 Fili Ovest	Verde	48

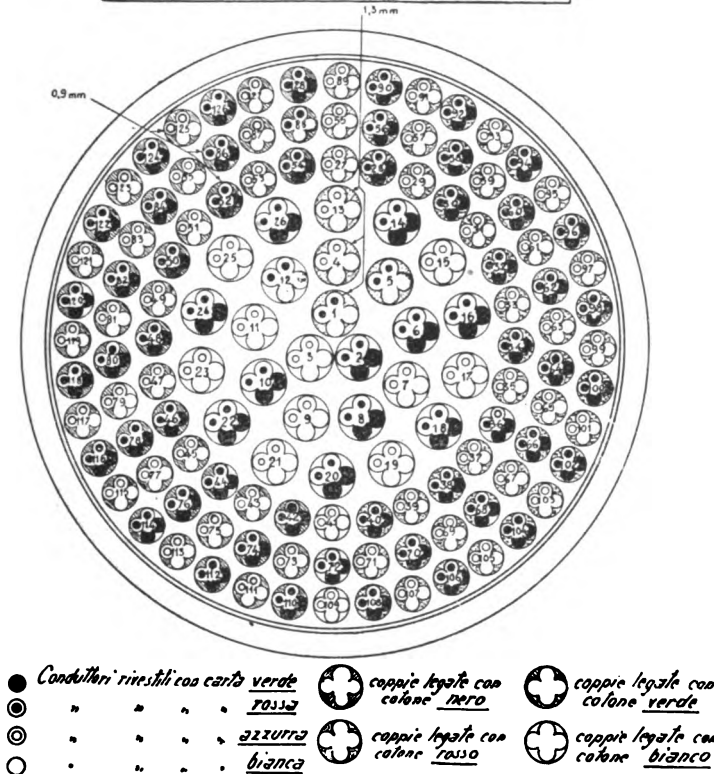


Fig. 6. — Sezione di uno dei cavi della nuova rete italiana (Firenze-Roma).

sono simili, nello schema, e soddisfano agli stessi requisiti elettrici; ma le due Ditte usano sistemi diversi di raggruppamento dei rocchetti. La International Standard Electric Company usa un tipo cilindrico di cassa che è rappresentato dalla figura 9; mentre la Siemens e Halske usa un tipo rettangolare, come è rappresentato nella figura 10.

I cavi armati saranno avvolti, in fabbrica, su casse bobine, in spezzoni standard lunghi 150 o 230 metri circa, a seconda della grossezza del cavo, in modo che ci vorranno 8 o 12 spezzoni per formare la sezione di pupinizzazione, essendo la distanza fra le camerette Pupin di m 1830.

La sezione di pupinizzazione viene già formata in fabbrica (in base ai risultati delle misure elettriche quivi eseguite su tutte le bobine), aggruppando fra loro quelle bobine che più sembrano adatte a conferire alla sezione, nel loro complesso, le speciali caratteristiche elettriche a cui la sezione stessa deve soddisfare.

Durante la giunzione del cavo vengono eseguiti esperimenti per stabilire il grado di bilanciamento dei vari circuiti e si fanno opportuni incroci, come si è visto parlando della posa del cavo M. T. G., per ridurre gli sbilanciamenti a valori tali che, a giunzioni ultimate, la diafonia fra i vari circuiti non ecceda le tolleranze massime stabilite dai capitoli.

I cavi armati saranno posati direttamente nel fondo della trincea a cent. 60 ÷ 80 di profondità su di un semplice letto di sabbia, salvo casi eccezionali in cui potranno essere posati in cassetta di legno con catrame. La trincea sarà riempita subito dopo la posa, salvo nei punti di giunzione.

Le casse contenenti i rocchetti di pupinizzazione saranno collocate nelle solite camerette sotterranee appositamente costruite lungo il tracciato, e i rocchetti saranno collegati ai circuiti solo dopo che il cavo sarà stato bilanciato e giuntato.

Le stazioni ripetitrici saranno collocate, come si è visto, lungo il percorso ad intervalli di circa 75 ÷ 80 km; questa distanza, però, può variare da caso a caso, a seconda che sia possibile collocare le stazioni in posizione conveniente, cioè, prossime a località dove esistono illuminazione elettrica ed acqua potabile, e dove sia possibile trovare gli elementi indispensabili per la normale vita del personale e delle relative famiglie.

La maggioranza di tali stazioni conterrà da 50 a 150 ripe-

### SEZIONE TRASVERSALE DEL CAVO

#### ROMA - NAPOLI

Diametro $\mu$	Tipo	Colore colore	N° Bicipie
1.3	2 Fili	Bianco o Nero	12
0.9	2 Fili a Toleg	Bianco o Nero	11
0.9	4 Fili Est.	Rosso o Rosso-Nero	29
0.9	4 Fili Ovest	Nerde o Verde-Nero	29

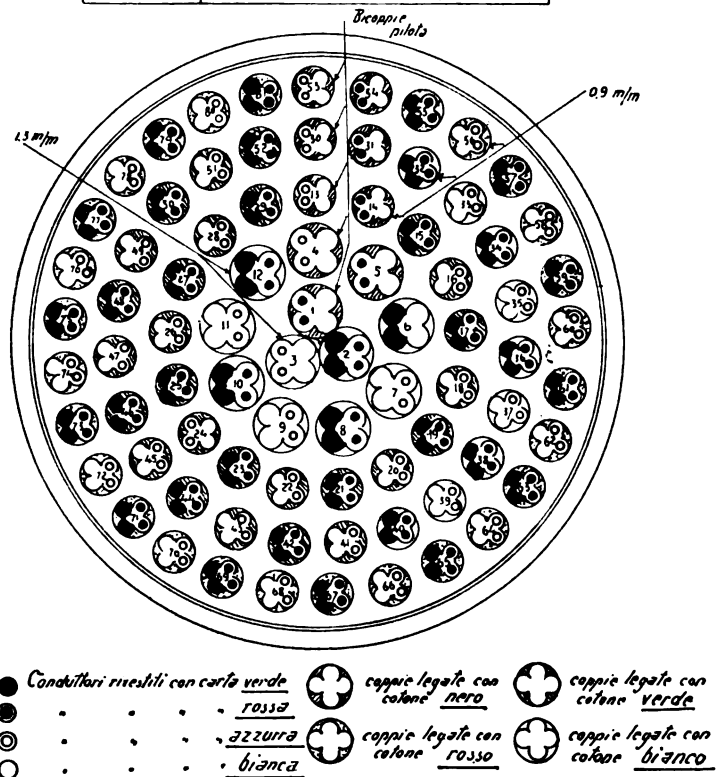


Fig. 7. — Sezione di uno dei cavi della nuova rete italiana (Roma-Napoli).

titori inizialmente; ma questo numero verrà quasi raddoppiato in un secondo tempo, quando, cioè, tutti i circuiti saranno messi in attività.

I ripetitori saranno di due tipi: il tipo per circuiti a 2 fili, usato per i collegamenti più brevi, e il tipo per circuiti a 4 fili. In questi ultimi, come è noto, viene usata una coppia separata di conduttori per la trasmissione ed un'altra per la ricezione.

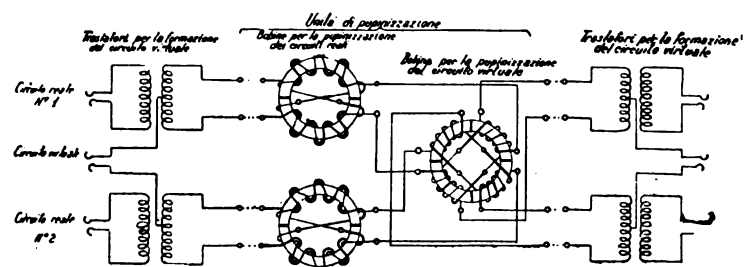


Fig. 8. — Schema del sistema Standard per la pupinizzazione di una bicipia.

Le unità di ripetizione saranno montate su intelaiatura di ferro in maniera che possano essere facilmente provate e riparate, e saranno usati facili sistemi di montaggio, in modo che sia semplice il togliere d'opera un amplificatore per eventuali riparazioni. Sullo stesso telaio dei ripetitori si troveranno tutti i necessari equipaggiamenti per portare i vari potenziali delle



batterie ai filamenti, placche e griglie e tutti i necessari dispositivi e strumenti per le varie misure e controlli delle correnti e tensioni delle batterie e delle condizioni di lavoro degli amplificatori. Su intelaiature vicine a quelle degli amplificatori verranno montati i pannelli dei vari fusibili e degli organi protettivi di ogni unità ripetitrice. Altre intelaiature conterranno le bobine di traslazione per la formazione dei circuiti virtuali e le linee artificiali di bilanciamento delle linee reali.

Finalmente, saranno provveduti i tavoli di prova che conterranno tutti gli organi indispensabili per sezionare le varie parti dei circuiti e sperimentare ciascuno separatamente, nonché i dispositivi e gli strumenti di misura. Alcuni apparecchi per le prove di trasmissione saranno forniti per la manutenzione del sistema e per la localizzazione di eventuali guasti.

La fig. 11 rappresenta l'interno della sala delle apparecchiature di una stazione ripetitrice tipo Standard; questa fotografia è di qualche interesse perchè è quella della stazione di Derby, in Inghilterra, la quale, avendo un equipaggiamento attuale di circa 360 ripetitori ed essendo progettata per l'equipaggiamento finale di 1500 ripetitori, sarà una delle più grandi stazioni del mondo. Le fig. 12 e 13 rappresentano le unità ripetitrici tipo Standard rispettivamente a 2 e a 4 fili, mentre la

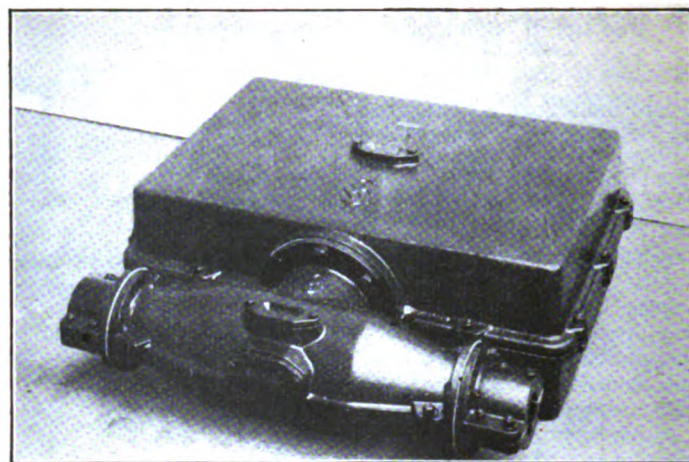


Fig. 10. Cassa Pupin tipo Siemens

un elemento d'intelaiatura Siemens per dieci ripetitori con il relativo equipaggiamento. La fig. 18 rappresenta un ripetitore

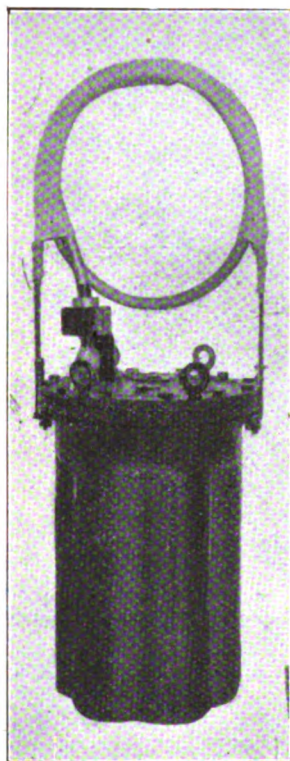


Fig. 9.  
Cassa Pupin tipo Standard.

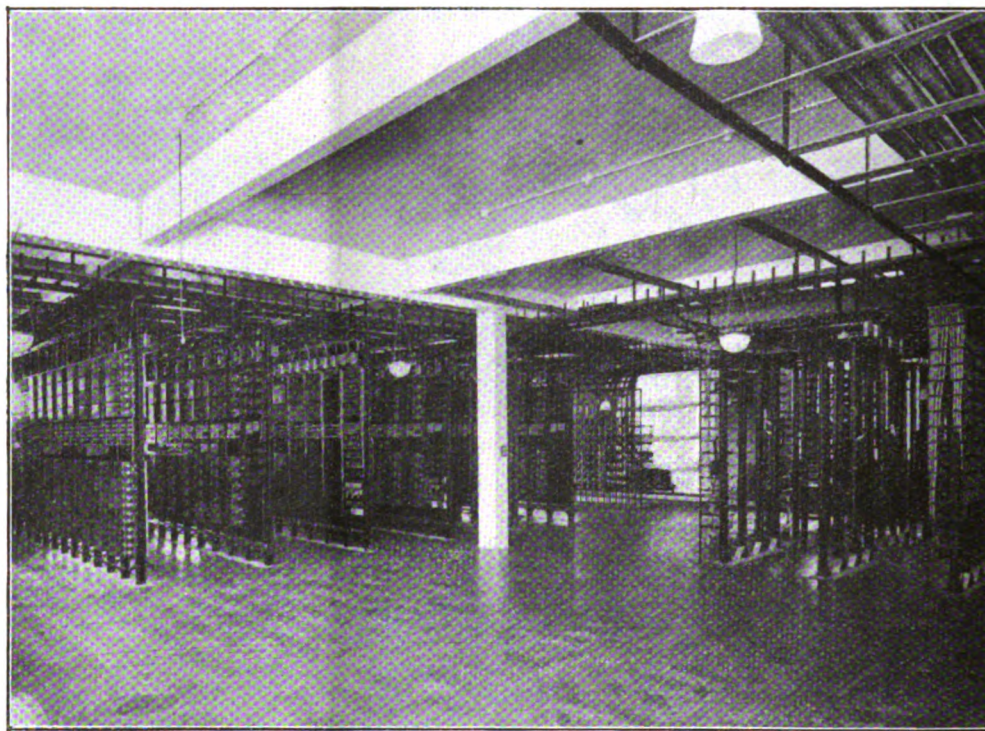


Fig. 11. — Veduta dell'interno della sala delle apparecchiature di una stazione ripetitrice tipo Standard.

fig. 14 rappresenta tali unità montate sulla intelaiatura delle apparecchiature. La fig. 15 rappresenta un tavolo di prova per esperimenti come è stato installato nella stazione ripetitrice di S. Giuliano sul cavo Milano-Torino-Genova. La fig. 16 rappresenta un'intelaiatura tipo Siemens con relative apparecchiature ripetitrici della stazione amplificatrice di Berlino, che attualmente ha un equipaggiamento di 180 ripetitori ed è prevista per una capacità finale di 600 ripetitori. La fig. 17 rappresenta

a due fili Siemens. Il ripetitore a quattro fili del tipo Siemens esteriormente ha un aspetto molto simile al tipo a due fili.

Oltre alla sala delle apparecchiature, ogni stazione ripetitrice avrà una sala accumulatori per le batterie di filamento, placca e griglia delle valvole termoioniche ed una sala macchine per il macchinario elettrico di carica delle batterie. De-

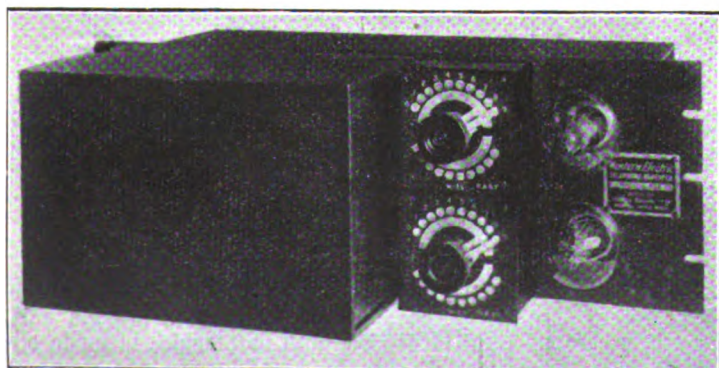


Fig. 12. — Unità amplificatrice tipo Standard per circuiti a 2 fili.

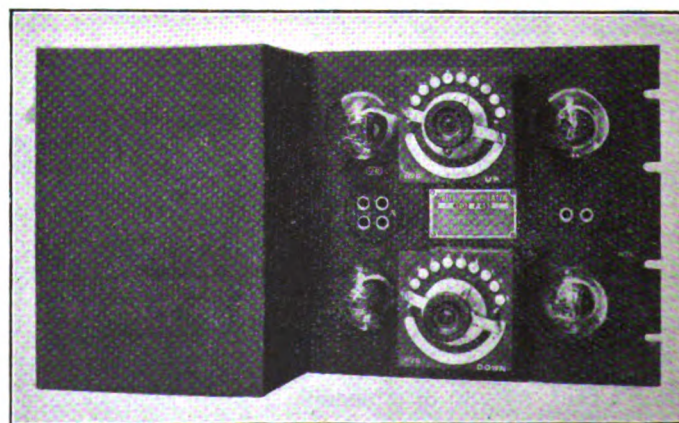


Fig. 13. — Unità amplificatrice tipo Standard per circuiti a 4 fili.



vesi notare, a questo riguardo, che la stazione di energia delle centrali di amplificazione costituisce una parte notevole e importante delle centrali stesse; per esempio, nel progetto in discorso, le batterie per provvedere la corrente dei filamenti in ciascuna

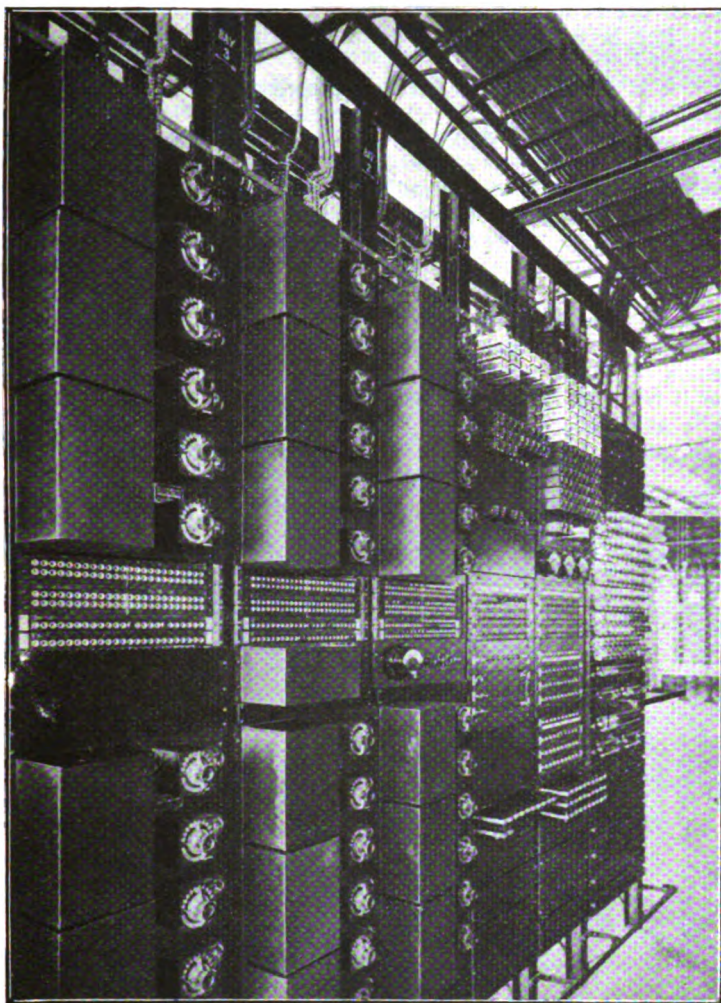


Fig. 14. — Le unità amplificatrici tipo Standard montate sulla relativa intelaiatura.

centrale di ripetizione avranno una capacità che può raggiungere anche i 2500 Ah, mentre le macchine elettriche avranno una potenza di 20 kilowatt.

\*

Si comprenderà facilmente che la questione della soddisfacente manutenzione e dell'esercizio di un impianto di una mole così vasta, è una questione di molta importanza. Perciò l'Amministrazione ha stabilito, nel contratto, che la Società Italiana Reti Telefoniche interurbane deve provvedere, per un anno almeno dopo il completamento dell'impianto, il personale esperto necessario per la manutenzione dell'intero sistema in opera. Durante questo periodo gli esperti istruiranno il personale dell'Amministrazione, che dovrà provvedere definitivamente alla manutenzione e all'esercizio della rete.

E' stata inoltre inserita nel contratto una clausola, per la quale la Società « SIRT » garantisce il soddisfacente funzionamento dell'impianto per un periodo di tre anni dalla sua messa in funzione.

Tutte le stazioni ripetitrici saranno provvedute degli apparecchi necessari per la periodica esecuzione di prove su ciascuna tratta del sistema; misure e prove che si fanno al fine di assicurarsi che il funzionamento sia soddisfacente. Queste prove periodiche si eseguiranno sia sui circuiti del cavo, fra le varie coppie di stazioni ripetitrici, sia sui circuiti interni delle stazioni stesse, sia sui collegamenti completi.

Ad illustrare l'importanza di queste prove e la necessità di seguire con somma cura e attenzione le condizioni di funzionamento dei circuiti, basterà considerare solo, per esempio, l'effetto delle variazioni della temperatura su di un circuito molto lungo; per esempio su di un circuito di 945 km, come è quello Milano-Napoli. Questo circuito è del tipo a quattro fili pupinizzato extra-leggero e la costante di attenuazione media dei cir-

cuiti reali sarà approssimativamente  $\beta = 0,035$ ; pertanto l'attenuazione dell'intera linea sarà di circa  $\beta l = 33$ . Lungo il percorso tale circuito sarà amplificato in 13 punti con un guadagno totale complessivo di circa  $\beta l = 31,7$ ; cosicchè il funzionamento attuale equivalente del circuito sarà di  $\beta l = 33 - 31,7 = 1,3$ . Ora, se un cavo sotterraneo non risente in modo praticamente apprezzabile le variazioni di temperatura giornaliera, risente però notevolmente le differenze di temperatura fra l'estate e l'inverno; tale variazione media è in Italia sui cavi sotterranei di circa  $22^\circ \text{C}$  (da  $3^\circ \text{C}$  a  $25^\circ \text{C}$ ). Con tale variazione si può facilmente calcolare che l'attenuazione del circuito in cavo su citato varierà, sul valore medio di cui sopra ( $\beta l = 33$ ), all'incirca del  $3 \div 4$  per cento. Ciò vuol dire che sul circuito Milano-Napoli, sopra considerato, l'attenuazione della linea varierà fra  $\beta l = 34,3$  e  $\beta l = 31,7$ ; e poichè il guadagno dei ripetitori è  $\beta l = 31,7$  si avrà un'attenuazione totale netta di  $\beta l = 2,6$  nell'estate e  $\beta l = 0$  nell'inverno. Nel primo caso, l'attenuazione sarebbe troppo alta per una conversazione soddisfacente; nel secondo caso, invece, l'intero circuito diventerebbe instabile e si genererebbero facilmente delle self-oscillazioni, che lo renderebbero praticamente inservibile. Occorre, perciò, regolare molto oculatamente il guadagno degli amplificatori, anche per tener conto del loro invecchiamento.

\*

Prima di chiudere queste brevi note sarà opportuno aggiungere un cenno anche sulla maniera con la quale è stato consegnato il contratto sia nei riguardi dei compensi spettanti alla Società per la fornitura dei materiali e per la esecuzione delle opere, sia per l'aggiornamento periodico dei prezzi, in relazione alle variazioni del cambio della lira-oro e delle condizioni del mercato interno.

L'atto di sottomissione della « SIRT » per lo impianto di una rete di cavi telefonici interurbani sotterranei fu preparato dall'Istituto Superiore Postale Telegrafico Telefonico tenendo conto delle norme e condizioni stabilite nel contratto stipulato con la stessa Società il 6 febbraio 1922 per l'impianto del cavo telefonico sotterraneo fra Torino, Milano e Genova.

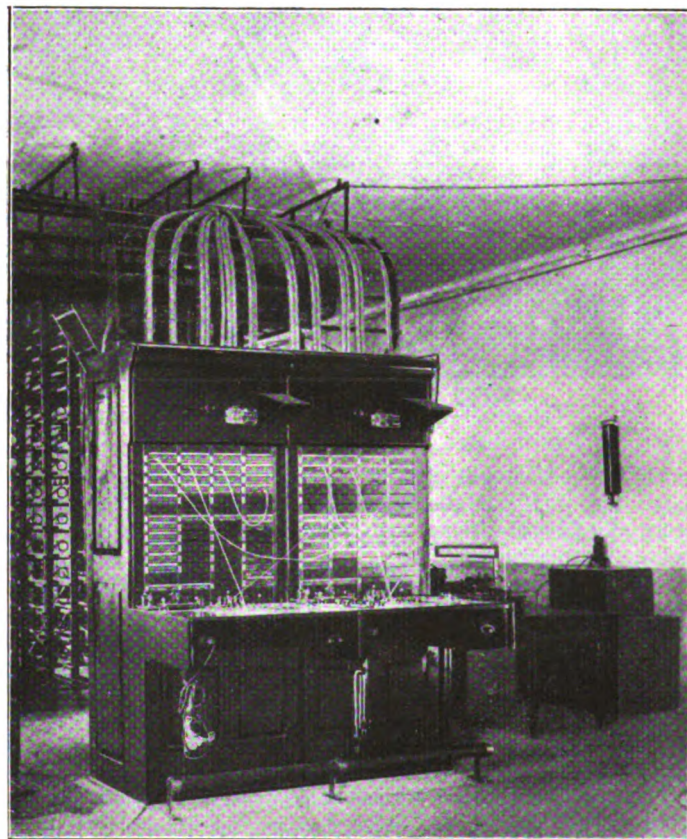


Fig. 15. — Un tavolo di prova.

All'atto stesso in sede di esame delle offerte pervenute furono apportate modifiche anche dalla Commissione Reale presieduta dal Senatore Garbasso, su proposta del Comitato Tecnico presieduto dal Prof. Lombardi, e dallo stesso Consiglio di Stato, Sezione seconda, cui fu sottoposto a norma di legge. Approvato dal Consiglio dei Ministri nell'adunanza del 7 maggio 1926,



fu reso esecutivo con Decreto Interministeriale 30 giugno 1926, registrato alla Corte dei Conti il 22 luglio successivo <sup>(2)</sup>.

\*

Per i materiali provenienti dall'estero come bobine Pupin, apparecchiature amplificatrici e terminali, strumenti di misura, ecc., i prezzi si sono dovuti fissare in valuta estera (sterline e marchi-oro), non essendosi potuto fare diversamente. Per i cavi, invece, che sono fabbricati in Italia, i prezzi sono stati fissati in lire italiane; e siccome non si poteva evidentemente prescindere dalle variazioni intervenibili nel costo del rame, del piombo e del ferro, in dipendenza delle variazioni dei cambi, così si dovette adottare per i prezzi in discorso una scala mobile. Si stabilì, cioè, per le varie potenzialità dei cavi, in apposito allegato al contratto e in base ad un prefissato procedimento analitico generale (controllato già largamente sulla scorta dei risultati pratici delle precedenti lavorazioni) un prezzo provvisorio, calcolato su determinate quotazioni del rame, del piombo e del ferro (queste ultime in funzione dei materiali occorrenti alla sua fabbricazione, cioè, carbone, ghisa e rottami). Queste quotazioni-base furono prese dal bollettino n. 37 del Servizio Approvvigionamenti Ferrovie Statali (periodo dal 7 al 13 settem-

« L'aggiornamento sarà effettuato portando in aumento o in diminuzione, sul prezzo chilometrico dei cavi, rispettivamente le variazioni in più o in meno intervenute nel costo del rame, del piombo e del ferro indicato nelle analisi per i quantitativi da mettere in lavorazione, dopo avere aumentate tali variazioni del 10 per cento.

Per la determinazione delle suddette variazioni saranno adottati i criteri seguenti:

« 1° per il rame, la variazione sarà ottenuta moltiplicando la differenza fra il prezzo del bollettino settimanale del Servizio Approvvigionamenti delle Ferrovie n. 37, relativo al periodo 7/13 settembre 1925, e la media aritmetica dei prezzi dei bollettini medesimi in vigore nel trimestre precedente alla data di aggiornamento, per il rapporto fra il prezzo del metallo di cui trattasi, indicato nelle analisi contrattuali, e quello riportato nel bollettino n. 37;

« 2° per il piombo, la variazione sarà ottenuta moltiplicando la differenza fra il prezzo del bollettino delle Ferrovie n. 37 di cui al n. 1 e la media aritmetica dei prezzi dei bollettini medesimi in vigore nell'anno successivo alla data di aggiornamento per il rapporto fra il prezzo del metallo di cui trattasi, indicato nelle analisi contrattuali e quello riportato nel detto bollettino. I conguagli dipendenti dalla variazione del prezzo del piombo

saranno effettuati, senza dar luogo a corresponsione d'interessi, al termine dell'anno in cui le variazioni si riferiscono. I pagamenti in acconto saranno in via provvisoria eseguiti in base al prezzo del piombo adottato per l'aggiornamento precedente. Per i cavi per i quali sarà richiesto il collaudo entro il primo anno dalla data della lettera di partecipazione dell'approvazione del progetto, sarà adottato in via provvisoria quale prezzo del piombo quello di L. 4 al kg. Alla fine del primo anno sarà, relativamente al solo prezzo del piombo, effettuato un conguaglio col criterio sopra stabilito.

« 3° per il ferro, la variazione sarà ottenuta come appresso in funzione della variazione di prezzo dei seguenti elementi:

Ghisa ematite numeri misti;  
Rottami di ferro e acciaio massiccio;  
Carbone Cardiff primario.

« Per ogni lira di variazione tra il prezzo al quintale della ghisa ematite, riportato dal bollettino n. 37 delle Ferrovie dello Stato, sopra citato, e quello risultante dalla media dei prezzi riportati dai bollettini in vigore nel trimestre precedente la data dell'aggiornamento, il prezzo al quintale del nostro di ferro varierà di L. 0,25 (venticinque centesimi); per ogni lira di variazione, determinata con analogo confronto, del prezzo del

rottame di ferro e acciaio massiccio, il detto prezzo al quintale varierà di L. 0,90 (novanta centesimi); infine, per ogni lira di variazione del prezzo al quintale del carbone Cardiff primario, analogamente determinata, il prezzo del nastro varierà di L. 0,50 al quintale.

« Le quotazioni del bollettino suddetto da considerarsi sono le medie di quelle riportate per i seguenti materiali:

Rame in filo H. C. (vagone Milano)  
Piombo prima fusione in pani (idem idem)

Nastro ferro (Ghisa ematite numeri misti vagone Milano). (Rottami ferro e acciaio massiccio vagone Milano). (Carbone Cardiff primario vagone Genova)

nell'intesa che le quotazioni del citato bollettino siano sempre dedotte dalle stesse fonti e con uniformità di procedimento.

« Indipendentemente dagli aggiornamenti di cui sopra, qualora nel semestre precedente a ciascuna delle date di aggiornamento sopra indicate la media aritmetica del cambio ufficiale della lira-oro risultasse maggiore di L. 5,76 o minore di L. 3,84 si porterà, sul prezzo totale dei cavi ancora da costruire, un aumento od una diminuzione eguale alla somma che si ottiene moltiplicando l'importo complessivo della carta, della juta, nonché delle spese di fabbrica e delle spese generali indicate nelle

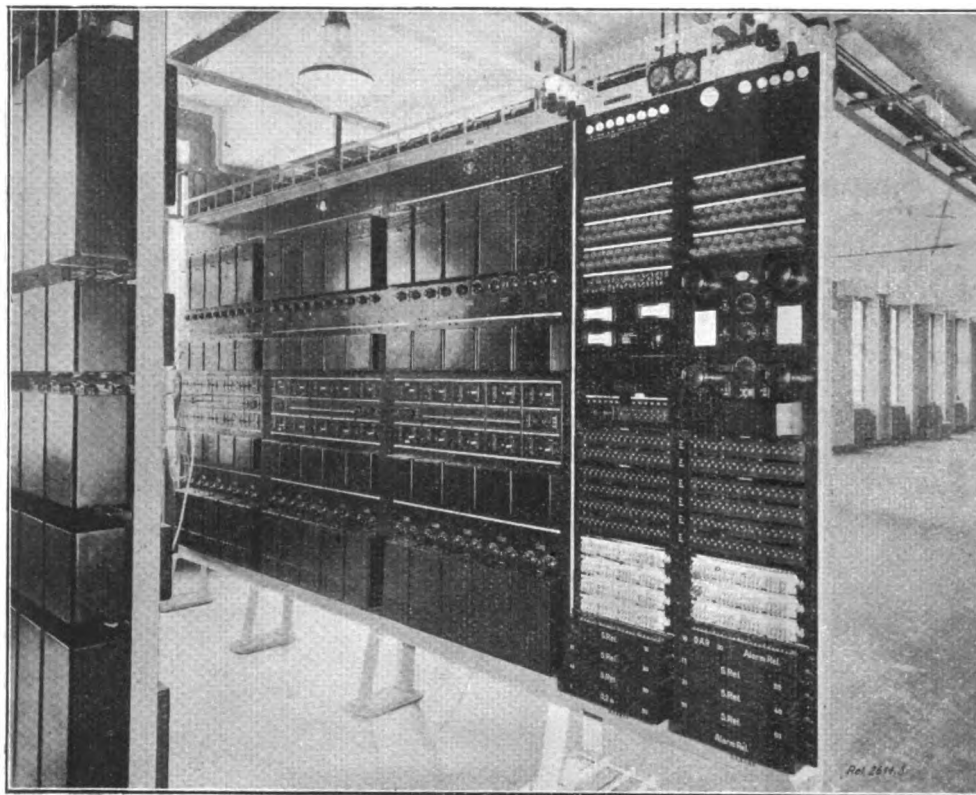


Fig. 16. — Intelaiatura tipo Siemens con relative unità amplificatrici

bre 1925) e si stabilì che gli aggiornamenti avrebbero dovuto essere fatti in base alle analoghe quotazioni del bollettino in vigore alla data di ciascun aggiornamento. Si stabilì, cioè, la seguente clausola contrattuale:

« c) i prezzi dei cavi indicati nell'allegato F dovranno essere aggiornati alla data della lettera con la quale l'Amministrazione darà il benestare al progetto di cui all'art. 7 e successivamente alla fine di ciascun anno di 365 giorni contati a partire dalla data della lettera di partecipazione dell'approvazione del progetto stesso e varranno per tutti i cavi per i quali sarà richiesto il collaudo nell'anno successivo.

<sup>(2)</sup> Della Commissione presieduta dal Senatore Garbasso facevano parte i Signori:

Gr. Uff. Prof. Luigi Lombardi; Gr. Uff. Prof. Ugo Bordini; Comm. Dott. Prof. Antonino Lo Surdo; Gr. Uff. Coman. Prof. Giuseppe Pession; Gr. Uff. Dott. Ettore Cambi; Cav. di Gr. Croce Dott. Prof. Giovanni Di Pirro; Gr. Uff. Ing. Giacomo Magagnini; Cav. Uff. Ing. Alfonso Grandinetti; Comm. Avv. Paolo Franco; Comm. Ing. Umberto Ballanti.

Del Comitato Tecnico presieduto dal Prof. Lombardi facevano parte i Signori:

Gr. Uff. Dott. Ettore Cambi; Gr. Uff. Ing. Giacomo Magagnini; Gr. Uff. Prof. Ugo Bordini; Cav. Uff. Ing. Alfonso Grandinetti; Cav. di Gr. Croce Dott. Prof. Giovanni Di Pirro.



analisi, per il rapporto in cui staranno i  $\frac{3}{4}$  dell'eccedenza del cambio medio suddetto sul valore limite di L. 3,84 o di L. 5,76 al valore base di L. 4,80. Nell'aggiornamento iniziale, per la determinazione della somma di cui sopra e per quanto concerne la sola carta, il rapporto sopra stabilito sarà sostituito dalla metà del rapporto fra l'eccedenza del cambio medio sul valore base di L. 4,80 e detto valore base, mentre, per quanto concerne la juta, le spese di fabbrica e le spese generali, si applicherà anche per tale primo aggiornamento, il rapporto stabilito per i successivi aggiornamenti.

« d) i prezzi dei materiali di pupinizzazione e di amplificazione costruiti all'estero saranno suscettibili soltanto di riduzione qualora, nel periodo di due anni successivi alla data della lettera di partecipazione dell'approvazione del contratto la media dei prezzi praticati dagli stessi fornitori per materiali analoghi ad altre Amministrazioni Statali europee risultasse più bassa dei prezzi fissati nel presente contratto. In tal caso, i nuovi prezzi saranno resi eguali a quelli medi suddetti e saranno applicati ai materiali ancora da consegnare.

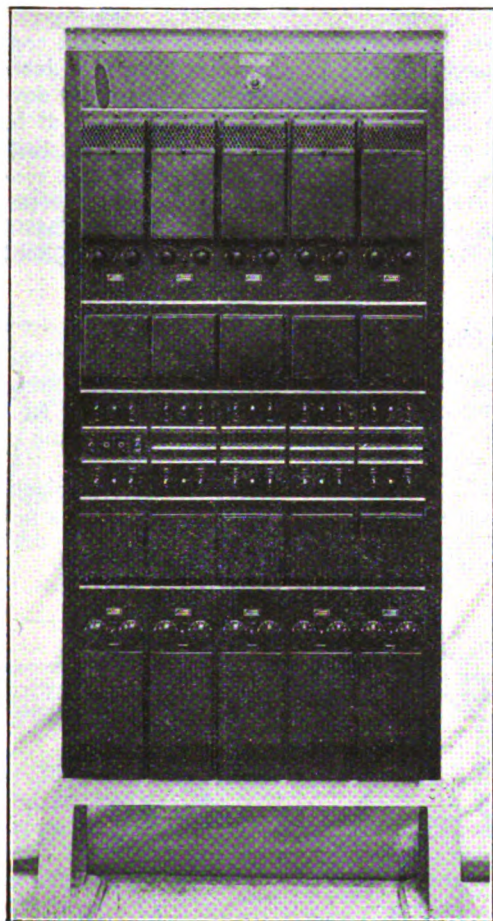


Fig. 17. — Elemento d'intelaiatura tipo Siemens

« I prezzi delle batterie di accumulatori saranno aggiornati secondo le varianti indicate nei preventivi in base alla differenza fra la quotazione di L. 500 fissata in detti preventivi e quella risultante dalla media dei prezzi dei bollettini in vigore nel semestre precedente alla data di consegna della batteria.

« e) I prezzi indicati nel preventivo I per il montaggio delle stazioni di amplificazione e terminali, eccettuati quelli in valuta estera, saranno riveduti, ove, nel semestre precedente al compimento di ciascun anno dalla data della lettera di partecipazione dell'approvazione del contratto la media aritmetica dei cambi ufficiali della lira-oro risultasse maggiore di L. 5,76 o minore di L. 3,84. Le variazioni in più o in meno da apportarsi ai prezzi indicati nel preventivo suddetto, limitatamente ai lavori ancora da eseguire, saranno commisurate ad un'aliquota calcolata moltiplicando i prezzi suddetti per il rapporto in cui staranno i  $\frac{3}{4}$  dell'eccedenza del cambio medio suddetto sul valore limite di L. 5,76 o di L. 3,84 al valore base di L. 4,80.

« Nessuna revisione è ammessa per il preventivo L e per qualsiasi altro titolo di spesa non previsto nel presente articolo.

« Qualora la revisione determini un aumento di prezzo, tale aumento non si applica alle quantità di lavoro ed alle forniture che la Società non ha eseguito entro i termini contrattuali-

mente stabiliti, salvo impedimenti di forza maggiore o cause di ritardo preventivamente denunciate ed ammesse dall'Amministrazione ».

Anche per le opere civili l'Amministrazione ha previsto nel contratto l'aggiornamento dei prezzi unitari stabiliti nei preventivi di spesa allegati all'Atto di Sottomissione per le opere civili medesime.

In questo caso, le analisi contrattuali dei prezzi della mano d'opera, dei materiali, dei mezzi di trasporto e dei lavori, sono stati basati sulle quotazioni del Bollettino Statistico del Ministero dei Lavori Pubblici.

E' stato, pertanto, stabilito nel contratto, all'articolo che riguarda la revisione dei prezzi per eventuali modifiche intervenute nelle condizioni del mercato, che:

« a) I prezzi indicati nel preventivo E per la costruzione delle sedi e dei fabbricati saranno, a richiesta della Società accollataria o di iniziativa dell'Amministrazione, variati ove intervenga, per l'importo complessivo di tutti i lavori ancora da eseguire, una variazione in più o in meno maggiore del 10 per cento rispetto al corrispettivo contrattuale.

« Per la determinazione di tale variazione saranno introdotti, nelle analisi di cui al preventivo E, i nuovi prezzi elementari calcolati in base alle medie aritmetiche dei prezzi riportati nel Bollettino ufficiale del Ministero dei Lavori Pubblici in vigore alla data di revisione, limitatamente alle Province in cui i lavori debbono ancora eseguirsi. I nuovi prezzi elementari, analogamente a quanto è stabilito nelle analisi annesse al preventivo suddetto, saranno aumentati, per quanto riguarda le

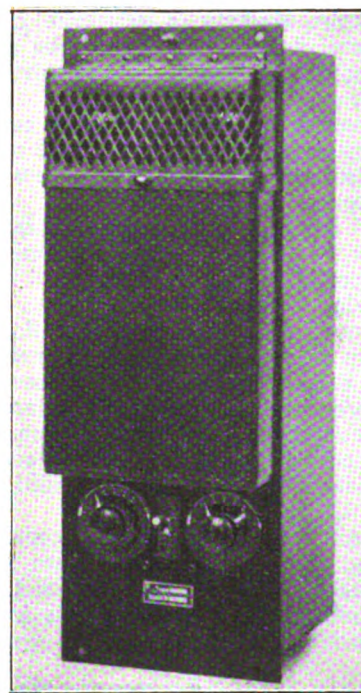


Fig. 18. — Unità amplificatrice Siemens a 2 fili.

mercedi operaie, del 25 % e, per quanto riguarda i noli, trasporti e materiali, del 15 %; e ciò per tener conto delle spese generali, delle spese di assicurazione del personale e del beneficio dell'impresa.

« Sulle forniture, lavori e prestazioni, così computati, saranno conteggiati i compensi a corpo e le spese per rilievi di cui alle lettere B e C del preventivo E, in base alle percentuali contrattuali ».

Analogamente, pure sulla base delle quotazioni del Ministero dei Lavori Pubblici, fu basata la revisione dei prezzi indicati nel preventivo per la posa e la installazione dei cavi e delle bobine Pupin, stabilendosi che:

« b) i prezzi indicati nel preventivo H per la posa e la installazione dei cavi e delle bobine Pupin saranno, a richiesta della Società accollataria o di iniziativa dell'Amministrazione, riveduti secondo le condizioni del mercato, quando queste siano tali da determinare, globalmente per tutte le prestazioni e per tutti i lavori ancora da eseguire, relativi al preventivo medesimo, un costo complessivo superiore o inferiore del 10 % a quello risultante dal corrispettivo contrattuale.

« La revisione sarà fatta in base alle analisi annesse al contratto nella intesa che:



« 1° - Alle spese globali relative a tutto il personale addetto ai lavori di posa e di giunzione si applicherà una percentuale di aumento o di diminuzione eguale a quella che verrà riscontrata fra la media aritmetica dei prezzi della mano d'opera delle categorie contemplate nel preventivo *E*, quale risulta dal preventivo medesimo e la media aritmetica dei prezzi delle stesse categorie che saranno riportati nel Bollettino Statistico del Ministero dei Lavori Pubblici in vigore alla data di revisione, limitatamente alle Province in cui i lavori dovranno ancora eseguirsi.

« 2° - Alle spese di trasporto in ferrovia si applicherà una percentuale di aumento o di diminuzione eguale a quella che verrà riscontrata nei prezzi delle tariffe ferroviarie e che, per spedizione di materiale a piccola velocità a carro completo, si sarà verificata fra le date di cui al precedente N. 1.

« 3° - Alle spese di trasporto con automezzi saranno applicate variazioni nelle seguenti misure: ad un quarto di esse si applicherà la stessa variazione percentuale subita dal prezzo della benzina secondo i bollettini delle Ferrovie dello Stato appresso citati in vigore alle date di cui al precedente N. 1, ad un quarto la stessa variazione percentuale subita dal prezzo della mano d'opera per la categoria conducenti di autocarri desunta dal confronto dei Bollettini Statistici del Ministero dei Lavori Pubblici in vigore alle date suddette, ad un quarto la stessa variazione percentuale verificatasi per il prezzo delle gomme, adottato alle date suddette, per i suoi acquisti, dal Ministero della Guerra. Nessuna variazione è consentita per il rimanente quarto delle spese di trasporto suddette.

« 4° - Alle spese per materiali da impiegare per le giunzioni si applicheranno soltanto le variazioni conseguenti alla variazione dei prezzi dei metalli, del petrolio e della benzina desunte dal confronto dei bollettini delle Ferrovie dello Stato in vigore alle date di cui al N. 1.

« 5° - Le spese di carattere generale di cui ai numeri 12 a 16 del preventivo suddetto, verranno variate nella stessa proporzione in cui risulterà variata la somma complessiva dei rimanenti titoli di spesa.

« Tanto per i prezzi di cui alla lettera *a*) quanto per quelli di cui alla lettera *b*) l'importo della variazione sarà liquidato per intero e non per la sola parte eccedente il 10 % del corrispettivo contrattuale.

« La prima revisione dei prezzi di cui alle lettere *a*) e *b*) non potrà avvenire se non quando sia trascorso un anno dalla data della lettera di partecipazione dell'approvazione del contratto ed i nuovi prezzi stabiliti rimarranno invariati per un successivo periodo di un anno, dopo di che potranno essere nuovamente riveduti e così di seguito di anno in anno. Ogni revisione sarà effettuata rispetto ai prezzi stabiliti in quella precedente ».

La sorveglianza sulla esecuzione del contratto e sui collaudi è affidata ad uno speciale ufficio posto alla dipendenza della Sezione Postale Telegrafica e Telefonica dell'Istituto Sperimentale delle Comunicazioni. Tale Sezione è retta dal Prof. Giovanni Di Pirro.

\*

Il lettore avrà compreso che, in una memoria come la presente, non si poteva entrare in più minuti particolari, la esposizione dei quali avrebbe portato troppo fuori strada, falsando lo scopo che ci si era prefissato, cioè, quello di rendere noti sia i sacrifici fatti dall'Erario in pro' della Nazione anche nel campo telefonico, sia gli sforzi compiuti dall'Amministrazione postelegrafonica per dare alla Nazione stessa un servizio telefonico che non sia secondo a nessuno di quelli esistenti o in corso di preparazione negli Stati più progrediti.

Infine ringrazio la SIRT che mi ha fornito parte dei dati occorsi per la illustrazione del cavo e l'Ing. Baldini della Direzione Generale delle Poste e Telegrafi e l'Avv. Capanna dell'Azienda di Stato per i Servizi Telefonici, che mi hanno coadiuvato nel lavoro di coordinazione.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## □ SULLA TECNICA DEGLI ISOLATORI □

E. ALESSANDRI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### Premesse.

Secondo il mio modo di vedere, le relazioni alla Riunione annuale dell'A. E. I. dovrebbero avere lo scopo precipuo di richiamare l'attenzione dei Congressisti sopra i punti più importanti dei vari temi proposti, perchè vengano discussi in modo sufficientemente conclusivo.

In altre parole, la relazione dovrebbe servire di spunto e di spinta alla discussione dei diversi problemi posti all'ordine del giorno.

Partendo da tale concetto, la mia nota sarà sommamente concisa e quasi scheletrica: gli sviluppi verranno fuori dalla discussione, la quale, per essere veramente utile, dovrebbe essere fatta a base di notizie sperimentali e dati di fatto, piuttosto che di apprezzamenti teorici e personali, i quali possono estrinsecarsi in altra sede, più opportunamente.

Se nelle riunioni annuali dell'A. E. I. si riuscisse davvero a mettere in comune tutti i dati d'osservazione raccolti dai diversi Congressisti, si ricaverebbero conclusioni molto utili per tutti.

### Isolatori rigidi.

Vi è tendenza a limitarne l'impiego per tensioni sempre più basse e sono ormai quasi generalmente esclusi su reti vaste che lavorano sopra i 60 kV. Le ragioni che fanno preferire i tipi sospesi sono a tutti note e non le ripeto.

I modelli più antichi avevano superfici e spigoli poco arrotondati e spessori molto sottili, ciò che portava a notevoli sollecitazioni tanto assiali quanto diametrali da parte del cemento, in caso di variazioni termiche (fig. 1).

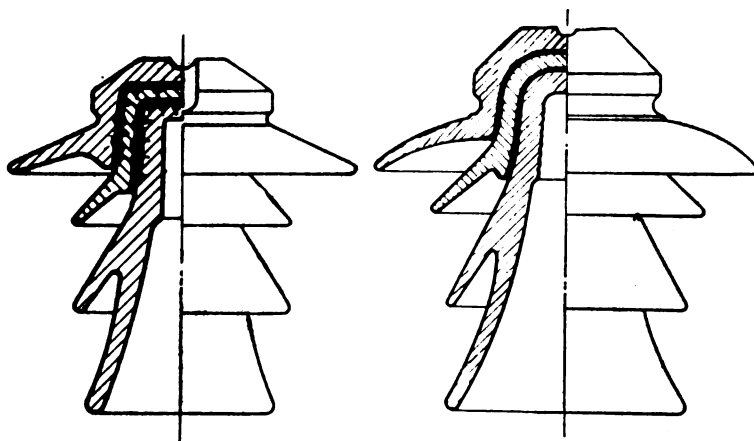


Fig. 1. — Isolatore a cementature piano-cilindriche.

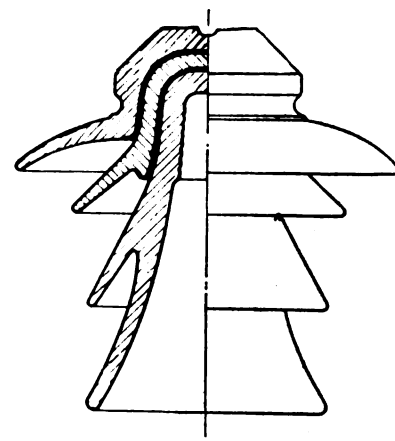


Fig. 2. — Isolatore Volsinia a cementature cilindrico-emisferiche.

Si passò più tardi a superfici molto arrotondate con fortissimi spessori concentrati attorno al perno portante (fig. 2 e 3). Per ragioni ceramiche e (credo) soprattutto per colpa delle cementazioni (di solito a forti spessori), questi modelli che dal punto di vista teorico sembravano assai ben studiati, corrisposero male all'aspettativa. Si venne allora ai tipi oggi più in uso (fig. 4 e 5) che hanno anch'essi cavità arrotondate, ma spessori non troppo disuguali e non eccessivi ed offrono quindi possibilità di buona fabbricazione.

### Isolatori portanti.

Dopo che i vecchi tipi a nervature avvicinate (fig. 6) vennero spodestati, per facilità di pulizia, dai modelli lisci (fig. 7) e da quelli a nervature molto distanziate (fig. 8) si ebbe una innovazione notevole e radicale, coi tipi a colonna formata da elementi multipli; gli elementi sono isolatori normali da linea

collegati rigidamente uno sopra l'altro per mezzo di giunzioni metalliche (fig. 9 e 10).

Benchè alcuni di questi modelli abbiano qualità, anche meccaniche, ottime, tuttavia per tensioni altissime le colonne diventano così lunghe, che i momenti flettenti alla base possono

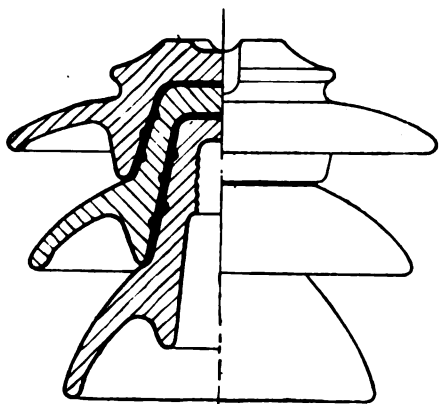


Fig. 3. — Isolatore Faradoid a forti masse cementate attorno al perno, e con cementature piano-coniche raccordate.

impensierire anche se gli sforzi applicati all'estremità sono esigui. Occorre quindi che vengano studiate le connessioni colle sbarre in modo da ridurre al minimo gli sforzi meccanici. Non va dimenticato che le variazioni termiche delle sbarre di rame possono condurre a sollecitazioni non piccole ed è perciò oppor-

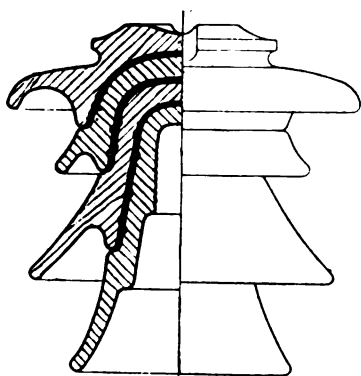


Fig. 4. — Isolatore a cementature conico-emisferiche (tipo pesante).

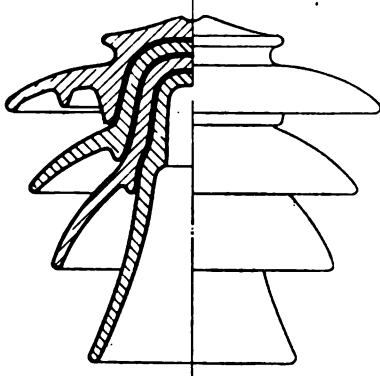


Fig. 5. — Isolatore a cementature conico-emisferiche (tipo leggero).

tuno usare dispositivi che evitino la trasmissione di tali sforzi alle colonne portanti.

Gli apparecchi di collegamento delle sbarre agli isolatori portanti sono suscettibili ancora di molti miglioramenti e sopra di essi andrebbe richiamata l'attenzione dei costruttori: morsetti

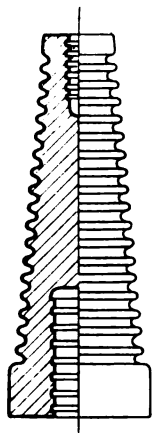


Fig. 6. — Portante a gole avvicinate.

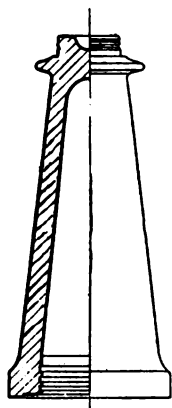


Fig. 7. — Portante liscio.

a scorrimento, attacchi snodati, smorzatori d'urto, ecc., ben studiati, potrebbero essere di notevole vantaggio.

#### Isolatori sospesi.

Si cominciarono ad impiegare in America nel 1905.

I primi modelli si fecero a fori curvi concatenati entro la

porcellana (Hewlett) o a sella (Vedovelli) e furono una derivazione dai tipi a mocca o ad oliva in uso nelle sospensioni tramviarie ed in radiotelegrafia. Questi tipi vennero in seguito lasciati un po' in disparte perchè di facile fulminazione dovuta

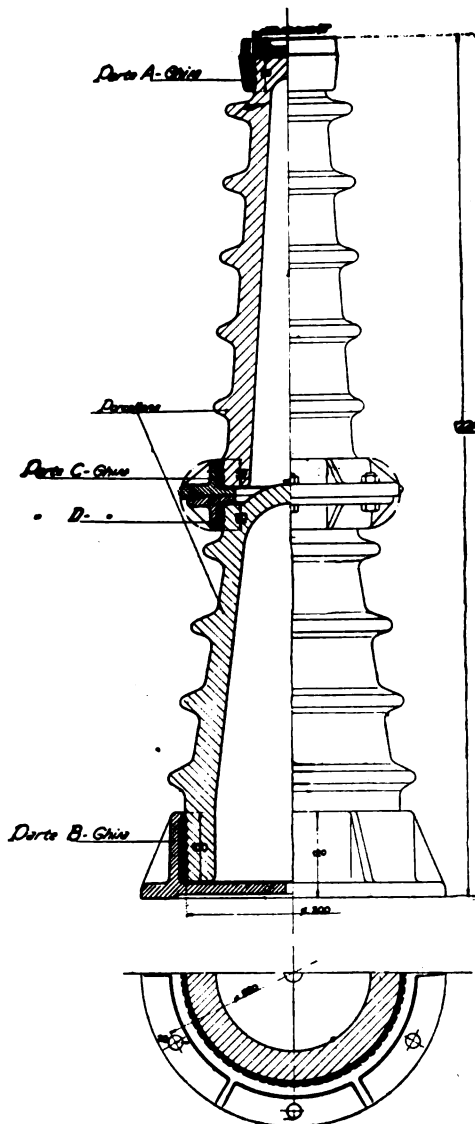


Fig. 8. — Portante a nervature distanziate.

a cattiva distribuzione del campo elettrostatico, e perchè difficili a fabbricarsi bene, avendo sovente difetti non visibili all'esterno e spessori d'isolante irregolari nella parte incatenata.

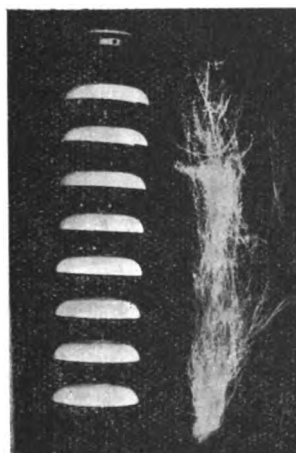


Fig. 9. — Colonna portante formata con isolatori di tipo a sospensione.

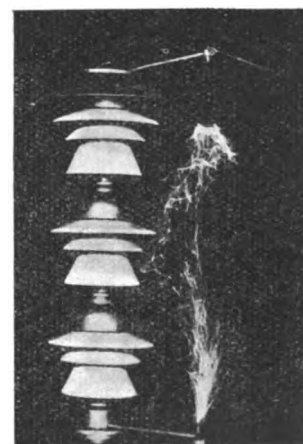


Fig. 10. — Colonna portante formata con isolatori di tipo rigido a perno.

Oggi si usano ancora in radiotelegrafia e soprattutto negli ammassaggi delle linee ferroviarie, ove di solito s'impiegano con coefficiente di sicurezza elettrico molto grande, facili ad ottenersi perchè la tensione di esercizio per le linee di trazione è sempre assai limitata.



Sul comportamento di questi modelli si sono avuti pareri molto discordi e nuove notizie sarebbero utili alla discussione.

Sarebbe per esempio interessante sapere: se le linee miste di isolatori Hewlett ed a cappa e perno (di buona costruzione) diano il massimo di guasti per entrambi i tipi nelle stesse stagioni o se invece i due tipi si comportino in modo nettamente diverso rispetto alle condizioni meteorologiche: Se il tipo Hewlett sia più dell'altro soggetto a guasti per sovratensioni repentine: se la caduta a terra del conduttore si osservi più frequentemente sul modello a cappa e perno che sull'altro.

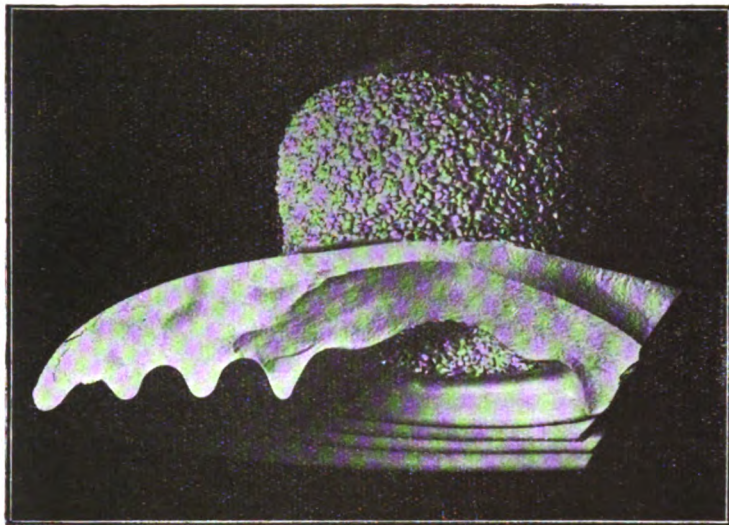


Fig. 11. — Sabbiatura delle parti destinate alla cementazione.

Naturalmente queste informazioni dovrebbero provenire da regolari, sistematiche, continuative registrazioni d'esercizio e non da osservazioni saltuarie e occasionali, delle quali vi è gran copia ma che servono poco.

Quasi contemporaneamente ai modelli concatenati, comparvero i primi isolatori a cappa e perno caratterizzati da notevole altezza, da campane di limitato diametro e spessore sottile e da foro interno molto lungo e stretto.

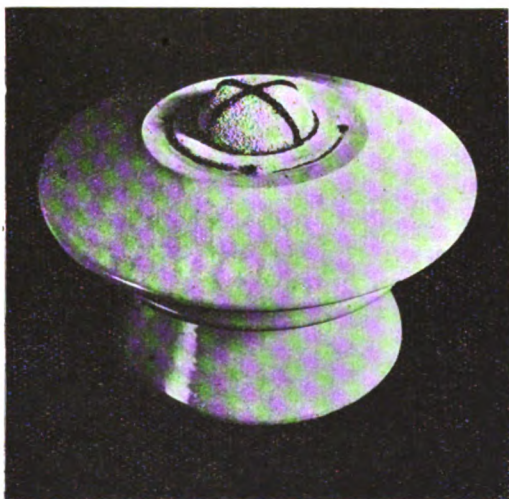


Fig. 12. — Sezionamento a spicchi della cementatura.

Si constatò prontamente che tali modelli erano difettosi, soprattutto perchè il perno lungo e sottile dava luogo ad eccessiva sollecitazione elettrica ed a rotture secondo piani normali all'asse dovute a dilatazioni termiche longitudinali del ferro. Diverse linee, in Sardegna, in Alta Italia ed in Svizzera, diedero anni addietro risultati disastrosi con simili modelli e ciò indipendentemente dalla provenienza delle porcellane.

Anche la resistenza meccanica era allora limitata e difficilmente si superavano i 2000 kg come carico di rottura.

Nei modelli successivi i fori interni vennero aumentati di diametro e diminuiti di profondità, per attenuare la differenza tra le sollecitazioni assiali e quelle diametrali dovute, a variazioni termiche.

Vennero anche proposti tipi a cappa incastrata nella porcellana, che andarono male sotto ogni rapporto e tipi a due campane cementate una sull'altra che corrisposero bene. La diffu-

sione di questi ultimi venne limitata, in Europa, dal prezzo elevato in confronto a quello dei modelli a campana pianeggiante (con o senza nervature) che successivamente s'imposero sul mercato ed oggi sono d'uso quasi generale.

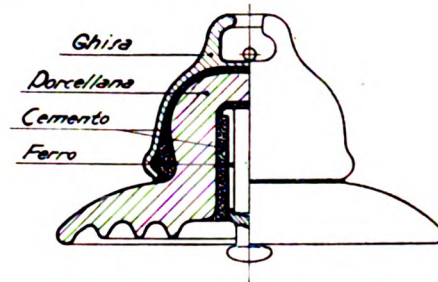


Fig. 13. — Isolatore a perno tubolare sezionato e con sezionamento della cementatura.

Per evitare il pericolo di guasti dovuti alle variazioni termiche, venne fatto notevole lavoro nello studio delle paste da porcellana e nelle ricerche di nuovi dispositivi di montaggio:



Fig. 14. — Perno subolare sezionato con cemento sezionato da nervature di lamierino doppio.

Si sono sopresse le rigature anulari della porcellana nella persuasione che dessero luogo a concentrazioni di sforzi elettrici e meccanici, sostituendole con adatta forma dell'isolatore

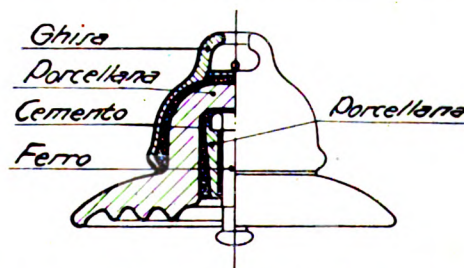


Fig. 15. — Isolatore con blocchetto di porcellana a tronco di cono rovescio, per appoggio del perno.

o con superfici coperte di asperità ottenute mediante granelli di sostanze dure aderenti alla superficie da cementare (fig. 11).

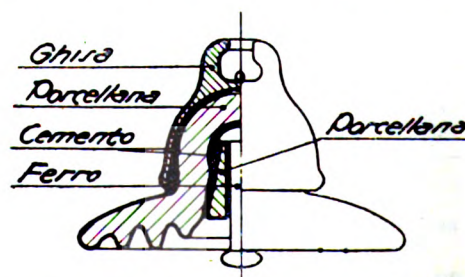


Fig. 16. — Isolatore con blocchetto di porcellana a tronco di cono, per appoggio del perno.

Si sono rivestite con strati elastici o plastici, le superfici della porcellana destinate a racchiudere il cemento:

Si sono compensati i cementi mescolandoli con sostanze



vetrose aventi basso coefficiente di dilatazione e cattiva conduttività termica.

Si è propagato l'impiego di cementi artificiali fusi aventi costanza di caratteristiche maggiore di quella del cemento comune tipo Portland, pel quale il grado di cottura del klinker è variabile e influisce molto sulla qualità del prodotto.

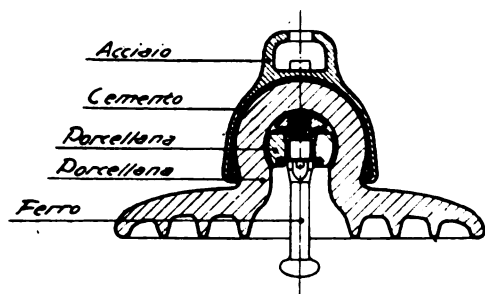


Fig. 17. — Isolatore con blocchetto di porcellana a zona sferica, per appoggio del perno.

Si sono divisi gli strati cilindrici di cemento in settori assiali, in modo di ridurre le dilatazioni proporzionali al solo spessore del cemento invece che al diametro della cavità cementata (fig. 12) e per raggiungere lo stesso scopo si sono fatti tubulari e tagliati assialmente in croce i perni metallici (fig. 13 e 14).

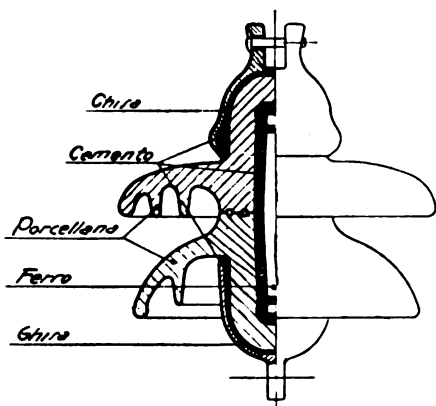


Fig. 18. — Isolatore a cementatura e perno racchiusi completamente entro la porcellana. - (Venturini).

Per alcuni tipi di isolatori, soprattutto di vetro, si abbandonarono i cementi duri, sostituendoli con mastici cedevoli come per esempio il gesso impastato con acqua e colla;

Si cercò di evitare la cementatura diretta dei perni metallici nell'interno degli isolatori, interponendo tra metallo e cemento un manicotto di porcellana di forma cilindrica o conica o sferoidale (fig. 15, 16 e 17).

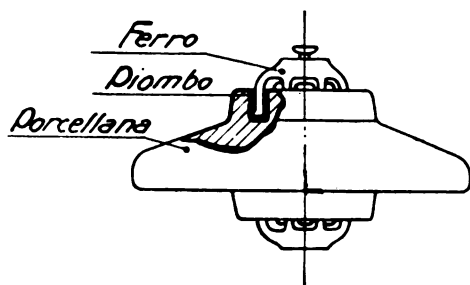


Fig. 19. — Isolatore a griffe piombate. - (Jeffery Dewitt).

Si diminuì l'esposizione diretta alle intemperie, del cemento e del perno, racchiudendo completamente la cementatura entro la porcellana (fig. 18).

Si sostituì ad un perno unico fissato entro una cavità della porcellana, una griffa a bracci multipli fermati, mediante metallo fuso, entro fori di piccolo diametro disposti a corona (vedi fig. 19). Di questo modello v'è chi si dichiara soddisfatto e chi no, sia in America dove nacque, sia in Europa.

Si bandì qualsiasi cemento entro cavità dell'isolante, costruendo l'isolatore massiccio munito di due cappe terminali e facendo lavorare a trazione la porcellana. Questa innovazione in principio suscitò qualche diffidenza, perchè era diffusa tra i tecnici la persuasione che la porcellana lavorasse bene soltanto

alla compressione. La pratica provò che tali apprensioni erano ingiustificate, perchè un tipo fatto con quei criteri (fig. 20) è da diversi anni in uso, specialmente in Svizzera, e se ne fanno lodi e un altro tipo analogo (fig. 21) ha in Italia sanzione di lungo servizio su scala assai vasta: sopra un sola rete, circa 35.000 elementi di questo modello sono da ormai sei anni in servizio in condizioni di clima e di posizione molto difficili e, per quanto mi risulta, il loro funzionamento dà piena soddisfa-

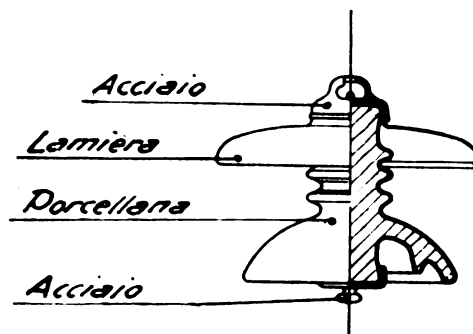


Fig. 20. — Isolatore a doppia cappa (Motor).

zione. E' anche da sperarsi che questo genere d'isolatori non sia soggetto al cosiddetto invecchiamento, non avendo esso cementature entro cavità ed essendo il blocco di porcellana quasi assolutamente imperforabile.

Con questo tipo d'isolatori, occorre però evitare sforzi di flessione, quindi per le catene d'ammarraggio, nelle quali la lunghezza non offre inconvenienti, è opportuno usare l'attacco

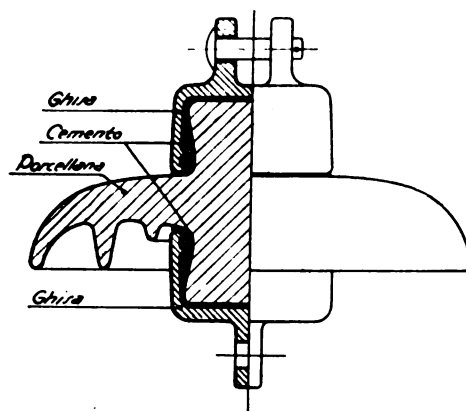


Fig. 21. — Isolatore a doppia cappa. - (Prinetti).

a forcilla intercalando tra un elemento e l'altro due anelli di ferro concatenati che permettano snodatura completa in ogni direzione.

Altra via battuta per evitare i pericoli dei perni cementati, è stata quella d'abolire il cemento nelle cavità, facendo perni ad espansione entro fori a fondo allargato.

In questo campo furono fatti numerosi tentativi sino dall'inizio della elettrificazione delle Ferrovie di Stato italiane, per-

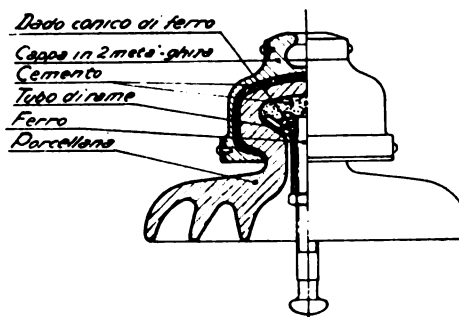


Fig. 22. — Isolatore con perno di tubo in rame aperto a raggiera mediante dado conico, e cappa in due metà.

chè i tecnici delle FF. SS. allora, volevano assolutamente che il perno fosse bloccato entro la porcellana, in modo da impedire la caduta del filo anche in caso di completa fratturazione dell'isolatore.

Le figure 22, 23, 24, 25, 26, 27 rappresentano appunto diversi tipi d'isolatori costruiti coi simili criteri e messi in prova prima del 1915. In tutti quegli isolatori si aveva cura di riem-

pire con miscele solide gli spazi d'aria lasciati dalle parti metalliche perchè si temeva che l'effetto corona, possibile in tali spazi, producesse danno sia per riscaldamenti localizzati, sia per produzione di gas ossidanti.

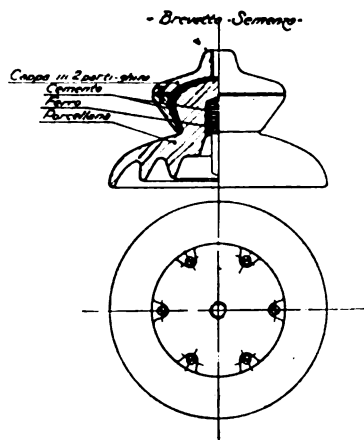


Fig. 23. — Isolatore a cappa divisa secondo il brevetto Semenza.

In generale quei modelli non ebbero grande diffusione, perchè erano più costosi e di fabbricazione più difficile dei soliti modelli a foro cilindrico e perchè il sopravvenire della guerra fece sospendere le esperienze in proposito. Già in quell'epoca venne pure sperimentato il fissaggio dei perni mediante leghe metalliche fuse direttamente entro la porcellana.

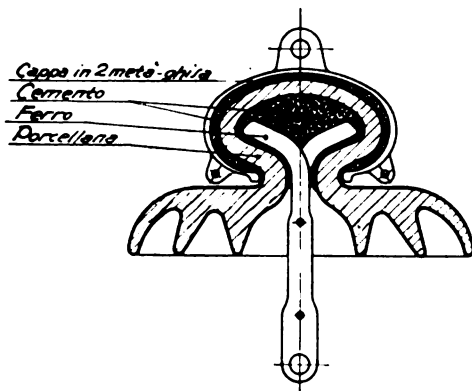


Fig. 24. — Isolatore a collegamento metallico indissolubile R. G.

In questi ultimi anni si è avuto un risveglio delle idee cui si è fatto cenno e modelli derivati da quelli già menzionati si vedono oggi diffusamente lanciati sul mercato. Le figure 28, 29 e 30 danno alcuni esempi di questi nuovi tipi.

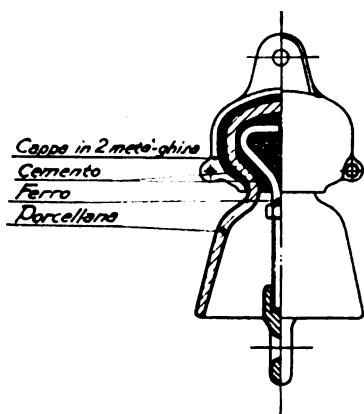


Fig. 25. — Isolatore a collegamento metallico indissolubile R. G.

In passato ed ancora recentemente, si sono proposti dispositivi di fissaggio senza cementatura anche delle cappe esterne; però è da notarsi che il cemento applicato all'esterno della porcellana, con debite precauzioni, non da inconvenienti ed è forse preferibile ai dispositivi che richiedono gole d'appoggio e sottosquadri ove le linee di forza elettriche subiscono concentrazioni pericolose.

Si stanno da poco tempo sperimentando isolatori di tipi speciali ed anormali, destinati a linee in vicinanza immediata

del mare, ove sinora l'isolamento è sempre stato difficilissimo e mantenuto a gran fatica mediante frequenti lavaggi degli isolatori. Un dispositivo che sembra soddisfacente, per l'isola

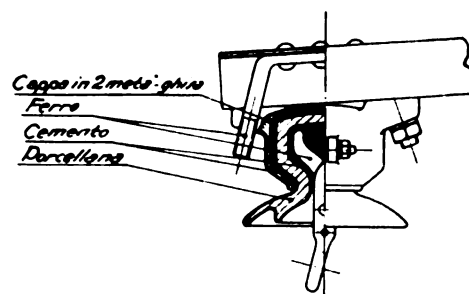


Fig. 26. — Isolatore per archetto ferroviario - Tipo a collegamento metallico indissolubile FF. SS.

mento di linee soggetto a forti incrostazioni saline, è quello di usare isolatori aventi forma di recipienti riempiti d'olio isolante (fig. 31). In tal modo almeno la parte di porcellana ba-

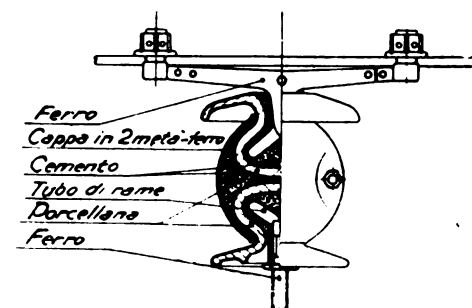


Fig. 27. — Isolatore doppio per linea di contatto ferroviaria - Tipo a collegamento metallico indissolubile FF. SS.

gnata dall'olio e la superficie dell'olio stesso sono esenti da incrostazione e bastano a mantenere il necessario isolamento superficiale.

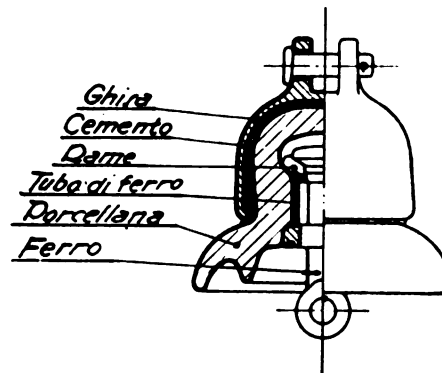


Fig. 28. — Isolatore senza cementatura interna, a corona di rame sezionata - (Richard-Ginori).

Tutto questo rinascimento di idee già vecchie fu aiutato anche da notevoli migliorie ottenute nella tecnica costruttiva degli isolatori, coadiuvata a sua volta dalla miglior conoscenza

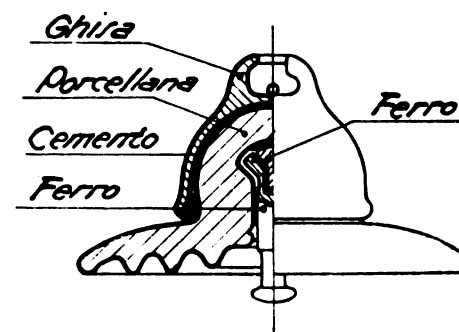


Fig. 29. — Isolatore senza cementatura interna a tubo di ferro aperto a raggiera - (Rosenthal).

che oggi si ha della microstruttura della porcellana e dei fattori che influiscono sulle qualità fisiche di essa.

In proposito, laboriosi studi sistematici, a base sperimen-

tale, furono impostati già da lungo tempo. In Italia si iniziarono nel 1912; presso altre nazioni europee e negli Stati Uniti d'America, anche prima.

Tali studi, che richiedono grande spesa di danaro, di la-

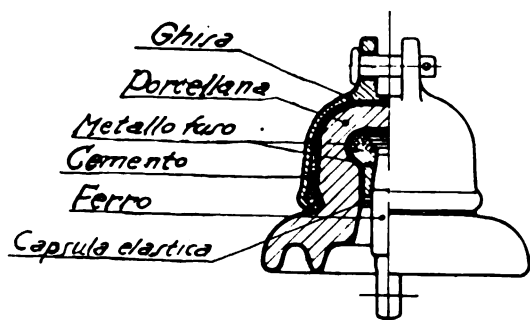


Fig. 30. — Isolatore senza cementatura interna, con perno a rigonfiamento di lega fusa incamiciato da capsula elastica - (Passarin).

voro e di tempo, continuano tutt'ora ed hanno già dato risultati utili, soprattutto per quanto riguarda la conoscenza intima ed i controlli delle materie prime, che sono una delle parti più delicate e difficili della industria ceramica.

prove e, se è il caso, viene poi tutta o in parte scartata e buttata nel rottame.

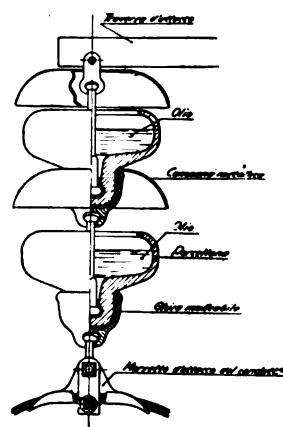


Fig. 31. — Isolatore a olio per linee sul mare - (Richard-Ginori).

Nessuna cotta può essere accettata dal magazzino senza il benestare dell'Ufficio collaudi ed esperienze, il quale ha l'ob-

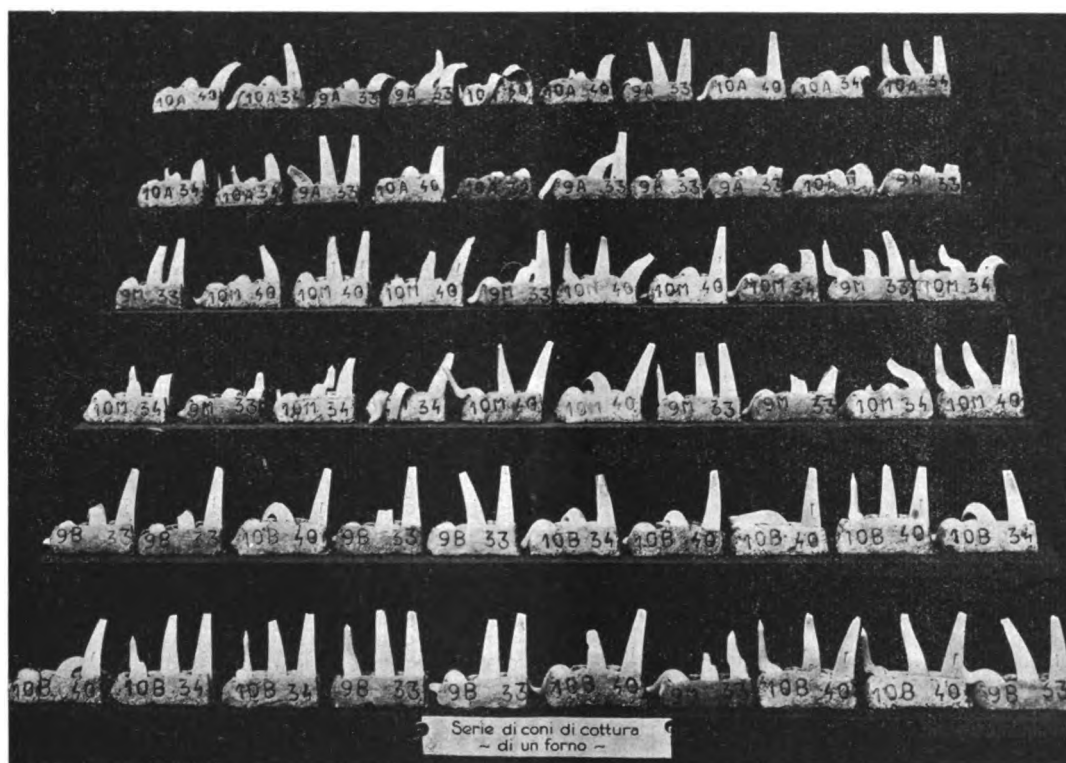


Fig. 32. — Coni Seger per controllo di temperature. - Serie d'una fornata.

Chi segue da lungo tempo in tutti i particolari l'andamento interno delle buone fabbriche d'isolatori, sa quale enorme divario esista fra le direttive quasi empiriche di fabbricazione, di cottura e di selezione in uso una decina d'anni or sono, e quelle meticolose, sistematiche, regolate da strumenti di precisione che oggi le fabbriche ben attrezzate seguono.

Basti dire, per citare un solo esempio, che allora la cottura di un forno era condotta regolandosi sull'aspetto di qualche pezzo di porcellana e qualche cono Seger situati in pochi punti del forno e la selezione del prodotto si faceva con una cernita a vista ed una sommatoria prova elettrica in vasca. Oggi ogni isolatore viene accuratamente selezionato *prima della cottura*, ed ogni fornata viene cotta sotto controllo di molte decine di coni Seger distribuiti in tutte le parti del forno e coadiuvati da largo impiego di strumenti registratori delle temperature della composizione dei gas combustibili, e della loro velocità. Dopo cottura ogni fornata subisce una trafila sistematica di prove termiche elettriche meccaniche di porosità e di fragilità su numerosi pezzi prelevati in diversi punti del forno (v. fig. 32).

Queste prove sono affatto indipendenti da quelle di collaudo che vengono poi fatte sulla merce di magazzino.

Se appena viene osservata qualche anomalia la fornata rimane ferma, in attesa di esame microscopico e di ulteriori

bligo di analizzare e registrare gli elementi che riguardano tutte le diverse prove e di conservarli in apposito archivio per eventuali revisioni future.

In alcune fabbriche, invece di conservare catalogati i coni Seger di ogni fornata, se ne fa, cotta per cotta, la fotografia e questa viene allegata ai documenti di controllo della fornata.

Se un tecnico, dieci o quindici anni addietro, avesse proposto ai suoi amministratori, una simile organizzazione di controllo, sarebbe stato licenziato sui due piedi o per lo meno invitato benignamente in licenza presso un manicomio.

La odierna severità di selezione ha fatto sì che un tecnico americano potè scrivere, in una pubblicazione di carattere quasi ufficiale, che « oggi vengono scartati isolatori i quali non molti anni addietro sarebbero stati accettati come ottimi » ed ha consentito di passare da percentuali medie annue del 4 al 10 per cento di elementi da sostituire in linea, a quelle attuali che sono dell'ordine del 1 al 2 per cento.

Faccio notare che la severità di selezione e le modalità relative, dovrebbero essere stabilite spontaneamente dai costruttori, in seguito alla progressiva loro esperienza e nel loro proprio interesse e non imposte dagli esercenti d'impianti elettrici, i quali non avendo approfondite cognizioni ceramiche, rischiano di trascinare sopra vie sbagliate.



Hillebrand (J. A. I. E. E., 1922, pag. 1015) nella discussione delle « Norme per gli isolatori » constatava che in America l'imposizione di norme di prova molto severe era stata, in passato, spesso volte disastrosa nei risultati dei materiali messi in servizio; altri tecnici americani emisero opinioni analoghe.

I costruttori di linee dovrebbero (in base ai coefficienti di sicurezza che credono opportuni per i loro impianti) imporre le tensioni di scarica a secco e con pioggia e il carico di rottura sotto sforzo meccanico; poi dovrebbero richiedere garanzia di esercizio, assicurandosi che il fornitore sia in condizioni da poter rispondere effettivamente di tali garanzie.

Accertata la serietà della Ditta fornitrice, dovrebbe essere lasciata a lei la responsabilità della scelta dei mezzi più adatti a soddisfare nel modo migliore alle garanzie date di soddisfacente esercizio.

Oggi vi è tendenza a imporre prescrizioni troppo severe per le prove meccaniche e per quelle a sbalzi di temperatura e ciò può portare a tipi di porcellana che invecchiano presto: se si leggono le numerose discussioni fatte sull'argomento nelle riunioni della Associazione Elettrotecnica Americana e della Associazione Americana dei Ceramisti, si viene alla conclusione che le vecchie linee, dove principalmente venne segnalato il fenomeno di rapida decadenza dell'isolamento, erano appunto montate con porcellane nelle quali le esigenze elettriche vennero sacrificate a quelle meccaniche.

Del resto è anche discutibile se le prove a sbalzi termici, come vengono fatte, cioè mediante immersioni alternate in acqua calda e fredda, siano effettivamente valide a far giudicare della bontà di un isolatore: se lo fossero, si dovrebbe a fil di logica, escludere l'impiego di isolatori di vetro, che notoriamente resistono assai male a detta prova; invece si continua a metterne in linea, rinunciando alle prove termiche ed accontentandosi di resistenze meccaniche compatibili coll'impiego di un collegante poco compatto come il gesso e colla.

Se le linee così montate danno risultato soddisfacente, vuol dire che la prova termica, come vien fatta, non corrisponde al suo scopo e potrebbe essere il caso di modificarne i criteri anche per gli isolatori di porcellana, riducendo al tempo stesso le esigenze meccaniche in modo di permettere l'impiego di cementature più cedevoli e meno dure delle attuali.

Esperienze d'esercizio, su scala non troppo esigua, con isolatori di tal genere, potrebbero forse orientare le idee circa il cosiddetto invecchiamento degli isolatori.

In proposito vennero escogitate diverse teorie per spiegare il fenomeno:

- variazioni di volume dei cementi, dovute a reazioni chimiche, a cristallizzazione progressiva o ad assorbimento d'umidità con susseguente gelo;

- cristallizzazione lenta (devettrificazione) della porcellana per vibrazioni od altre cause; tensioni interne dovute a non contemporaneo passaggio di tutta la massa dallo stato pastoso (sia in crudo sia durante la cottura) a quello rigido;

- porosità della porcellana e conseguente lento assorbimento d'acqua e quindi attenuazione della resistività della massa;

- sforzi interni dovuti ad effetto piezoelettrico nei cristalli di quarzo contenuti nella porcellana;

- sforzi meccanici dovuti a ripetute variazioni di volume relativo della porcellana e del cemento in conseguenza dei diversi coefficienti di dilatazione e disuguale conduttività termica;

- lento lavoro di disintegrazione causato dal ripetersi di sovratensioni a fronte rapido (impulsi di tensione) ed oscillazioni ad alta frequenza e.... chi più ne ha più ne metta!

Prevale oggi la convinzione che il rapido aumento percentuale di rottura dopo alcuni anni d'esercizio, sia dovuto prevalentemente a sforzi meccanici per successive dilatazioni e contrazioni delle parti cementate, sforzi originati sia da variazioni termiche sia (più raramente) da reazioni chimiche.

Come cause concomitanti vi possono essere poi l'assorbimento di umidità da parte del cemento, e la porosità della porcellana. Quest'ultima causa ebbe molto peso nell'invecchiamento delle linee americane meno recenti, che furono spesso montate con porcellana notevolmente porosa, mentre le porcellane europee avevano, allora, piuttosto il difetto opposto, cioè erano eccessivamente vetrose e quindi fragili. Oggi si cura di correggere le rispettive deficienze da ambo le parti. Ad ogni modo la correzione non è facile perchè modificando le paste in modo di eliminare completamente uno dei due difetti si cade nell'altro ed i limiti tra loro sono vicini.

Perciò appunto è opportuno che i costruttori di linee elettriche non prescrivano per la porcellana caratteristiche troppo

spinte in un dato senso, affinché i fabbricanti d'isolatori non vengano indotti ad una produzione che potrebbe poi in avvenire dar luogo ad inconvenienti più gravi di quelli che si vogliono eliminare.

Vi sarebbe ora da accennare ad alcune considerazioni d'indole strettamente ceramica, riguardanti quanto si è fatto, in questi ultimi anni, per migliorare la porcellana da isolatori nelle sue caratteristiche principali: rigidità dielettrica, resistenza elettrica di massa, resistenza meccanica, e resistenza a sbalzi termici, caratteristiche, come già dissi, difficilmente conciliabili tra loro.

In questo campo si è lavorato molto, ma i risultati ottenuti sono tuttora sotto discussione.

In proposito si è scritto parecchio, ma credo che le pubblicazioni non sempre abbiano detto tutta la verità, ed in generale si riferiscono ad esperienze di laboratorio, che anche se condotte con grande larghezza di mezzi, portano a conclusioni non realizzate poi nella pratica della produzione industriale.

Ciò dipende in gran parte, da fenomeni secondari, non sempre evitabili, che intervengono durante il processo di fabbricazione e cottura e che hanno, sul risultato finale influenza maggiore della stessa struttura chimica dell'impasto.

Gli studi, ormai vecchi benchè tuttora continuati, sulla formazione di masse feltrate o aciculari che prima si ritenevano di sillimanite ( $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ ) e che più accurate indagini dimostrarono essere mullite ( $2\text{SiO}_2 - 3\text{Al}_2\text{O}_3$ ) non hanno portato ai risultati pratici che si speravano da essi.

La constatazione della presenza della mullite e la valutazione della quantità di essa, può essere fatta col microscopio e mediante il metodo, un po' elastico e soggetto a notevolissimo coefficiente personale dell'operatore, dell'attacco mediante acido fluoridrico diluito: però è tuttora discutibile se gli isolatori che contengono mullite in maggiore quantità siano per ciò solo, migliori di quelli che ne contengono meno.

Così pure è discutibile, che il totale assorbimento del quarzo cristallino nella massa della porcellana, da parte dei fondenti, porti quei vantaggi che risulterebbero da considerazioni teoriche.

In proposito ho constatato che la sostituzione del quarzo fuso al quarzo cristallino, nella composizione degli impasti, non porta utilità sensibile.

Date queste incertezze, ritengo inconcludente addentrarmi in particolari su simili argomenti.

Ritengo invece utile far seguire a questa succinta relazione alcune domande, rivolte a quelli dei Congressisti che hanno elementi precisi per rispondere, destinate a dare lo spunto alla discussione:

1. - Si è constatato, soprattutto nelle catene d'ammarraggio, una netta prevalenza di rotture nell'elemento attaccato alla traversa o in quello che porta direttamente il filo? Le rotture di tali elementi, appaiono dovute a fiammate esterne o a sola perforazione dell'isolante entro la cappa metallica?

2. - Si è osservato una forte maggior percentuale di rotture nelle catene d'ammarraggio in confronto a quelle semplicemente sospese? Di che ordine è tale preponderanza?

3. - Si è notato, in modo ben sicuro, che in alcuni tratti speciali della linea, o in alcune speciali zone della rete vi sia una forte preponderanza di guasti agli isolatori, mentre in altri punti i guasti siano limitatissimi? Questi punti singolari, hanno situazione tale da spiegare in qualche modo la anomalia di comportamento?

4. - Si è osservato evidente prevalenza di rotture in determinate stagioni ed in determinate ore della giornata? O anche in relazione a speciali condizioni di temperatura o di piovosità o di neve (escluso i temporali con fulmini che notoriamente sono spesso cause di guasti)?

5. - Nei tronchi di linea a quota superiore ai 1000 metri, si è constatata (per lo stesso modello d'isolatore) maggiore percentuale di rotture che nei tronchi di pianura?

6. - Si sono osservati casi di *sfilatura* delle cappe metalliche oppure dei perni per *sgretolamento* della massa cementante, senza che vi sia stata precedente fulminazione dell'isolatore?

7. - In caso d'isolatori rigidi in più pezzi, si è osservata una preponderanza forte di rottura del pezzo superiore (testa)?

8. - Su linee montate con isolatori di eguale modello, bianchi e bruni, si è constatata una differenza di percentuale di rotture tra gli uni e gli altri? In quale stagione?

9. - Vi sono linee sulle quali, oltre a fare ispezioni periodiche, si faccia sistematicamente, anche a lunghi intervalli, la ripulitura o *lavatura* degli isolatori?

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sul selezionamento termico degli isolatori.

Riceviamo:

L'Ing. Selmo comunica nel n. 8 dell'Elettrotecnica i risultati da lui ottenuti col ricambio di isolatori rigidi a più campane cementate, selezionate a mezzo di prove termiche. Viene constatato che una buona parte degli isolatori tolti dalla linea non hanno sopportato la prova di sbalzi di temperatura mentre quelli che l'hanno superata, una volta rimessi in esercizio, hanno dato ottimi risultati. D'altra parte è stato osservato che un certo numero di isolatori che avevano dato buoni risultati in esercizio, avevano dato, alla prova termica, un numero rilevante di rotture. Da ciò si deduce che la prova a sbalzi di temperatura non rappresenta un criterio adatto per giudicare gli isolatori.

A tal proposito vorrei osservare quanto segue:

E' giusto che le qualità termiche ed elettriche di un isolatore non hanno nulla a che fare tra di loro, nel senso che un isolatore può essere buono elettricamente e cattivo dal punto di vista termico e viceversa; ma in determinate circostanze, la prova termica è in grado di eliminare delle deficienze elettriche, e ciò è stato confermato dagli esperimenti. L'Ing. Selmo ritiene che si tratti di isolatori invecchiati. Non si è finora mai potuto dimostrare l'invecchiamento della porcellana, ed anche le misurazioni dell'angolo di perdita d'isolatori ch'erano stati in servizio per decenni, non ne hanno dimostrato traccia; si può invece ammettere che tanto le perforazioni in linea, quanto le rotture alle prove di immersione, erano dovute alla dilatazione del cemento. Può succedere che la rottura di una campana, in un isolatore in più pezzi, avvenga senza causare subito la perforazione dell'isolatore restant intatte le altre campane; può però provocarla in un certo tempo. D'altra parte un isolatore, con una sola campana rotta non sopporterà naturalmente la prova termica. Ma si può andare più avanti: può darsi che la porcellana, in seguito a dilatazione del cemento non si sia ancora spaccata, ma che questa sollecitazione abbia assunto tali proporzioni da provocare nell'interno tensioni meccaniche eccessive. Queste col tempo causano la rottura e quindi la perforazione dell'isolatore, nello stesso modo che alle prove termiche fanno sì che esso si spezzi. Provando quindi isolatori cementati che abbiano o screpolature interne o sollecitazioni del genere sopra descritto, si può ammettere con sicurezza che l'isolatore si spezzerà. Questa sarà anche la ragione per cui gli isolatori, che hanno superato la prova termica, hanno dato successivamente in esercizio buoni risultati: si trattava evidentemente di pezzi nei quali per una qualsiasi ragione la dilatazione del cemento non aveva raggiunto proporzioni pericolose.

S'intende che anche un isolatore elettricamente buono potrà non superare la prova termica, se fabbricato di materiale che già in partenza non resiste agli sbalzi di temperatura.

Si possono quindi riassumere i risultati come segue: la prova termica di isolatori cementati è adatta a selezionare i pezzi già compromessi, ma può anche eliminare isolatori elettricamente buoni, qualora questi posseggano già in precedenza una limitata resistenza termica.

Dott. E. ALTMANN.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### ELETTROTECNICA GENERALE.

**J. LISTON — Alcuni cenni sullo sviluppo dell'industria elettrotecnica nel 1926.** (Gen. El. Rev., gennaio 1927, pag. 4).

Le notizie riferite dall'A. riguardano specialmente la produzione di materiale elettrico da parte della G. E. Co. che nel 1926 ha superato quella di ogni annata precedente. Nel campo delle centrali idroelettriche degna di nota è l'applicazione del comando automatico ad unità di potenza sempre maggiore, quale non erasi precedentemente raggiunta. Anche negli altri rami delle costruzioni elettromeccaniche si andò sempre più perfezionando lo sviluppo dei mezzi adatti ad una sempre migliore utilizzazione dell'energia elettrica.

**Turbine a vapore.** — Attualmente sono in costruzione complessi di turbine da 91.500 kW, da 94.000 kW e 208.000 kW che s'installeranno rispettivamente negli anni 1927, 1928 e 1929.

L'A. dà alcuni dettagli sul complesso da 208.000 kW, che sarà costituito da tre unità con applicazione di un riscaldamento intermedio del vapore. Le tre unità funzioneranno tutte a 1800 giri; l'unità ad alta pressione comanderà un turbo-alternatore da 76.000 kW a fattore

di potenza uguale a 0.85, che sarà il più grande turbo alternatore costruito per tale numero di giri, mentre le due unità a bassa comanderanno ciascuna un turbo-alternatore da 62.000 kW pure per fattore di potenza uguale a 0.85 e un piccolo turbo di servizio da 4000 kW. I turbo-alternatori principali saranno avvolti per 18.000 volt.

Durante l'anno 1926, in complesso sette gruppi da 40.000 a 60.000 kW entrarono in servizio con ottimo risultato.

Nell'estate del 1925 per conto della « Hartford Electric Light Company » furono installati alla « Dutch Point Station » un nuovo tipo di caldaia a vapore di mercurio ed una nuova turbina multipla a tre salti in sostituzione della caldaia tubolare e della turbina semplice installata nel 1923. In seguito alle modifiche apportate all'impianto è stato possibile realizzare con l'attuale sistema caldaia-turbina il rendimento del 70 % contro quello del 60 % ottenuto coll'installazione precedente.

**Propulsione navale e ausiliari di bordo.** — Dopo il successo della nave da carico turbo-elettrica da 13.000 tonn., entrata in servizio nel luglio 1925, è stato ora ordinato alla G. E. Co. l'equipaggiamento turboelettrico di propulsione per un'altra nave da carico da 3600 kW asse, destinata ai Grandi Laghi; in porto lo stesso turbogeneratore principale, che serve alla propulsione, alimenta i servizi.

Parecchie altre installazioni di equipaggiamenti elettrici, sia di propulsione che di ausiliari sono ricordate nell'articolo.

**Trazione.** — Specialmente ricercato è stato il nuovo tipo di equipaggiamento a peso ridotto, che ha fra gli altri il notevole vantaggio di diminuire le spese di esercizio. Altri avvenimenti notevoli dell'annata sono stati la messa in esercizio di 67 unità motrici multiple sulla rete della Brooklyn-Manhattan Transit Corporation e la introduzione di nuovi perfezionati apparecchi di comando, fra i quali un nuovo tipo leggero di controller, un compressore d'aria per 1500 volt e un freno magnetico su rotaia.

Una elettrificazione particolarmente interessante è quella, che va realizzando a Tocopilla (Cile) la Anglo-Chilean Consolidated Nitrate Corporation, giacché si tratta di elettrificare una linea a vapore che attraversa per 40 km una regione assolutamente priva di piogge e richiede quindi attualmente costosi trasporti di acqua per le sue locomotive. La linea sarà a corrente continua, 1500 volt, e riceverà energia da due sottostazioni con gruppi motore sincro-dinamo. I locomotori presentemente in costruzione sono cinque da 66 tonnellate forniti di frenatura di ricupero.

Nella elettrificazione della rete suburbana della Illinois Central Railroad, compiuta nel luglio 1926, sono stati adoperati raddrizzatori a mercurio. Importante caratteristica del sistema di distribuzione è stata l'installazione di interruttori automatici ultrarapidi in tutti i punti più importanti.

Sono in costruzione quattro locomotori Diesel-elettrici.

Le automotrici benzo-elettriche finora costruite per le varie linee locali degli Stati Uniti sono circa 120. Gli auto benzo-elettrici per servizio pesante urbano incontrano anch'essi un crescente favore; il loro numero è salito durante il 1926 da 250 a 1000.

**Alternatori per accoppiamento a turbine idrauliche.** — Fra i più grossi alternatori costruiti vi sono tre unità verticali da 37.500 kVA, 12.000 volt, e due unità orizzontali da 33.000 kVA, 11.000 volt. In generale per le 30 e più unità costruite nel 1926 si è diffuso l'uso dei supporti di spinta a molla e del sistema chiuso di ventilazione forzata; in molti casi poi si è trovata opportuna la costruzione in lamiera d'acciaio sia dello statore che del rotore.

**Condensatori rotanti.** — Sono in costruzione tre condensatori rotanti da 50.000 kVA, 600 giri, 500 periodi, che non solo saranno i più grandi fin'oggi costruiti, ma avranno anche il più alto rendimento, cioè circa il 93.3 per cento. Essi verranno impiegati nella linea Big Creek a 220.000 volt.

**Convertitrici sincrone.** — Alla Société Général Métallurgique di Hoboken sono stati forniti tre gruppi composti di un trasformatore da 3055 kVA, 6600/130 volt, e di una convertitrice sincrona da 915/1840 kW, 10.500 ampere, 80/175 volt. Una nuovissima caratteristica di questi gruppi è che la variazione di tensione della corrente continua prodotta si ottiene facendo variare il rapporto di trasformazione del trasformatore e l'eccitazione della convertitrice.

**Motori.** — Sono state studiate nuove serie di motori per servizi diversi.

Sono stati ristudiati i motori a corrente alternata a collettore a velocità regolabile mediante spostamento delle spazzole, raggiungendo una regolazione dell'1 a 3 con ottimo funzionamento anche alle velocità inferiori.

Nel campo dei motori piccolissimi è da segnalare un motorino asincrono per fonografo costituito da un semplice disco di rame con alberino verticale, che comanda direttamente la piastra rotante. Il disco gira fra due gruppi di forti elettromagneti, che fanno ottenere una coppia elevata. I soli ingranaggi esistenti sono quelli pel comando del piccolo regolatore centrifugo.

Infine un motorino sincro autoavviante della potenza di un milionesimo di HP rappresenta il più piccolo sincro finora costruito. Alto 50 mm, pesa 115 gr. e consta di un disco magnetico dentato ad asse verticale, che gira nel trafero di un elettromagnete: i denti costituiscono i poli. E' destinato ad apparecchi di misura e per comandi a tempo.

**Comando dei motori.** — Si sono perfezionati i controller di comando dei motori, si è studiato un dispositivo di scatto a minima a tempo ritardato per i compensatori di avviamento dei motori a gabbia di scoiattolo, si sono adottati numerosi dispositivi per l'avviamento auto-

matico dei motori a tempo definito e quadri semi automatici di avviamento di motori sincroni. Si sono costruiti controller con 31 punti di regolazione per il comando dei ventilatori delle caldaie delle centrali.

Si è studiato un nuovo tipo di *protettore di rete* per l'esclusione dal circuito dei trasformatori difettosi, in caso di ritorno di energia. Esso è costituito da un relai, che comanda un contattore automatico, che si chiude di nuovo alla successiva messa in servizio del trasformatore. L'insieme è a tenuta stagna.

**Impianti industriali.** — Nell'applicazione dell'elettricità a impianti industriali le cartiere meritano un cenno particolare. Un impianto eccezionale, è quello della Canadian International Paper Company, dove la potenza installata è di molte migliaia di kW.

Negli zuccherifici si è largamente diffuso il sistema di comando delle macchine disgregatrici mediante frequenza variabile, con controllo delle varie frequenze da uno stesso punto dello stabilimento. La regolazione della velocità è fatta in modo che essa possa variare progressivamente seguendo il corso della lavorazione. Pel comando degli estrattori centrifughi è usato un motore a commutazione di poli, nel quale la variazione della coppia è fatta mediante inserzione di resistenza nello statore.

Numerose e colossali le installazioni di motori per laminatoi eseguite durante il 1926 per una potenza totale di 105.000 kW. Per tale genere di industria furono poi installate durante l'anno delle centrali generatrici per oltre 1000.000 kW.

Nelle miniere di rame del Montana furono eseguite delle installazioni di argani che arrivano alla profondità di circa 1500 metri, che vengono percorsi in 152 secondi con motori a corrente continua regolati col sistema Ward Leonard.

L'uso della saldatura elettrica ad arco si è largamente esteso. Fra le più importanti applicazioni va rilevata quella della saldatura lungo linee circolari per le carcasse statoriche di grosse macchine fino a m 2,5 di diametro, dove la macchina resta ferma e l'arco si sposta lungo la linea da saldare, oppure per macchine medie, o piccole dove l'arco rimane fermo e ruota invece la macchina.

**Ricerche.** — Gli studi sui raggi catodici hanno raggiunto un grado ancora più elevato di perfezione con la costruzione di un nuovo tubo catodico. In esso la tensione massima usata è stata portata da 200.000 a 400.000 volt. Tale tubo è destinato a usi terapeutici, essendo capace di produrre altrettanti elettroni quanto una tonnellata di radio, con una maggiore profondità di penetrazione dei raggi stessi.

Interessanti studi sono stati compiuti sulla saldatura mediante arco circondato da atmosfera d'idrogeno; esso presenta notevoli vantaggi in quanto tale corrente evita ogni ossidazione o introduzione di impurità o di azoto nella materia saldata.

**Radio trasmissione.** — Durante il 1926 furono fabbricati tre trasmettitori a tubo a vuoto da 80 kW ciascuno, composti di un rettificatore, di un oscillatore principale e di un amplificatore di potenza e studiati per uso telegrafico fino a una velocità di 100 parole al minuto.

Fu costruito pure un certo numero di trasmettitori da 500 watt per uso sulle navi di guardia ai ghiacci. Hanno una lunghezza d'onda continua da 600 a 2400 metri con controllo telegrafico.

**Trasformatori.** — Alla fine dell'anno erano in corso di costruzione 28 trasformatori a 220.000 volt per un totale di 727.000 kW, e a una certa epoca dell'anno erano in costruzione trasformatori oltre i 70.000 volt per 2.000.000 kW.

Fra i più importanti costruiti si notano 13 unità a 200.000 volt, 26.667 kW. Il più grande trasformatore costruito fu un autotrasformatore da 66.667 kW, 25 periodi, rapporto da 12.000 a 24.500 volt.

Si costruirono trasformatori da 30.000 e 16.700 kW con cassoni resistenti al vuoto e unità da 4750 kW da 3 a 6 fasi e da 2375 kW da 30 a 12 fasi con commutatori per la variazione di rapporto di trasformazione, comandato a distanza. Si sviluppò la costruzione di trasformatori in olio con raffreddamento ad aria soffiata. Con tale sistema di raffreddamento si costruirono tre unità monofasi da 10.000 kW, e i più grandi attualmente costruiti con tale sistema furono quattro autotrasformatori da 30.000 kW per le tensioni di 220.000 Y, 125.000 Y, 10.640 V del peso totale di 130 tonnellate.

Nel campo della radiotelegrafia allo scopo di eliminare le radio interferenze, si ideò un trasformatore a tre filtri selettivi, uno nel circuito di bassa tensione, uno sul circuito magnetico, e un terzo sul circuito della alta tensione. In detto trasformatore un dispositivo di shunt magnetico disposto sul nucleo permette di limitare la corrente secondaria di corto circuito durante il funzionamento.

Un miglioramento nei piccoli trasformatori (fino a 500 kW) riguardante un aumento della superficie radiante rispetto al diametro del cassone portò a una riduzione del 25 per cento sul peso.

Dal 1923 ad oggi vennero costruite 34 unità trifasi per un totale di 750.000 kW, per collegare differenti reti e per processi elettrolitici e metallurgici con sistema che permette la variazione di rapporto sotto carico fino al 120 per cento massimo e al 10 per cento minimo del rapporto base. I più grandi trasformatori muniti di tali commutatori sono un autotrasformatore trifase da 60.000 kW, 60 periodi, 132.000 volt con neutro a terra, 36.000 volt 12.000 volt della Edison Company e un altro trasformatore da 60.000 kW, 60 periodi e rapporto 72.600/13.800 volt della Philadelphia Electric Co.

Due trasformatori trifasi da 10.000 kW, 60 periodi della Cleveland Electric Illuminating Co., furono muniti di comando automatico per mantenere costante la tensione di linea col variare del carico mediante 11 prese sull'alta tensione ciascuna per una variazione del 2,5 per cento.

Per le prove e lo studio dei fenomeni di alta tensione, si costruirono sei trasformatori monofasi per una tensione totale di 2.100.000 V.

**Reattanze.** — Il più grande limitatore di corrente isolato in olio a raffreddamento naturale finora costruito dà una caduta reattiva del 7,1 per cento in un circuito da 54.600 kVA, 73.000 volt. In esso un avvolgimento ausiliario messo in corto circuito disposto internamente diminuisce le perdite eccessive dovute al flusso disperso del reattore, e rende la tensione proporzionale alla corrente per ogni suo valore.

**Cavi per alte tensioni.** — L'A. tratta dell'installazione dei cavi per alte tensioni, di cui circa 100 km furono installati per 132.000 volt.

**Sottostazioni e centrali automatiche.** — Nel campo delle sottostazioni di conversione per trazione, in più della metà dei nuovi impianti è stato adottato il comando automatico con unità che giungono sino a 3000.

Per le centrali idroelettriche automatiche notevole è l'impianto installato a Glines Canyon Power House (Washington), costituito da un alternatore da 13.333 kW, tensione 6600 volt, 60 periodi, accoppiato ad una turbina idraulica.

Per l'illuminazione con corrente continua è degno di nota l'impianto eseguito per la « Union Electric Light and Power Company of St. Louis », dove fu messa in funzione una convertitrice sincrona di 2.250 kW, 250/125 volt con controllo automatico, e due gruppi motore sincro-dinamo comandati automaticamente, da 1878 kW ciascuno, come riserva.

Per l'illuminazione con corrente alternata la « Gulf Electric Company » ha quasi ultimato l'installazione di un condensatore sincro di 10.000 kW, 11.000 volt, il quale per qualche tempo ha funzionato per regolare le variazioni della tensione all'estremità di una linea di trasmissione a 110 kV. La disposizione automatica è intesa non già a prevenire le interruzioni, le quali sono inevitabili, ma a renderle di breve durata.

Vi fu un continuo incremento nella richiesta di impianti equipaggiati per l'aperto e per l'adozione di coltelli separatori da 154 a 220 kV.

**Apparecchiature.** — Si è prodotto un nuovo tipo di interruttore in olio per tensioni fino ad 88.000 volt per potenze da 175.000 a 500.000 kVA ed un altro tipo per tensioni sopra 110.000 volt.

Si è perfezionato un interruttore per grandi capacità di rottura fino a 1.500.000 kVA. Si è studiato un trasformatore di corrente a passante con diverse prese in modo da ottenere molti rapporti di trasformazione.

Per la protezione delle reti sotterranee è stato studiato un tipo di interruttore in aria, con scatto per ritorno di energia, che chiude automaticamente al ripristino delle condizioni normali. Una maniglia esterna permette il comando a mano e due lampade spia indicano la posizione dell'interruttore, che è rinchiuso in cassetta stagna.

Si sono studiati relais funzionanti contemporaneamente per mancanza di tensione, di fase e per inversione di fase.

Si è giunti ad un nuovo sistema di distribuzione a corrente alternata, che consiste in una rete a bassa tensione alimentata dai trasformatori di distribuzione attraverso interruttori automatici a ritorno di energia. Il sistema è protetto contro i guasti, che avvengono nel lato ad alta tensione; quelli eventuali nella rete a bassa si eliminano da sé. Si possono staccare dalla rete i trasformatori superflui, quando il carico è ridotto, togliendo l'alimentazione del feeder corrispondente in centrale ed automaticamente i trasformatori vengono staccati dalla rete. Similmente avviene nei momenti di carico maggiore.

Si è studiato un nuovo tipo di relai per la protezione contro terra che agisce su principio wattmetrico.

**Contatori.** — Molte migliorie sono state apportate ai contatori di fluidi riuscendo a rendere indipendenti, dal variare della tensione del circuito di alimentazione ausiliario, le misurazioni del fluido erogato.

Si è sviluppato un nuovo tipo di contatore di richiesta, che registra direttamente la richiesta di energia intervallo per intervallo; esso è anche munito di un totalizzatore, che permette di confrontare le sue indicazioni con quelle di contatori usuali. E' stato costruito un grande wattmetro registratore totalizzatore, che permette la totalizzazione di 600.000 kW erogati da diverse linee.

E' stato costruito uno strumento automatico, che permette di registrare fotograficamente i fenomeni transienti atmosferici riguardanti i disturbi delle linee.

**Illuminazione.** — Si è avuto nel 1926 un forte aumento nella vendita delle lampade.

Le insegne luminose hanno dato un investimento di 20 milioni di dollari ed un contributo annuo di 22 milioni di dollari alla Società di esercizio.

Uno sviluppo notevole ha avuto l'illuminazione per le aerovie e gli aereoscali, che è stata iniziata su larga scala.

Ha avuto considerevole incremento la costruzione dei proiettori per illuminazione di edifici.

L'illuminazione stradale ha avuto un magnifico esempio nella illuminazione della State Street di Chicago. Si sono pure fatti impianti di illuminazione stradale con lampade comandate da correnti convogliate alla frequenza radio.

Uno sviluppo notevole hanno avuto i proiettori con la costruzione di specchi con doppia superficie parabolica appositamente studiata. Effetti di luce meravigliosa si sono ottenuti con questo mezzo illuminando di notte le Cascate del Niagara.

C. G. E. (\*)

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. T. DEMPSEY — **Comando a distanza di impianti di illuminazione stradale.** (J. A. I. E. E., gennaio 1927, pag. 12).

L'A. descrive brevemente i sistemi di comando e regolazione a distanza degli impianti di illuminazione stradale di New York. Dopo avere riassunto lo sviluppo di tali impianti dal 1879 in avanti, si ferma specialmente sulla nuova sistemazione adottata nel 1918 dopo laboriose esperienze.

Le direttive fondamentali seguite nello studio di tale sistema furono le seguenti.

Il circuito di comando deve essere tale che venga completamente eliminato il pericolo che un certo numero di lampade possa essere messo fuori servizio per un guasto ai circuiti di comando o per un difettoso funzionamento dei relais.

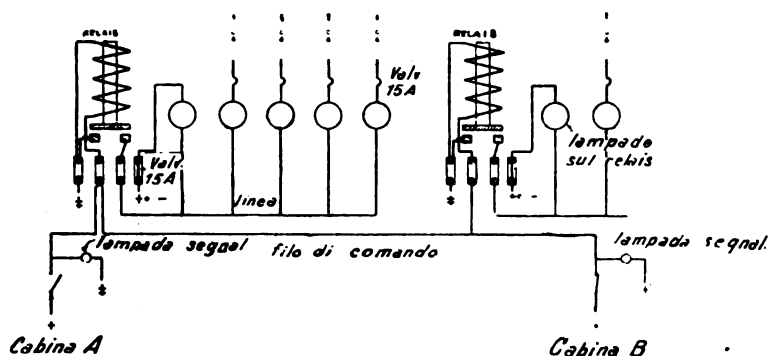


Fig. 1. — Schema del dispositivo di comando per illuminazione stradale.

Il sistema deve avere una certa elasticità di funzionamento dando modo di accendere o spegnere in vari modi le lampade da diverse stazioni di comando. I relais devono funzionare colla minore possibile complicazione di parti mobili; essi devono chiudere il circuito di accensione indipendentemente dalla tensione in modo che le lampade abbiano ad accendersi qualora si verificasse un'eventuale interruzione del circuito di comando. Così facendo la continuità del servizio è garantita nel miglior modo possibile.

La fig. 1 rappresenta il sistema di comando adottato sia dalla New York Edison Co. sia dalla United Elec. Light and Power Co. I fili di comando sono disposti entro gli stessi condotti sotterranei nei cavi.

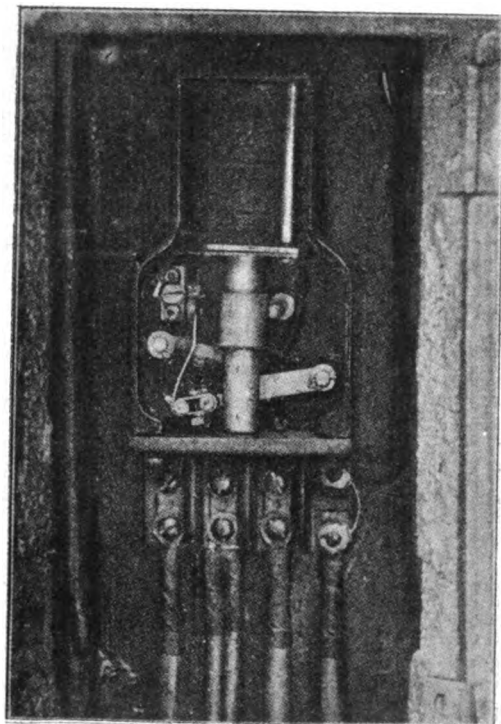


Fig. 2. — Installazione di un relais di comando.

Nello schema è indicata la posizione di lampade spente, coll'interuttore di comando chiuso nella sottostazione B e il solenoide attivo che mantiene sollevata l'armatura. La lampada di segnalazione è accesa sia nella sottostazione B che in quella A, indicando che il filo di comando è in buone condizioni.

La fig. 2 rappresenta uno di questi relais, che hanno le dimensioni di circa cm 5 x 10 x 20; il solenoide consuma da 7 a 10 watt, e i

contatti principali sono proporzionati per portare e interrompere correnti di 25 A.

La fig. 3 rappresenta lo schema di distribuzione e di comando per una zona della City di New York; i relais sono installati ad ogni crocicchio.

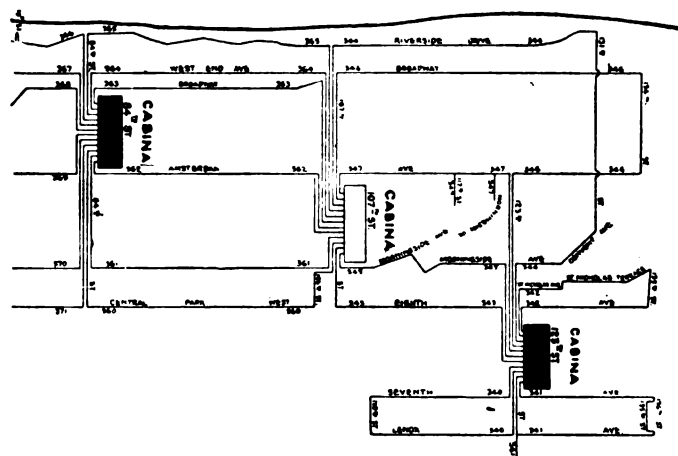


Fig. 3. — Schema di una zona con impianto di comando a distanza per l'illuminazione.

Come è indicato in fig. 1 il filo di comando è connesso al relais in modo diverso nella cabina A e in quello della B. La connessione tipo A è quella usata per le strade di numero pari, e quella B è usata per le strade di numero dispari. La connessione B rende più facile rompere il filo di comando in tante sezioni, quando occorre per esempio in caso di prove; inoltre essa rende possibile di comandare un circuito speciale da una qualunque delle cabine colla connessione del tipo A.

Il sistema di regolazione e di comando usato, dalla United Elec. Light and Power Co., nel Borough of Manhattan (City di New York) differisce dal precedente in questo che in ogni posto di comando di un gruppo di lampade vi è un relais e il circuito di comando è aperto o chiuso per opera di un movimento di orologeria montato in un posto di comando situato nella parte centrale dell'area servita; il circuito di comando si prolunga fino alla più prossima cabina dove è inserita una lampada di spia per indicare che l'orologio e il circuito di comando funzionano regolarmente.

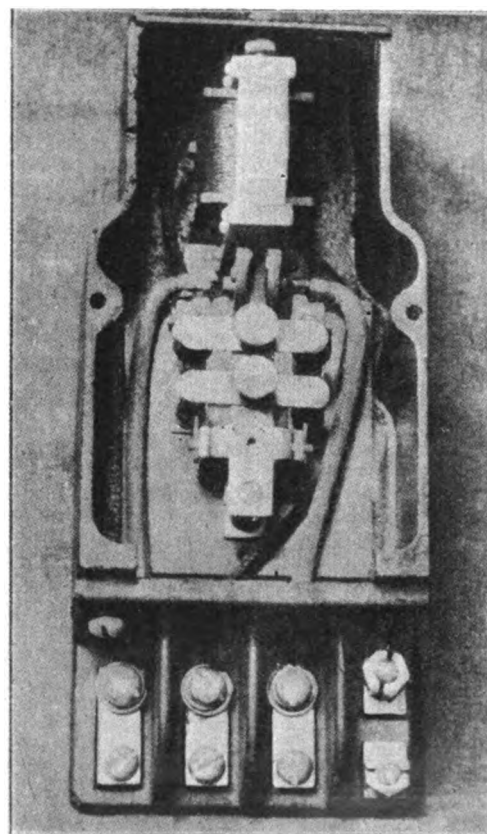


Fig. 4. — Relais di comando completo.

Le figure 2 e 4 rappresentano i relais usati: il primo morsetto a sinistra è il neutro del sistema; il secondo è quello del circuito di comando; il terzo è per la connessione col filo di alimentazione delle lampade; il morsetto a destra è la connessione per una



valvola relativa alla lampada installata nel posto di comando dove trovatisi i relais. La chiusura o la interruzione del circuito principale avviene sul filo neutro; ciò rende possibile, durante un eventuale guasto del relais durante la notte di continuare il servizio mettendo semplicemente a terra in un punto opportuno in qualcuno dei posti di comando il filo di alimentazione. E' appunto per questo che nella costruzione dei relais si è fatto in modo che i morsetti siano direttamente accessibili.

Da tabelle riportate nell'articolo originale si desume che ogni relais comanda un carico totale di 1234 A (ossia 148 kW); la potenza consumata per l'impianto di comando è di circa 7,3 A (pari a 0,87 kW). La potenza totale annua consumata nel servizio luce su una certa area è di 592.400 kWh, e quella per comando è, nello stesso periodo, di 4.169 kWh.

R. S. N.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un nuovo filtro per olio isolante è descritto nell'Electrical World del 26 marzo 1927, pag. 647. L'idea fondamentale è quella di far passare l'olio in senso radiale fra degli anelli di ottone separati da elementi distanziatori sottilissimi di rame deposto per via elettrolitica. Il filtro consiste di un grosso cilindro cavo di acciaio nel quale sono collocati delle pile di migliaia di anelli separati da distanze estremamente piccole: l'olio dall'esterno penetra sotto pressione fra gli anelli e raggiunge la cavità assiale della pila di anelli e mette capo ad un collettore che lo porta all'esterno. Ogni impurità resta presa fra gli anelli cosicchè l'olio esce dal filtro pienamente purificato. La pulizia del filtro si opera periodicamente invertendo per pochi minuti il senso della corrente dell'olio. Lo spazio fra i dischi è di circa un centesimo di millimetro. In causa della maggiore tensione superficiale che essa possiede, l'acqua non riesce a penetrare fra i dischi e si raccoglie perciò all'esterno di essi e viene evacuata dal fondo del filtro. L'apparecchio, in uso presso una grande Società Elettrica Americana, si è dimostrato pratico ed economico.

\*

Un nuovo tipo di indicatore delle onde vaganti e dei contatti di terra è stato studiato dalla Casa Mix e Genest di Berlino. Con tale apparecchio si prolunga artificialmente la durata d'azione dei colpi di corrente e di tensione su di un relais polarizzato, impiegando una speciale valvola elettronica dando così modo all'armatura del relais di funzionare anche se i fenomeni perturbatori sono di brevissima durata.

La griglia di tale valvola viene caricata dai brevi colpi di corrente che attraversano l'apparecchio. Quando è passato un colpo di corrente, gli elettroni che sono stati trasportati non possono ritornare al catodo, poichè lo impedisce un apposito condensatore. La carica accumulata sulla griglia può dunque disperdersi lentamente, attraverso una forte resistenza inserita in derivazione sul condensatore.

Appena la carica si è annullata attraverso questa resistenza, la corrente anodica può di nuovo passare e quindi abbassare l'armatura del relais, e mediante questa aprire di nuovo il contatto di comando. Variando opportunamente la resistenza si può variare a piacere la sensibilità degli apparecchi.

Fig. 1A - Fig. 1B

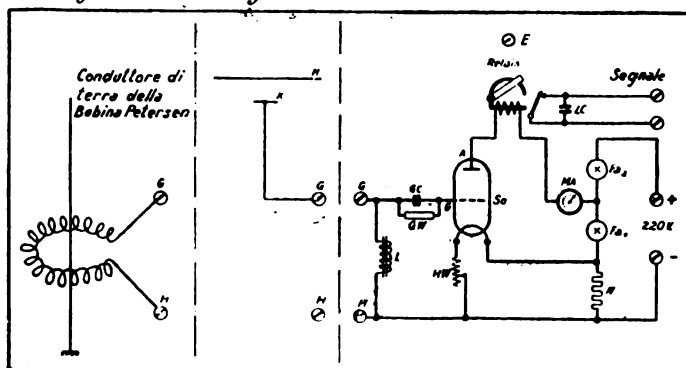


Fig. 1. — Schema dell'indicatore di onde vaganti e di contatto a terra.

L'indicatore è costruito per collegamento diretto a corrente continua a 220 volt, in modo che non occorrono altre sorgenti di energia. La tensione per il riscaldamento e per l'anodo si può ricavare inserendo un apposito divisore di tensione. Un milliamperometro — che fa parte dell'apparecchio — permette di leggere la corrente anodica.

L'energia totale occorrente, a carico continuo, è di circa 50 watt. Come apparecchio segnalatore, serve una sirena a forte suono e come apparecchio registratore un usuale voltmetro od amperometro.

Lo stesso apparecchio può essere impiegato sia come indicatore delle onde vaganti, sia come indicatore dei contatti a terra; nel primo caso viene inserito con una capacità, nel secondo caso invece con una bobina di impedenza.

La fig. 1 B fa vedere l'inserzione dell'apparecchio come indicatore delle onde vaganti. Se la linea *H* è attraversata da un'onda vagante si produce un colpo di corrente che, attraverso il condensatore *K* e la bobina *L*, va a terra.

La tensione che si produce perciò sulla bobina *L* sposta gli elettroni dal filamento alla griglia e tale movimento continua sempre nello stesso modo, finchè vi sono onde vaganti sulla linea *H*.

Il condensatore *K* è molto piccolo ed è costituito semplicemente da un filo lungo 1 o 2 metri e collocato parallelamente ed a conveniente distanza dalla linea ad alta tensione; tale filo va collegato alla bobina *L* e deve essere isolato soltanto come se fosse un conduttore a bassa tensione.

Come indicatore dei contatti a terra l'apparecchio va inserito come mostra la fig. 1 A. Attorno al conduttore che dalla bobina Petersen va a terra è posto un piccolo trasformatore ad anello. Se un colpo di corrente attraversa tale conduttore, in seguito ad un contatto a terra sulla linea, si produce nello avvolgimento dell'anello una tensione che agisce sulla bobina *L* e produce naturalmente gli stessi effetti descritti per l'indicatore delle onde vaganti.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

Intorno alla resistenza di contatto fra pezzi di rame sono riportate interessanti esperienze nella General Elec. Rew. del febbraio 1927, pag. 85.

Le esperienze sono state eseguite su di un gruppo di interruttori e di contattori, mantenendone i contatti a temperatura costante, e misurando la resistenza di contatto risultante.

Gli stessi apparecchi furono anche provati, tenendo costante la corrente e notando gli aumenti risultanti nella temperatura e nella resistenza di contatto.

Da tali ricerche l'A. ha potuto desumere quanto segue: quando il rame è esposto all'aria si forma dapprima uno strato di ossido di rame ( $\text{CuO}$ ), che aumenta coll'aumentare della temperatura; dapprima aumenta anche la resistenza di contatto; però dopo un certo tempo la resistenza e la temperatura cominciano a diminuire fino a ritornare quasi normali; continuando la prova, il ciclo si ripete ed ogni volta si nota che alla fine del ciclo la resistenza di contatto è aumentata di un piccolo valore. Ciò si spiega col ripetersi di fenomeni di ossidazione e di riduzione con produzione alternante di  $\text{CuO}$  e di  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Circa la forma dei pezzi a contatto, si è dimostrato che una grande superficie di contatto non ha nessuna influenza sulla diminuzione della resistenza.

Per quanto si riferisce ai mezzi usati per evitare la formazione del  $\text{CuO}$ , anzichè adoperare vaselina od olio sulle lame dei coltelli o su contatti di altra forma, (tali sostanze non diminuiscono la resistenza di contatto, la quale invece anzi aumenta se i contatti sono a superficie piana), che originano seri inconvenienti per effetto della polvere che inevitabilmente assorbono, è consigliato invece di adoperare mezzi meccanici o elettrici, consistenti i primi nell'usare cautamente una limetta sottile, anzichè adoperare carta smerigliata, ed i secondi nel bruciare il  $\text{CuO}$ , mediante la formazione di arco elettrico, nelle vicinanze delle parti ossidate.

### IMPIANTI.

Un nuovo tipo di diga detto a cupole multiple (multiple dome dam) è stato studiato per uno sbarramento in costruzione sul fiume Gila (Arizona S. U.) per un serbatoio di 1600 milioni di metri cubi di capacità. Lo sbarramento, alto 76 m chiude una gola larga in basso 75 m e in alto circa 180. Secondo le notizie pubblicate dall'Engineering News-Record 1926, n. 21, la diga conterà di tre grandi cupole, di 55 metri di luce ciascuna, appoggianti a contrafforti in muratura e presentanti una forte curvatura non solo in pianta ma anche nel loro profilo verticale: in questo particolare si differenziano dalle dighe ad archi multipli. Questo tipo è stato prescelto dopo attento esame di altri progetti di dighe a gravità o ad archi multipli.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un apparecchio a lettura diretta per la misura dei campi magnetici, detto « Gaussmetro », è stato presentato all'Acc. delle Scienze di Parigi nella seduta del 14 febbraio 1927. Un cristallo mobile intorno ad un asse convenientemente scelto è soggetto all'azione di una coppia proporzionale al quadrato del campo, che tende ad orientarlo; la coppia antagonista è data dalla torsione di un filo o di una molla spirale; per ogni valore del campo si ha quindi una posizione d'equilibrio del cristallo e dell'indice ad esso collegato.

Vengono usati i cristalli romboedrici di carbonato di ferro che presentano una anisotropia particolarmente accentuata; l'asse di rotazione è disposto perpendicolarmente al piano contenente l'asse ternario del cristallo e la direzione delle linee di forza. L'apparecchio è però sensibile alle variazioni di temperatura, ed esige perciò una correzione delle letture. Si prevede però di poter eliminare l'inconveniente coll'uso di due cristalli a coefficiente di temperatura inverso. L'apparecchio è di maneggio molto facile e comodo.

**MOTORI ELETTRICI.**

Per la determinazione rapida della corrente assorbita da un motore elettrico in diverse condizioni di carico e di fattore di potenza è riportato un grafico, nell'Electrical World del 26 marzo 1927, pag. 650. Il grafico, permette di risolvere molto rapidamente questo problema come anche quello inverso: quello cioè di determinare il massimo carico di motori che può essere collegato ad una certa linea, dopo aver fissato, in base alle condizioni di temperatura, la corrente massima ammissibile nei motori. Il grafico riesce assai semplice e può essere tracciato con grande accuratezza essendo composto di rette o di linee che si approssimano moltissimo a rette. L'approssimazione che si raggiunge è largamente nei limiti di quelle volute dalla pratica.

**TRAZIONE E PROPULSIONE.**

Della linea di trazione a 2400 V della Butte Anaconda and Pacific Railw sono riportate alcune caratteristiche nella Gen. Elec. Rew. del febbraio 1927. La necessità presentatasi per questa linea di avere un pantografo capace di derivare una corrente massima di 800 ampere, per far funzionare due locomotori da 80 tonnellate accoppiati insieme e la impossibilità pratica, di costruire dei pantografi ad archetto per raccogliere correnti superiori a 200 ampere, ha condotto alla costruzione di uno speciale pantografo a rullo che ha dato praticamente buoni risultati. Tuttavia il suo rullo di contatto ha un peso di circa 19 chilogrammi contro i 2-3 chilogrammi dell'elemento di contatto ordinariamente usato e quindi dà luogo naturalmente a urti più sensibili contro il filo di contatto. Tenuto conto di questo fatto e non potendo d'altronde alleggerire ulteriormente il rullo, si è deciso al contrario di alleggerire nei limiti del possibile tutti gli organi di sospensione e di ancoraggio della rete. La pratica ha sanzionato con ottimi risultati l'applicazione di questo principio. La manutenzione della rete viene eseguita da una squadra di tre uomini, che si sposta facilmente da un punto all'altro dei 198 chilometri complessivi di binari per mezzo di un'automotrice a benzina appositamente costruita e attrezzata.

**Contributi quote sociali:**

366 soci individuali . . . . .	a L. 60,—	L. 21.960,—
1 socio individuale estero . . . . .	» » 100,—	» 100,—
17 soci collettivi . . . . .	» » 250,—	» 4.250,—
2 » » (Enti culturali) . . . . .	» » 125,—	» 250,—
Interessi sul conto corrente e sopravvenienze attive . . . . .	» 1.143,—	
<b>Totale</b>		<b>L. 27.703,—</b>

**SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1926.****Attività:**

Contanti in cassa e presso il Presidente e Segretario . . . . .	L. 2.183,65
Conto corrente alla Banca d'America e d'Italia . . . . .	» 13.375,—
Mobili e libri (pro memoria) . . . . .	» 1,—
<b>Totale</b>	<b>L. 15.559,65</b>

**Passività:**

Residuo dare alla Sede Centrale . . . . .	L. 2.925,20
Fatture da pagare . . . . .	» 381,85
Quote anticipate 1927 . . . . .	» 1.470,—
<b>Patrimonio al 31 Dicembre 1926:</b>	
Patrimonio al 31 Dicembre 1925 . . . . .	L. 9.341,10
Avanzo esercizio 1926 . . . . .	» 1.441,50
<b>Totale</b>	<b>L. 15.559,65</b>

Posto ai voti, il bilancio 1926 è approvato all'unanimità.

All'oggetto 3°, il Presidente rileva come, a norma dello Statuto, tutto il Consiglio Direttivo dovrebbe considerarsi scaduto dalla carica, ancorché il Presidente risulti eletto soltanto da due anni, e ciò perché la elezione fu effettuata per sopperire alla vacanza determinatasi per le dimissioni del Presidente precedente Ing. Amati. Il Prof. Sartori, anche a nome di un numeroso gruppo di Soci, fa notare che sarebbe inopportuno procedere ora alla nomina di un nuovo Presidente, e propone pertanto che l'Assemblea confermi in carica per il 1927 tutto il Consiglio Direttivo attuale. La proposta è approvata, ed integrata con la nomina, all'unanimità di voti, dell'Ing. Gino Candi a Vice Presidente.

Il Presidente poi propone la approvazione di uno schema di regolamento interno, ma l'Assemblea, dato lo scarso numero dei presenti, delibera che la relativa discussione venga rimandata ad altra più numerosa riunione.

Infine, su proposta del Consiglio Direttivo, viene di massima approvato di devolvere ogni anno una piccola somma a costituire un premio biennale da conferirsi ad un giovane Socio che si sia distinto nel campo dell'Elettrotecnica con lavori sia nel campo scientifico che nel campo industriale, e si delibera di rimandare ad una prossima più numerosa riunione la discussione delle relative modalità.

La seduta è tolta alle 22,15, dopo un voto di plauso reso dai presenti all'opera svolta dalla Presidenza e dal Consiglio Direttivo.

\*

La sera del 25 Aprile 1927, alle ore 21,15, il Socio Ing. Giacomo Eüchi ha tenuto alla nostra Sezione una importantissima comunicazione, riassumendo una sua Memoria sul « *Funzionamento delle turbine idrauliche a reazione e loro costruzione in serie* » la cui pubblicazione avvenuta recentemente nel nostro Periodico (n. 15 e segg.).

Davanti ad un numerosissimo ed eletto stuolo di Soci ed invitati, il distinto Conferenziere, valentissimo e ben noto costruttore di turbine idrauliche, avuta la parola dal Presidente della Sezione Prof. Cesare Rimini, tenne la sua comunicazione, che fu illustrata da numerose proiezioni di figure e diagrammi. Egli, dopo aver premesso i concetti fondamentali della trasmissione dell'energia nella turbina riassunti nella nota equazione fondamentale di Eulero, accenna ai successivi stadi di sviluppo della ruota dalla prima Francis all'elica moderna ed ai coefficienti che servono a caratterizzare i diversi tipi collegando le Francis alle Pelton. Parla quindi dell'importanza della aspirazione statica e dinamica in relazione alla pressione barometrica ed alla formazione delle corrosioni, dipendenti alla loro volta dal tipo della ruota, e accenna alla moderna teoria a due dimensioni che chiarisce il comportamento del fluido in un canale curvilineo e che è perfettamente valida anche in pratica per l'aria e l'acqua quando i canali e le pale abbiano forma appropriata. Spiega come il vantaggio della moderna turbina ad elica rispetto alla vecchia sia dovuto al distributore centrifugo ed al diffusore e descrive i diversi tipi di diffusori a gomito e di idroconi americani.

Presenta poi alcuni diagrammi di funzionamento di turbine e ne fa rilevare le differenze in relazione alle caratteristiche delle turbine stesse dimostrando come i diversi tipi di diagrammi, ossia il diverso comportamento della turbina a velocità variabile dipenda non dalla forma della ruota (centripeta, assiale o centrifuga) ma direttamente dalla velocità periferica d'uscita. Passando quindi alla costruzione delle ruote in serie, dopo avere accennato all'evoluzione dei tipi nell'ultimo ventennio, illustra un piano di costruzione in base ad un diagramma a mosaico comprendente un certo campo di applicazione, nel quale è assegnata ad ogni modello una determinata zona equivalente ad un prestabilito scarto di portata e di velocità.

Il diagramma è accompagnato da una tavola con i profili delle ruote corrispondenti ai diversi tipi considerati. L'oratore conchiude



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

**Notizie delle Sezioni****SEZIONE DI BOLOGNA**

La sera del 24 febbraio 1927 alle ore 21,15, sotto la presidenza del Presidente Prof. Ing. Cesare Rimini, si è tenuta l'assemblea generale ordinaria dei soci della Sezione, per trattare il seguente ordine del giorno:

- 1) Rendiconto morale e finanziario 1926 e deliberazioni conseguenti;
- 2) Approvazione del bilancio;
- 3) Elezione delle cariche sociali;
- 4) Regolamento interno;
- 5) Comunicazioni varie della Presidenza e deliberazioni relative.

Il Presidente, constatata la validità dell'assemblea per trattare gli argomenti posti all'ordine del giorno, apre la seduta pronunciando brevi e commosse parole di rimpianto per la immatura dipartita dell'Illustre Prof. Comm. Francesco Piola, Vice Presidente della Sezione. Indi espone, in rapida rassegna, quelle che furono le manifestazioni dell'attività della Sezione nel 1926 e constata con compiacimento che esse furono assai numerose ed importanti ed hanno condotto visibilmente a fare conoscere ed apprezzare viepiù la nostra Associazione presso gli Enti locali e le principali personalità cittadine.

Segue l'esposizione dei risultati finanziari dell'esercizio 1926 che si riassumono nello specchio seguente:

**CONTO SPESE E RENDITE.**

<b>Contributi alla Sede Centrale:</b>			
366 soci individuali . . . . .	a L. 45,—	L. 16.470,—	
1 socio individuale estero . . . . .	» » 90,—	» 90,—	
6 soci morosi individuali . . . . .	» » 22,50	» 135,—	
19 » collettivi . . . . .	» » 120,—	» 2.280,—	
1 socio collettivo moroso . . . . .	» » 60,—	» 60,—	
Onoranze a Marconi . . . . .		» 1.924,60	
Contributo Congresso della Società Italiana per il Progresso delle Scienze . . . . .		» 500,—	
Spese generali ordinarie (affitto, mance personale, postali, cancelleria, luce, ecc.) . . . . .		» 2.004,—	
Spese generali straordinarie e sopravvenienze passive . . . . .		» 897,75	
Spese gite, banchetti, conferenze . . . . .		» 1.899,95	
<b>Avanzo esercizio 1926</b>		<b>» 1.441,50</b>	
<b>Totale</b>		<b>L. 27.703,—</b>	

illustrando alcuni diagrammi di rendimento di turbine accoppiate secondo varie combinazioni.

La dotta ed importante comunicazione, densa di concetti scientifici e di dati tecnici, ha interessato vivamente l'uditorio, lasciando in ognuno il desiderio di integrare, con la lenta lettura della monografia, la comprensione della vasta materia trattata dall'oratore. Un lungo e nutrito applauso ha, alla fine della comunicazione, espresso all'Ing. Büchi il profondo e sincero compiacimento dei convenuti per la magnifica ed utilissima opera da lui compiuta.

\* \*

#### SEZIONE DI ROMA

La sera del 5 maggio u. s., l'Ing. Vittorio Gori, ha tenuto una conferenza sui *Filtri elettrici*.

Il Presidente ha presentato il Conferenziere e messo in rilievo l'importanza dell'argomento nella odierna tecnica delle comunicazioni.

Quindi il Conferenziere, premesse le definizioni delle varie classi di filtri (a gamma passante estrema inferiore, a gamma passante intermedia, ecc.) ha iniziato il suo dire accennando al modo con cui si imposta analiticamente il problema generale di una catena di circuiti accoppiati comunque fra di loro. Ha fatto notare come, la risoluzione di esso, per la conoscenza del *periodo transitorio*, sia di particolare importanza per le applicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche, e ha dimostrato quindi la relazione che deve esistere fra le diverse impedenze di un filtro perchè, supposto chiuso a *regime su una impedenza uguale all'impedenza caratteristica di esso*, risulti: *trasparente*, per correnti la cui frequenza sia compresa entro una determinata gamma, e, *opaco*, per correnti di frequenza esterna a quella. In un primo tempo, la *condizione di filtrazione* fu discussa prescindendo dalle resistenze ohmiche indi, fu mostrato a che cosa corrisponda l'azione della resistenza stessa nei riguardi delle *caratteristiche rettangolari* di filtrazione.

L'Ing. Gori ha poi indicato, dato che i filtri non sono mai chiusi su una impedenza uguale alla propria impedenza caratteristica, quali procedimenti si debbano seguire per diminuire l'errore che ne consegue.

Al termine della conversazione, vivamente applaudita dai presenti, il Prof. Salvadori e il Prof. Di Pirro, aggiunsero alcune loro osservazioni riferendosi ai filtri nei quali si utilizza sistematicamente l'induzione mutua.

\* \*

#### SEZIONE SARDA

##### Commemorazione Voltiana.

Il giorno 13 giugno, nell'Aula Magna dell'Università di Cagliari, per iniziativa della Sezione, è stato commemorato Alessandro Volta.

Il discorso è stato pronunziato dal Ch.mo Prof. Ferdinando Lori, in presenza di Autorità cittadine e di un folto e distinto pubblico.

Il Prof. Lori con felice sintesi ha accennato all'influenza esercitata sulla carriera scientifica del Volta dal Gattoni, e ricordato lo stato dell'elettrostatica ai tempi in cui iniziava i primi studi, ha posto in evidenza l'opera del Volta in relazione allo sviluppo dell'elettrostatica ed all'inizio dell'elettrodinamica. Con metodi propri dei genii, metodi che hanno talora dell'ispirazione, e col suo spirito profondamente matematico il Volta, pur non possedendo della matematica gli algoritmi, ha proceduto alle sue meravigliose scoperte.

Prima di queste, nel 1775, l'elettroforo perpetuo, le cui preziose qualità trovarono pronta applicazione pratica in gran numero di apparecchi come gli amplificatori o moltiplicatori o rifornitori del Bernet, del Nicholson, di Lord Kelvin, e le macchine ad induzione elettrostatica come quelle del Varley, del Toepler, del Voss, del Wimshurst. Anche grande importanza ebbe l'apparecchio dal punto di vista della teoria dell'induzione, e dei fenomeni di spostamento delle cariche negli isolanti. Al periodo compreso fra il 1776 e il 1778 risalgono numerosi lavori del Volta non appartenenti al campo dell'elettrostatica, quali quelli relativi all'eudiometro, alla pistola, al gas delle paludi. Notevoli le idee relative ad una specie di telegrafo elettrico utilizzando la terra come conduttore di ritorno. A tale periodo risalgono pure i primi viaggi che dovevano accrescere le conoscenze di uomini e di cose dello scienziato. Ripreso l'attivo lavoro di ricerca, per le stesse necessità logiche di sviluppo della elettrostatica, e per l'avviamento evidente datogli dalla scoperta dell'elettroforo, il Volta passava a quei lavori sulla misura dei fenomeni elettrici che culminarono nel 1780 con la seconda delle sue grandi scoperte: l'elettrometro e condensatore, per cui spetta al Volta il titolo di padre dell'elettrometria, e se la vera scienza ha inizio con la misura dei fenomeni relativi, anche di padre della scienza elettrostatica.

Nel 1792, con la pubblicazione dell'opuscolo del Galvani sull'elettricità animale, ebbe inizio la celebre polemica che doveva condurre il Volta alla scoperta della pila; scoperta interamente italiana, poichè alle due rivendicazioni tentate dai tedeschi col nome del filosofo olandese Giovanni Swammerdam e con quello dello svizzero Giovanni Giorgio Sulzer, manca la base della interpretazione elettrica, o di una spiegazione qualsiasi dei fenomeni da essi descritti.

Otto anni di lavoro intenso dedicò il Volta alla polemica sull'elettricità animale ed alle esperienze dimostrative dell'esistenza delle forze elettromotrici di contatto.

La composizione dell'a pila fu il gran passo, come ebbe a chiamarlo il Volta stesso, che ne coronò le ricerche, alla fine del 1799.

Inutile ricordare le innumerevoli applicazioni che subito ebbe la nuova scoperta del Grande Genio, la cui fama veniva consacrata nel trionfale viaggio a Parigi del 1801, dagli elogi e dalle onoranze di Napoleone.

Volta visse 27 anni dopo la sua massima scoperta, ma Egli non si occupò delle applicazioni della pila se non con gli studi relativi al passaggio della corrente attraverso gli organismi viventi. Se fosse lecita la ricerca forse potremmo spiegarci queste sue troppo particolari direttive pensando che la sua mente di filosofo abbia preso il sopravvento su quella del fisico, prospettandosi la possibilità di collegare, per virtù dell'elettricità, due mondi, quello animato e quello inanimato.

Può essere anche che egli ormai fosse stanco; in vari casi fu più meritato il riposo.

Molti altri lavori del Volta sono quelli di meteorologia elettrica, quelli sulla dilatazione termica dei gas, sulla misura delle distanze esplosive fra elettrodi di forme diverse, sull'elettrizzazione dei vapori ed altri svariati argomenti; le memorie sulla grandine e sulla dilatazione dei gas sono dei modelli classici di memorie scientifiche e potrebbero formare, con altre, un'Antologia Voltiana che sarebbe opera da sostituire a molte altre di puri letterati, curanti solo della forma, il valore educativo delle quali dovrebbe essere considerato assai tenue in un'epoca in cui gli italiani non dovrebbero occuparsi che di azione o preparazione all'azione; attività questa di pura sostanza.

Il Volta si ritirò a vita privata nel 1819 dopo sessant'anni di lavoro; ai primi di marzo del 1827 ebbe un accesso di febbre che si aggravò rapidamente; il 5 marzo alle ore 3 spirava d'improvviso, il giorno stesso in cui il Cielo si arricchiva di un altro spirito sommo: Pierre Simon marchese di Laplace.

Poco è quanto conosciamo, assai quel che ignoriamo: furono le ultime parole del grande astronomo e matematico.

Ma non trascurabile parte di questo poco, pur tanto in sè stesso, l'Umanità ha appreso da quei due sommi le cui superbe qualità intellettuali si completano a vicenda: Volta il Grande sperimentatore, Laplace il Grande matematico; il primo aveva ottenuto la gloria studiando il più sottile dei fluidi che oggi sappiamo costituire i primi elementi dell'Universo ed impregnare di sè o delle vibrazioni che provoca tutto lo spazio; il secondo aveva proteso verso il Cielo, per l'interpretazione stessa dell'Universo, il suo pensiero matematico, che è la forma più sottile del pensiero umano.

\* \*

#### SEZIONE VENETA

##### Adunanza del 26 marzo 1927 del Consiglio Direttivo della Sezione Veneta dell'A. E. I.

In Venezia, presso la Società Cellina, si è riunito il Consiglio Direttivo della Sezione, presenti tutti i componenti.

Appena aperta la seduta il nuovo Presidente, Ing. Ghetti, interpretando il pensiero di tutti i soci, manda un deferente saluto al Presidente, Prof. Ing. Ferdinando Lori, il quale per tre anni ha condotto la Sezione con inarrivabile perizia ed affetto. Passa poi a tracciare a grandi linee un programma dell'attività che si prefigge far svolgere alla Sezione con manifestazioni tecniche e culturali.

Raccomanda vivamente la propaganda fra i soci per l'acquisto dell'Opera di Volta; richiama l'attenzione del Consiglio sulla necessità di formare un Comitato per ricevere i Congressisti di Como.

A proposta dell'Ing. Prof. Marzolo viene approvata una Riunione a Padova di tutti i soci per la visita alla Fiera Campionaria, riunione da tenersi verso la metà di giugno.

Pure a proposta del Prof. Marzolo viene approvata l'istituzione di un certo numero di Comitati per lo studio di determinate questioni tecniche con l'incarico di riferire e pubblicare in atti l'esito degli studi fatti.

Risultano indicati:

per l'Idraulica: Prof. Marzolo, Ing. Mainardis, Ing. Scimemi;  
per l'Illuminazione e riscaldamento: Ing. Olivieri, Ing. Barbisio, Ing. Baldin;  
per l'Elettroagricoltura: Prof. Manzetti, Ing. Ermacora, Ing. Carnera;  
per le Misure elettriche: Ing. De Nat, Ing. Fracanzani, Ing. Del Nunzio.

Alla prossima seduta saranno presentati i temi da svolgere.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTRICITÀ potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

# L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA  
ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per il consueto periodo di ferie, il numero del 15 Agosto non verrà pubblicato. Il numero successivo, del 25 Agosto, sarà doppio.

\*

## Simpatica iniziativa americana in onore di Volta.

La Società Italy-America di New York, della quale fanno parte cospicui rappresentanti della scienza e dell'industria, ha nominato una Commissione presieduta da Edison col mandato di concretare il modo migliore per associarsi alla celebrazione centenaria di Volta. E la Commissione ha deliberato la creazione di una borsa di studio annuale la quale consenta ad un giovane ingegnere elettrotecnico italiano, di recarsi agli Stati Uniti e di passarvi un anno dividendo il suo tempo fra un laboratorio scientifico e le visite dei principali impianti e delle più grandi industrie americane. Per il tramite della Commissione Elettrotecnica Internazionale e, per essa, del suo Presidente, Ing. Guido Semenza, il compito di fissare la procedura per l'assegnazione della borsa e di curarne poi l'applicazione è stato affidato alla nostra A.E.I. Pubblichiamo in altra parte del giornale le lettere più significative scambiate fra l'Ing. G. Semenza ed il nostro Presidente Generale: qui dobbiamo esprimere tutto il nostro compiacimento per questo nuovo riconoscimento dell'autorità e dell'obiettività del nostro sodalizio, e tutta la nostra gratitudine per la Società Italo-Americana che ha trovato in modo così nobile, così signorile e così utile di partecipare alle onoranze che da ogni parte vengono rivolte alla memoria di Alessandro Volta.

## Prove su grandi triodi.

Il regno delle misure si estende ognor più nel dominio della radiotecnica e l'adozione di sicuri metodi di determinazioni quantitative è a sua volta, come spesso abbiamo rilevato, una leva potente per il progresso degli apparecchi, che a tali determinazioni vengono assoggettati.

I triodi, che dieci anni fa erano per i più ancora qualcosa di misterioso nelle loro proprietà e nel loro comportamento, diffusi ora a centinaia e centinaia di migliaia negli apparati radio-riceventi, sono soggetti a « norme di collaudo » sempre meglio definite. E dopo i triodi di ricezione, ecco i grandi triodi di trasmissione, dei quali si occupa, in una comunicazione per il nostro Congresso, il collega MATTEINI. Le difficoltà tecniche da superare erano in questo caso assai più ardue, che non nel caso dei piccoli triodi, sopra tutto perchè in questi ultimi ogni condizione di funzionamento può essere rilevata « staticamente » ossia con tensioni continue, laddove in quelli lo sviluppo di calore, che si avrebbe tentando le prove statiche, sarebbe così grande da portare alla distruzione dell'apparecchio. E' stato quindi necessario ricorrere alla determinazione di valori istantanei, con tutte le difficoltà ad essa inerenti, pur traendo vantaggio notevole dal fatto, che si possono in questo caso disporre le cose in modo da effettuare la misura di un solo valore istantaneo per ciascun ciclo e precisamente del valor massimo.

## Sulle lampade al Neon.

Il nostro giornale ebbe già altra volta occasione di occuparsi delle caratteristiche delle lampade a luminescenza catodica da pochi anni comparse sul mercato <sup>(1)</sup>. Come però sempre

accade per tutte le novità, gli studi e le ricerche intorno alla interessante lampadina, si sono rapidamente moltiplicate e ci è sembrata perciò assai opportuna l'odierna monografia dell'Ing. NERI. In essa infatti l'A. ha ordinatamente raccolto e riassunto tutto quanto si è fatto in argomento: dal comportamento della lampada tanto sotto tensione continua che sotto tensione alternata, (e sono interessanti alcune analogie col fenomeno « corona » delle linee) alle svariate possibili applicazioni di essa, che per la sua proprietà raddrizzatrice, può essere sfruttata assai utilmente nel campo delle misure. In particolare l'A. descrive un circuito da lui studiato per ottenere la moltiplicazione delle frequenze.

LA REDAZIONE.

## RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE DEI TRIODI TRASMITTENTI

□ □ □

C. MATTEINI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### 1. - Generalità.

Il rilievo delle caratteristiche statiche e dinamiche dei triodi di una certa potenza non può essere effettuato con i procedimenti usati per i piccoli triodi riceventi <sup>(1)</sup>. Nei primi infatti, per determinare la parte superiore delle caratteristiche, occorre far passare attraverso il triodo una corrente anodica, il cui prodotto per la tensione di placca è, in generale, molto superiore alla potenza, che può normalmente dissipare l'anodo. E in questo caso, poichè il triodo non alimenta alcun circuito di utilizzazione, l'intera potenza deve essere dissipata in calore all'interno del triodo stesso. Non è quindi possibile procedere al rilievo dell'intera caratteristica, senza compromettere l'integrità dell'apparecchio.

La conoscenza delle caratteristiche di un triodo è di somma importanza in generale, ed in particolare è necessaria per poter progettare gli apparati radiotrasmettenti. Sono stati fatti numerosi tentativi per trovare un procedimento che permetta di rilevare le caratteristiche. Quasi tutti i metodi studiati si basano sul principio di applicare al triodo le tensioni necessarie per un tempo brevissimo, in modo da ottenere che venga assorbita una quantità di energia, che possa essere facilmente dissipata dalla placca o anodo.

Fra i metodi più comunemente usati ricorderemo quello del Jouaust, che si basa sull'impiego dell'oscillografo. Alimentando simultaneamente la placca e la griglia con tensioni alternate, si possono ottenere oscillogrammi, da cui si ricavano poi i valori delle correnti anodiche e di griglia in funzione della tensione di griglia. Data però la limitata ampiezza della scala del-

<sup>(1)</sup> G. VALLAURI. — Prove comparative sugli audion - *L'Elettrotecnica* 25 giugno 1917, vol. IV, n. 18, pag. 335 e Pubbl. n. 3. dell'I. E. R. T. della R. Marina.

F. VICEDOMINI. — Prove comparative su triodi per apparati riceventi - *L'Elettrotecnica* 5 luglio 1923, vol. X, n. 19, pag. 426, e Pubbl. n. 21 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

<sup>(1)</sup> Questo Giornale, 1925, vol. XII, pagg. 10 e 881.



l'oscillografo e il forte spessore delle curve, non è possibile determinare le caratteristiche con grande precisione.

Un metodo più esatto è quello indicato da E. Tagagishi <sup>(2)</sup>. In questo si impiega un galvanometro a vibrazione e si determina l'ampiezza dell'armonica fondamentale della corrente anodica, quando la griglia sia sottoposta all'azione di una tensione alternata. Col detto metodo non si misura il valore massimo raggiunto dalla corrente anodica, che può differire alquanto dall'ampiezza della fondamentale suddetta e si possono perciò commettere notevoli errori.

Infine il metodo di M. Guérillot <sup>(3)</sup> consente solo la misura della corrente di saturazione.

## 2. - Descrizione del metodo.

Allo scopo di determinare le caratteristiche, con un sistema che fosse indipendente dagli errori sopra accennati, abbiamo allora studiato un altro metodo, il quale si basa ancora sull'impiego di tensioni alternate.

Se si applica alla griglia, per un tempo brevissimo, la tensione necessaria a far passare una determinata corrente anodica, anche quest'ultima passerà attraverso il triodo solo per un tempo brevissimo. Perciò, anche con valori istantanei della corrente anodica assai rilevanti, potrà la quantità di energia assorbita esser contenuta in limiti così ristretti da renderne agevole la dissipazione sotto forma di calore dalla placca.

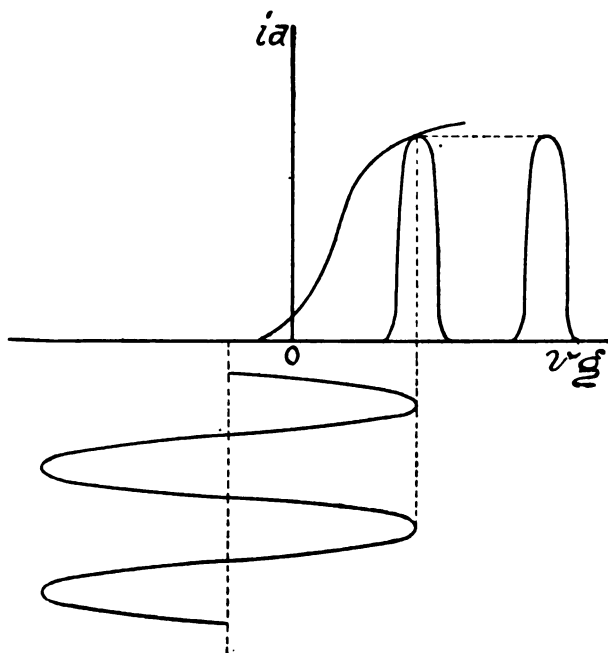


Fig. 1.

E' noto che, in un apparato radiotrasmittente a triodi, per migliorare il rendimento, si limita il passaggio della corrente anodica solo a una frazione del periodo <sup>(4)</sup>. Ciò si ottiene dando alla griglia una tensione media negativa. Nel nostro caso applicheremo pertanto alla griglia una tensione negativa continua e, insieme con essa, una tensione alternata, il cui valor massimo sia maggiore della tensione continua e tale da rendere la griglia sufficientemente positiva per un breve tratto del periodo, in modo che nel circuito di placca passi la corrente anodica che si vuol misurare. Poichè le correnti elettroniche nei triodi non presentano apprezzabile inerzia, la corrente anodica raggiungerà il suo valore con un rapidissimo guizzo (fig. 1). Per misurarla basterà quindi disporre di un sistema che permetta la determinazione dei valori massimi. La caratteristica potrà così essere

<sup>(2)</sup> Determinazione sperimentale delle caratteristiche dinamiche di un triodo - (Proc. I. R. E., vol. 12, n. 5, ottobre 1924, pag. 609, e Bollettino R. T., vol. III, n. 32, pag. 225).

<sup>(3)</sup> Onde électrique, n. 22, ottobre 1923.

L'Elettrotecnica, vol. XI, n. 11, pag. 251, e Bollettino R. T., vol. III, n. 26, pag. 55.

<sup>(4)</sup> D. C. PRINCE. — Vacuum tubes as power oscillators - Proc. I. R. E., vol. XI, n. 3-4-5, giugno, agosto e ottobre 1923, pag. 275, 405 e 527.

Progetto di massima di apparati radiotrasmittenti a triodi - L'Elettrotecnica, vol. XII, 5-15 giugno 1925, n. 16-17, pag. 394 e 413 e Pubblicazione n. 33 dell'Istituto E. R. T. della R. Marina.

tracciata per punti, variando successivamente l'ampiezza della tensione alternata, impressa alla griglia. Contemporaneamente si farà variare la tensione continua negativa, in modo che la potenza assorbita dal triodo non oltrepassi il limite pericoloso.

Per la misura dei valori massimi di corrente abbiamo usato il metodo indicato dal Paris <sup>(5)</sup>.

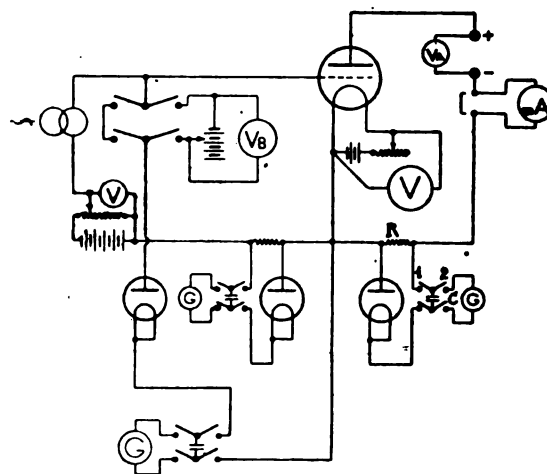


Fig. 2.

Prima di procedere con questo metodo al rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti, abbiamo ritenuto opportuno applicarlo alla determinazione delle caratteristiche statiche di alcuni triodi ricevitori, onde confrontarle con quelle ottenute con i soliti sistemi. E' stato così possibile controllare l'esattezza del metodo e rendersi conto delle difficoltà, che si sarebbero incontrate nell'applicazione pratica.

Il circuito usato per le misure è rappresentato nella fig. 2. Quando la resistenza  $R$  è percorsa dagli impulsi della corrente anodica, si produce ai capi di  $R$  una d. d. p. continuamente variabile. Se si pone l'invertitore nella posizione 1, in derivazione su questa resistenza viene a trovarsi il circuito costituito dal diodo e dal condensatore  $C$ . In questo circuito la corrente non può passare altro che nella direzione anodo-filamento; il condensatore tende pertanto a caricarsi progressivamente ad una tensione uguale al valor massimo della d. d. p. prodottasi ai capi di  $R$ , e quindi proporzionale al valor massimo della corrente che attraversa la resistenza. Se il condensatore viene mantenuto sotto carica per un tempo sufficiente (15-20"), la tensione di carica risulta praticamente uguale al valor massimo della

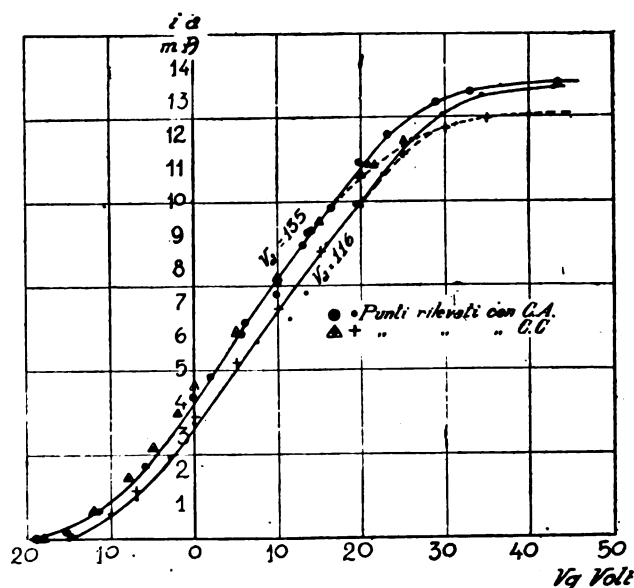


Fig. 3.

tensione applicata, naturalmente purchè sia trascurabile la dispersione di elettricità nell'intervallo di un periodo. Scaricando allora il condensatore sul galvanometro balistico, possiamo ricavare il valor massimo cercato della corrente anodica. Il corrispondente valore istantaneo della tensione anodica si determina

<sup>(5)</sup> M. PARIS. — Misure balistiche di valori massimi per mezzo dei diodi - L'Elettrotecnica, vol. XI, n. 28, pag. 686.

mediante la lettura al voltmetro  $V_A$ , corretta della caduta istantanea di tensione lungo la resistenza  $R$ .

Con procedimento analogo si misurano i corrispondenti valori massimi della tensione di griglia.

Nella fig. 3 è riportato un gruppo di caratteristiche rilevate sopra un comune triodo ricevente e in essa sono indicati i punti ottenuti con i due distinti metodi, cioè col metodo ordinario a corrente continua e col metodo ora descritto a corrente alternata.

Confrontando le curve ottenute con i due metodi, si nota che questi sono perfettamente equivalenti per il tratto iniziale e per quello rettilineo delle caratteristiche, mentre non concordano per il tratto superiore, corrispondente alla corrente di saturazione. Più precisamente si nota che le caratteristiche con corrente alternata danno una corrente di saturazione superiore a quella ottenuta con corrente continua. Poichè questo fatto è stato notato in tutte le caratteristiche rilevate, non si poteva attribuire ad errori sperimentali e si doveva quindi imputare al sistema stesso di misura.

### 3. - Influenza dell'emissione elettronica sulla temperatura del filamento.

E' noto che, quando un corpo incandescente emette elettroni, accade un fenomeno analogo a quello che si verifica in una caldaia a vapore all'atto dell'evaporazione<sup>(6)</sup>. Se l'emissione ha luogo in modo continuativo, il filamento assume una temperatura di regime inferiore a quella che aveva quando non si manifestava alcuna emissione. Se l'emissione invece è intermittente, la temperatura di regime è compresa fra i due limiti precedenti. Nel nostro caso, poichè la griglia è sottoposta all'azione di una tensione variabile, l'emissione elettronica si ha solo nei brevi istanti, in cui la griglia è positiva rispetto al filamento. Pertanto la temperatura media del filamento deve essere superiore a quella che esso assume, quando l'emissione è continua, e in conseguenza anche la corrente di saturazione deve risultare maggiore. Per verificare se queste ipotesi sono vere, se cioè la maggiore emissione elettronica riscontrata dipende dall'impiego della corrente alternata, si è misurata la corrente di saturazione di un triodo, applicando all'anodo e alla griglia, riuniti in parallelo, una tensione costituita dalla somma di una tensione continua  $v_c$  e di una alternata  $v_a$  e facendo variare l'ampiezza di queste due componenti in modo che il valor massimo istantaneo della tensione risultante resti sempre il medesimo. I risultati di queste misure, eseguite per due differenti triodi, sono

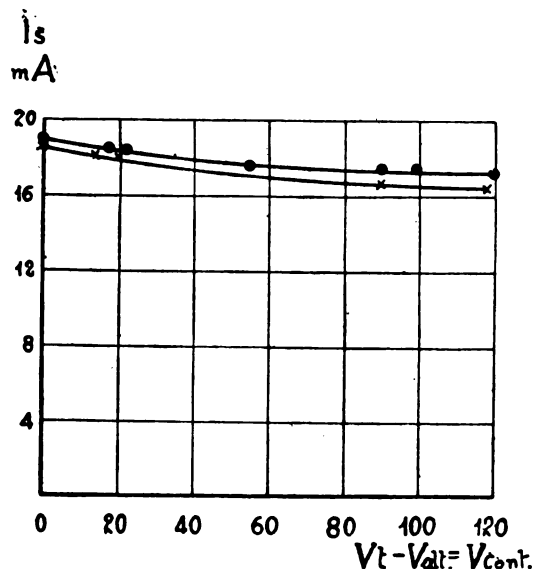


Fig. 4.

riportati nella fig. 4, nella quale l'ascissa rappresenta la differenza fra la tensione risultante e quella alternata. Dall'esame della figura si rileva che, mano a mano che aumenta la componente continua della tensione globale, la corrente di saturazione diminuisce, conformemente alla ipotesi precedente.

Questo fatto non costituisce però un inconveniente del

metodo in parola, ma ne costituisce in realtà un pregio. Infatti quando un triodo oscilla, il suo filamento non è soggetto ad una emissione permanente, ma ad una emissione continuamente variabile in relazione ai valori, che assumono di volta in volta le tensioni anodiche e di griglia. Pertanto i valori, che assumerà la corrente di saturazione in regime oscillatorio, saranno assai più prossimi a quelli ottenuti con questo sistema di misura<sup>(7)</sup>, che non a quelli dedotti dalle così dette caratteristiche statiche.

Naturalmente questo fenomeno si nota solo nell'ultima parte della caratteristica, perchè, nei tratti precedenti, per effetto della carica spaziale, la corrente anodica è indipendente (entro certi limiti) dalla temperatura del filamento.

### 4. - Discussione del metodo.

Il metodo descritto non permette di rilevare alcuni tratti delle caratteristiche. Infatti, quando la tensione di griglia supera una certa aliquota della tensione anodica (in pratica circa 0,8), la corrente anodica comincia a diminuire (fig. 5).

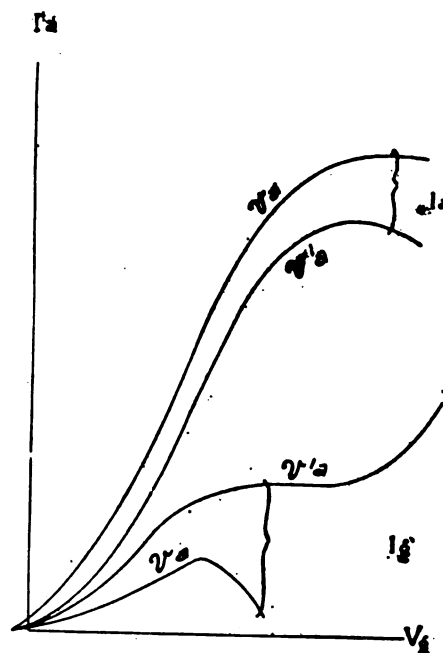


Fig. 5.

Inoltre quando la tensione anodica è molto elevata, e la tensione di griglia supera un certo valore, anche la corrente di griglia comincia a diminuire a causa dell'effetto di Hull. I valori delle correnti anodiche e di griglia misurati col metodo descritto in corrispondenza di tensioni anodiche e di griglia tali da dar luogo ai fenomeni sopra accennati, saranno sempre uguali al valor massimo raggiunto dalle correnti medesime durante la variazione. Rilevando infatti all'oscillografo le curve di variazione di tali correnti, si nota che esse hanno, in funzione del tempo, l'andamento indicato dalla fig. 6; perciò anche quando si volesse determinare il valore  $B$ , l'applicazione del procedimento indicato darebbe sempre il valore  $A$ .

In pratica in un triodo oscillatore le costanti dei circuiti sono regolate in modo che la tensione di griglia non sia superiore al valore critico sopra detto, perciò delle curve  $i_a = f(v_g)$  interessa conoscere il solo tratto ascendente, che è quello che può essere rilevato con questo metodo. Per quanto si riferisce alla corrente di griglia il metodo è pure applicabile, poichè questa comincia a diminuire, solo quando la tensione anodica e quella di griglia hanno contemporaneamente valori elevati, mentre è noto che, in un triodo che oscilla, tali tensioni sono in opposizione di fase. Pertanto per gli usi pratici basterà anche in questo caso determinare il solo tratto ascendente della curva.

(7) Una conferma del fatto che la corrente di saturazione, che si verifica in regime oscillatorio, è superiore a quella data dalle caratteristiche statiche rilevate con corrente continua si ha dallo «Studio oscillografico di alcuni generatori a triodi» di A. DUFOUR e R. MESNY (Onde électrique, n. 23 e 24, novembre e dicembre 1923, vol. II, pag. 620 e 692 - L'Elettrotecnica, 5 novembre 1924, vol. XI, n. 31, pag. 785 e Bollettino R. T., vol. III, n. 29, pag. 129). Nello studio predetto sono infatti riportate nella fig. 3 una caratteristica dinamica ricavata con l'oscillografo e alcune caratteristiche statiche. Dal confronto si rileva appunto che la caratteristica dinamica sorpassa il valore di saturazione dato dalle caratteristiche statiche.

(6) H. HELMS. — Effetto dell'emissione elettronica sulla distribuzione della temperatura nei filamenti di tungsteno dei tubi a vuoto - Tel. Zeitung, settembre 1923, n. 32, 33, pag. 69 - L'Elettrotecnica, 15-25 agosto 1924, vol. XI, n. 23-24, pag. 566, e Bollettino R. T., vol. III, n. 28, pag. 98.

In definitiva il metodo proposto permette di rilevare completamente quelle parti delle caratteristiche, che interessa conoscere per poter progettare gli apparati radiotrasmettenti a triodi.

### 5. - Applicazione del metodo alle misure sui triodi trasmettenti.

Il metodo testè esaminato nella forma rappresentata dalla fig. 2 non si presta bene per l'esecuzione delle misure sui triodi trasmettenti di una certa potenza. In questo caso i valori delle correnti anodiche e di griglia non sono così piccoli, come nel caso dei triodi ricevitori, ed essendo in gioco tensioni piuttosto elevate si può consentire che le cadute di tensione lungo le resistenze siano di alcune decine di volt. Pertanto è più conveniente usare, al posto del galvanometro balistico, un voltmetro elettrostatico derivato permanentemente (\*) sul condensatore.

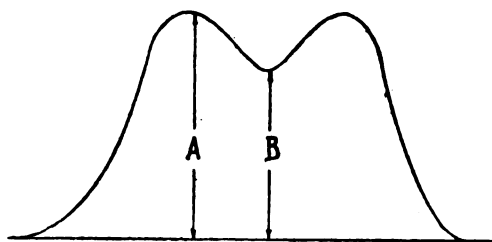


Fig. 6.

Come già è stato accennato, è necessario disporre di tensioni anodiche elevate; ma non sempre è possibile disporre di generatori, che forniscano tensioni continue di tale ordine e che abbiano cadute interne di potenziale trascurabili. Se tali cadute sono notevoli, occorre complicare ancora il metodo per poter determinare il valore istantaneo della tensione anodica, corrispondente all'istante in cui la corrente anodica raggiunge il valore massimo, dato che in tale istante la tensione anodica,

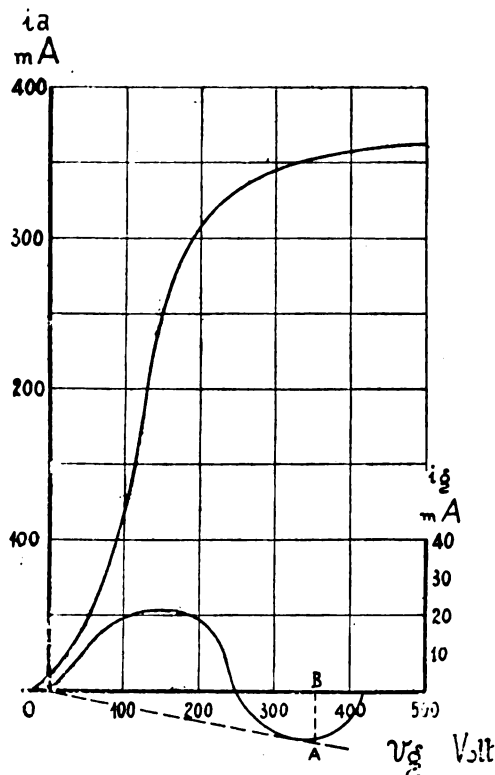


Fig. 7.

per effetto della caduta di potenziale del generatore, passa per un minimo. I raddrizzatori a tubi elettronici, che sono gli apparati oggi più usati per disporre di elevate tensioni anodiche, poco si prestano, sia perchè la tensione che forniscono è sem-

pre più o meno pulsante, e sia perchè presentano cadute di tensione molto elevate. D'altra parte noi dobbiamo misurare solo valori istantanei, perciò si può benissimo utilizzare come tensione anodica una tensione alternata, la quale, dovendo essere di valore elevato, sarà più facilmente disponibile di una tensione continua, realizzandosi anche il vantaggio di ridurre ulteriormente la potenza assorbita dal triodo.

Se la placca e la griglia sono alimentate con tensioni alternate, è necessario che queste siano in fase, in modo che i valori massimi raggiunti dalle correnti corrispondano ai valori massimi delle due tensioni. Occorre perciò alimentare i circuiti di placca e di griglia con lo stesso trasformatore oppure ricorrere all'impiego di variatori di fase.

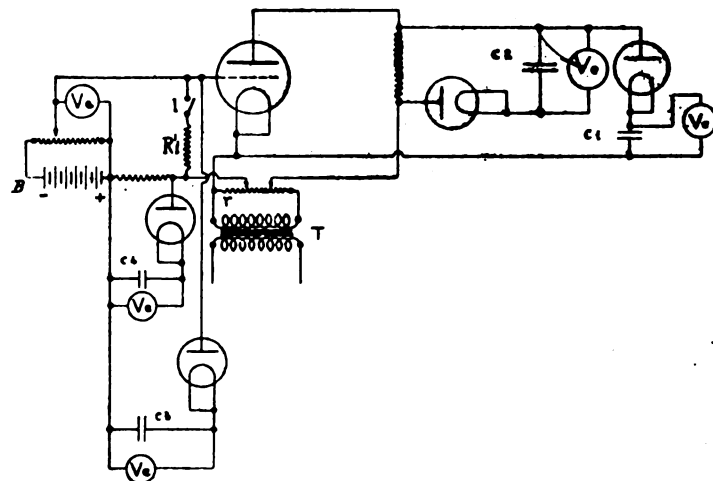


Fig. 8.

Nel disporre il circuito per la misura si deve poi tener presente, che la somma delle resistenze, che risultano inserite nel circuito di griglia, deve essere inferiore ad un limite determinato. Ciò per evitare che la tensione di griglia, ad un dato punto, aumenti repentinamente e raggiunga un valore massimo indipendentemente dalla tensione applicata, tale da poter anche compromettere l'integrità del triodo. Questo fatto dipende dalle stesse cause, da cui deriva il fenomeno del bloccaggio (\*). Infatti, se consideriamo la caratteristica riprodotta nella fig. 7, si nota che per una data  $v_a$ , al di là di un certo valore di  $v_g$ , la corrente di griglia si inverte; conseguentemente la caduta di tensione attraverso le resistenze cambia di segno

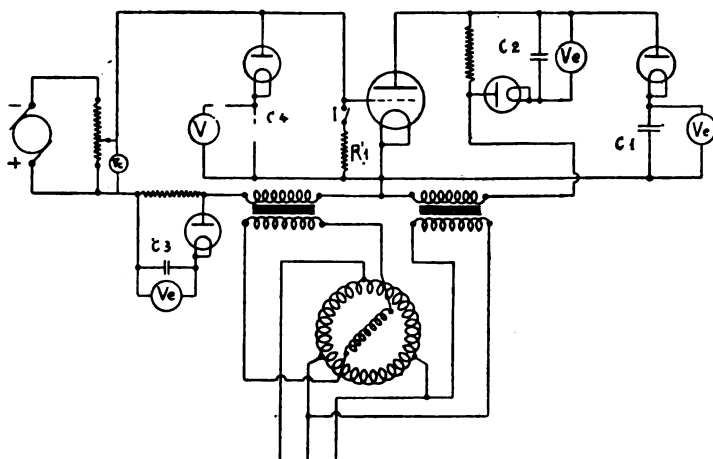


Fig. 9.

e viene a sommarsi alla tensione impressa. Se la somma delle resistenze ha un valore uguale o superiore a quello determinato dalla inclinazione della tangente  $OA$  sulla parte negativa dell'asse delle ordinate, la tensione di griglia aumenta fino a che non siano raggiunte le condizioni di equilibrio, vale a dire fino a che non abbia raggiunto ad es. il valore  $OB$ . Questo inconveniente potrà essere eliminato con gli stessi criteri, che si seguono per evitare il manifestarsi del bloccaggio, cioè facendo sì che la somma delle resistenze inserite nel circuito di griglia sia inferiore al valore critico sopra accennato. Quest'ultimo dipende,

(\*) N. W. MACLACHLAND. — A comparative method of testing thermoionic valves for passing no reverse current at high voltages - Proc. Physical Society, London, vol. 32, febbraio 1920, pag. 72.

C. A. SHARP - E. D. DOYLE. — Proc. A. I. E. E., vol. XXV, febbraio 1916, pag. 129-137.

(\*) D. C. PRINCE. — Vacuum tubes as power oscillators - v. nota (\*).

per un dato triodo, dalla tensione anodica, ma è facile determinarlo sperimentalmente, caso per caso.

Gli schemi usati per le misure sono rappresentati nelle figure 8 e 9. In essi i quattro strumenti  $V_e$  sono altrettanti voltometri elettrostatici. Il secondo schema è preferibile al primo, dal punto di vista del bloccaggio, in quanto che la resistenza ohmica del trasformatore è generalmente inferiore alla resistenza  $r$  della fig. 8 che fa parte del potenziometro. Tuttavia, poichè il valore critico predetto può essere in pratica di poche migliaia di ohm o anche meno, la somma delle resistenze può facilmente risultare tale da dar luogo al fenomeno del bloccaggio. Si potrà sempre eliminare l'inconveniente, ponendo in derivazione fra griglia e filamento la resistenza  $R_1$ , la quale potrà essere inclusa mediante l'interruttore  $I$  solo per l'esecuzione delle misure relative a punti per i quali la  $i_g$  è decrescente e per i quali non sarebbe comunque possibile determinare con questo metodo valori di  $i_g$ , per le ragioni già precedentemente esposte.

Nel rilievo dei valori della corrente anodica corrispondenti a tensioni negative di griglia, per non complicare troppo il circuito, abbiamo fatto uso nel circuito di griglia della sola tensione continua fornita dalla batteria  $B$ . In queste condizioni infatti la potenza assorbita dal triodo è generalmente piccola, e non si hanno da temere eccessivi riscaldamento nell'interno di esso.

Vediamo adesso a quali requisiti devono soddisfare le capacità, le resistenze di isolamento ed i diodi raddrizzatori, affinché i risultati siano esatti. Per determinare questi requisiti ci siamo serviti del procedimento indicato da P. de La Gorce <sup>(10)</sup>. Come abbiamo già visto, l'esattezza del metodo è basata sulla ipotesi, che sia trascurabile la dispersione di elettricità nell'intervallo di un periodo. Ammettiamo che si possa tollerare una dispersione tale che il valore della tensione di carica del condensatore ( $v$ ) sia solo dell'1 % inferiore al valor massimo  $V$ , i valori di  $C$  ed  $R$  dovranno soddisfare la nota relazione:

$$t = CR \lg_e \frac{V}{v}$$

nella quale, supponendo che la frequenza della tensione di alimentazione sia 50 periodi, è  $t = 0,02''$ . Nel circuito rappresentato dalla fig. 8 i condensatori  $C_1 = C_3 = 0,1 \mu F$  e  $C_2 = C_4 = 0,5 \mu F$ . Pertanto le resistenze di isolamento risultano rispettivamente uguali a 20 e a 4 M  $\Omega$ .

La corrente media che deve essere erogata dal diodo, affinché sia equilibrata la quantità di elettricità perduta per dispersione durante un periodo è, sempre secondo il de La Gorce, espressa da:

$$i_m = 4 \frac{V}{R} \frac{\pi}{\pi - 2 \arcsin \frac{v}{V}}$$

Per il condensatore  $C_1$ , per il quale occorre una  $R = 20 M \Omega$ , e al quale potrà essere applicata nel corso delle misure una tensione  $V = 10\,000$  volt, risulta  $i_m = 22$  mA. Per gli altri condensatori, ai quali viene applicata al massimo una tensione di 600 volt  $i_m = 6,6$  mA. Il diodo usato per alimentare  $C_1$  ha corrente di saturazione di 150 mA e gli altri di 60 mA; pertanto sono largamente sufficienti a erogare le intensità sopra dette. L'isolamento dei circuiti è stato curato in modo, che le resistenze di isolamento non risultassero inferiori ai valori sopra calcolati.

Un gruppo di caratteristiche rilevate con questo sistema è rappresentato nella fig. 10.

## 6. - Caratteristiche dinamiche.

Il metodo di misura descritto permette anche di procedere direttamente al rilievo delle caratteristiche dinamiche. Per metterci nelle condizioni di funzionamento di un triodo generatore occorre allora disporre anche di una tensione continua inserita nel circuito anodico. L'inconveniente delle cadute di tensione del generatore di c. c. sarà però meno sentito, in quanto che si potrà far uso dello stesso generatore che verrà poi usato nel pratico impiego, ed avremo pertanto risultati rispondenti alla realtà. In questo caso occorre che le componenti alternative delle tensioni di placca e di griglia siano in opposizione di fase

e in rapporto costante. Il circuito per il rilievo delle caratteristiche dinamiche può derivarsi da uno qualunque dei due schemi sopra esaminati. Abbiamo prescelto il circuito rappresentato in fig. 11, perchè, facendo uso di un potenziometro, le cadute di tensione attraverso i due rami di esso verrebbero ad alterare il rapporto fra le componenti alternative delle due tensioni.

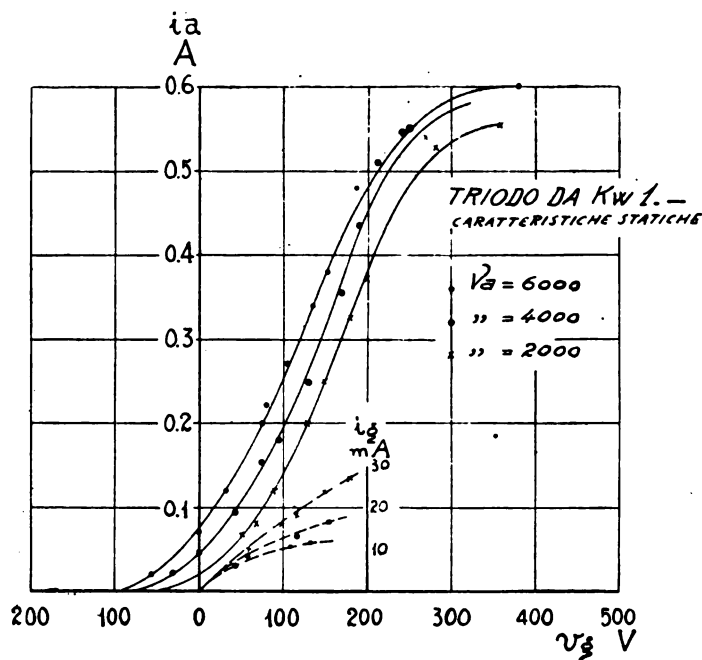


Fig. 10.

L'inconveniente provocato dalle resistenze inserite nel circuito di griglia non è in questo caso da temersi, poichè, per avere l'inversione della corrente di griglia, è necessario che la  $v_a$  e la  $v_g$  siano simultaneamente elevate, cioè praticamente che siano in fase.

Il rilievo delle caratteristiche viene effettuato variando l'ampiezza delle tensioni di placca e di griglia e misurando successivamente i corrispondenti valori di  $i_a$  e  $i_g$  in modo da determinare per punti tali caratteristiche. I punti del tratto della caratteristica, relativi agli istanti, in cui la componente alternativa della tensione di griglia è negativa, si ottengono invertendo la posizione del commutatore  $I$  e inserendo nel circuito dell'amperometro di cresta  $A$  la batteria  $C$ ; vale a dire deter-

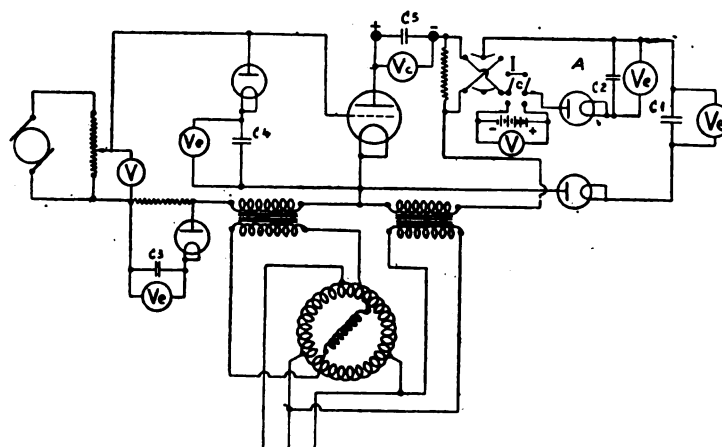


Fig. 11.

minando i valori minimi della corrente anodica. Le ascisse del diagramma della caratteristica dinamica si ottengono evidentemente sottraendo dal valore  $V_c$  della tensione continua il valor massimo istantaneo raggiunto dalla componente alternativa della tensione anodica, cioè:

$$v_a = V_c - V_a$$

per i valori di corrente anodica corrispondenti a valori positivi della componente alternativa della tensione di griglia. Per i valori di corrente anodica corrispondenti invece a valori negativi della componente predetta, le ascisse si ricavano dalla relazione:

$$v_a = V_c + V_a$$

<sup>(10)</sup> P. DE LA GORCE. — Sur la mesure des valeurs maxima des tensions alternatives inférieures à 10 000 volt - R. G. E., vol. XXI, n. 16, 16 aprile 1927, pag. 603.



Il generatore B può essere usato, nel caso delle caratteristiche dinamiche, per studiare l'effetto di una tensione media negativa di griglia.

Un esempio di caratteristica dinamica è rappresentato dalla figura 12.

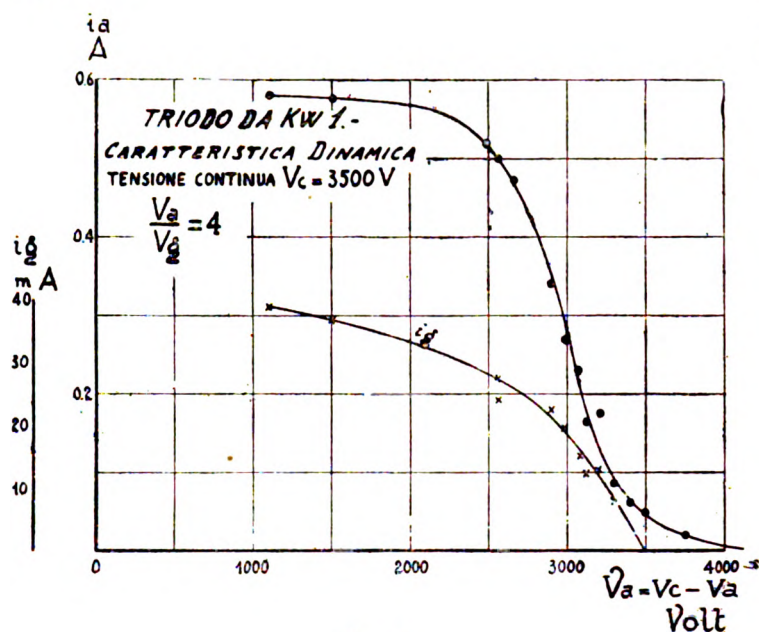


Fig. 12.

Il metodo descritto può infine applicarsi anche al rilievo delle caratteristiche dei diodi e in tal caso il circuito della figura 9 risulta notevolmente semplificato, per effetto della soppressione di tutta la parte relativa alla griglia.

Spezia, marzo-aprile 1927.

Laboratorio Valvole Ioniche della R. Marina.

## SU CERTE PROPRIETÀ ELETTRICHE ED APPLICAZIONI DELLE LAMPADE A LUMINESCENZA CATODICA

F. NERI

L'origine del presente lavoro sperimentale deve ricercarsi nel desiderio di vedere fino a qual punto le analogie puramente qualitative, ma che si presentano spontanee alla mente, tra i fenomeni che avvengono nelle lampade a luminescenza, e il noto fenomeno della « Corona », possano ritenersi verificate.

Le proprietà e le applicazioni veramente interessanti che a questo tipo di lampada si riferiscono e che in parte mi si manifestavano coll'andare delle ricerche, in parte nel consultare la bibliografia, mi hanno poi spinto ad estendere il campo dell'indagine e riassumere e coordinare tutto il materiale raccolto.

Le prove sono state condotte su lampade « Glimm » a elettrodi spiraliformi (fig. 1) della Ditta Osram, acquistate direttamente dal commercio.

Le lampade sono state tutte private della resistenza zavorra che si trova normalmente alloggiata in prossimità dello zoccolo, onde avere le proprietà della sola lampada. Il valore di questa resistenza che, così è noto <sup>(1)</sup> serve a garantire la vita della lampada contro gli aumenti anche non ingenti di tensione, in quanto limita a valori tollerabili gli incrementi nella corrente assorbita che ne conseguono, è dell'ordine dei 1500  $\Omega$ , la sua induttanza dell'ordine di 1,2 ÷ 1,3 mH.

Una osservazione preliminare importante è da fare circa il funzionamento di questo tipo di lampada; ed è che esso funzionamento viene non poco influenzato dalle condizioni dell'ambiente esterno; tutte le cause jonizzanti in particolare che in esso si trovano, ne alterano più o meno profondamente le ca-

atteristiche, non solo in relazione alla propria « intensità » ma anche in relazione allo stato di funzionamento della lampada, come si vedrà in seguito.

Prima di eseguire le prove, le lampade sono state tutte mantenute accese per qualche diecina di ore, allo scopo di stabilizzarne le caratteristiche. Durante le prove poi, particolari cure sono state prese per mantenere pressochè costante la temperatura dell'ampolla.



Fig. 2.

Nessun particolare cenno sembra necessario dare intorno agli apparecchi che hanno servito alle misure; in corrente continua sono stati usati apparecchi di tipo normale a lettura diretta, preventivamente tarati col potenziometro; in corrente alternata le tensioni furono misurate con voltmetro elettrostatico multicellulare, le correnti con galvanometro a riflessione accoppiato ad una croce termica nel vuoto di Cambridge e le potenze con un elettrodinamometro pure a riflessione.

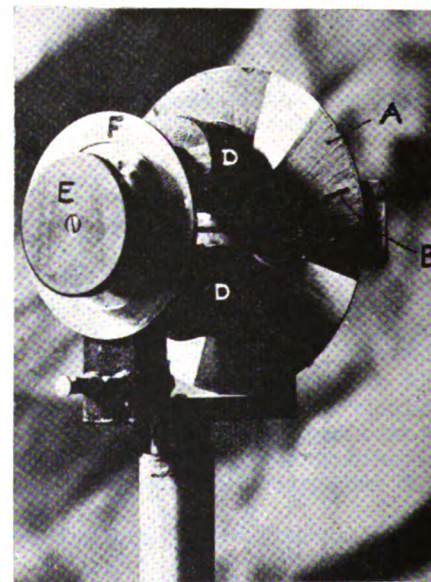


Fig. 1.

La fig. 2 rappresenta l'apparecchio usato per le osservazioni stroboscopiche; in esso il disco A, munito della fenditura B alla quale ne fa riscontro una analoga praticata nel pezzo fisso C vien portato, con un dispositivo molto semplice, non visibile nella fotografia ed alloggiato dietro al disco stesso, alla velocità di sincronismo; col disco è solidale una croce di laminiero di ferro a quattro bracci, i quali si comportano, rispetto agli elettromagneti D D alimentati dalla corrente alternata, come i quattro poli di un motorino sincrono. I due elettromagneti possono essere fatti ruotare, a mezzo della manopola E, di angoli leggibili sulla graduazione F. Allorquando il disco è avviato, ponendo l'occhio in C, e ruotando lentamente la manopola E, è ovviamente possibile esplorare, punto per punto, tutti i fenomeni che avvengono in un periodo.

<sup>(1)</sup> A. FAUCONNIER: Su qualche tubo a scarica elettrica usato come sorgente di luce (L'Elettrotecnica, 1925, pag. 10).



### Prove con corrente continua.

E' noto che se si alimenta una lampada a luminescenza catodica con una tensione continua di valore adeguato, è, salvo condizioni speciali <sup>(2)</sup>, il catodo che si ricopre di una guaina luminosa il cui colore è in relazione con la qualità del gas contenuto nell'ampolla.

Se si sottopone una lampada ad una tensione continua successivamente crescente, a partire da zero, si nota che, in assenza di fenomeni supplementari, la corrente assorbita si mantiene prossimamente a zero sino a che, raggiunto un certo valore della tensione, che chiameremo *tensione critica superiore* e che indicheremo con  $V_{ks}$ , il catodo diviene improvvisamente luminoso; ed il fenomeno è naturalmente accompagnato da un improvviso richiamo di corrente. Seguitando a crescere il potenziale, la corrente cresce molto rapidamente. Se giunti ad un massimo facciamo diminuire il potenziale, la corrente decresce naturalmente, ripassando più o meno perfettamente pei valori già assunti in ascesa; ma il fenomeno più appariscente è che, giunti al valore della tensione critica superiore  $V_{ks}$ , la lampada non si spegne; per conseguire lo scopo, occorre diminuire ulteriormente la tensione fino ad un valore  $V_{ki}$  che chiameremo *tensione critica inferiore*.

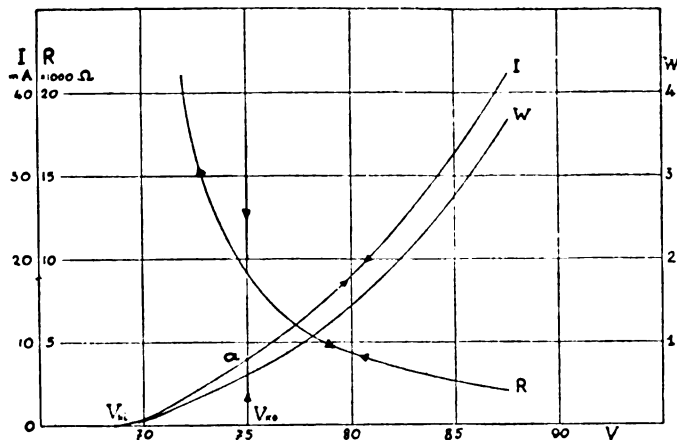


Fig. 3.

Le curve caratteristiche  $I(V)$  che si ottengono operando in tal guisa, sono del tipo rappresentato in fig. 3. Ivi sono anche tracciati il diagramma della potenza assorbita e quello della resistenza ohmica relativi ad uno degli elettrodi delle lampade sperimentate.

Una osservazione interessante può farsi sull'andamento dell'ultimo tratto della caratteristica  $I(V)$ , quello vicino a  $V_{ki}$ , se, anziché procedere con tensioni decrescenti, ottenute, p. es. con un dispositivo potenziometrico, si mette in serie con la lampada una resistenza regolabile e si applica poi al complesso una tensione costante. Aumentando via via la resistenza, leggendo nel milliamperometro inserito in circuito le correnti, e deducendo per tal via le tensioni ai capi della lampada, si nota che

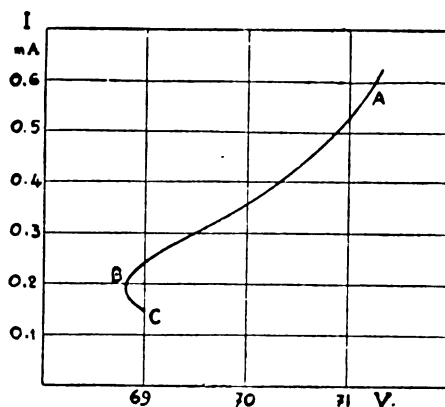


Fig. 4.

(fig. 4) mentre la resistenza della lampada si mantiene positiva fino ad un certo valore della corrente (tratto A B), scendendo

dando al disotto di tale valore (tratto B C) la tensione ai capi della lampada torna ad aumentare, il che è quanto dire che la resistenza, intesa qui come rapporto tra l'incremento della tensione e il corrispondente incremento della corrente, dopo esser passata per il valore zero in corrispondenza del punto B, diviene negativa.

E' comunque importante notare che, così come all'accensione, anche allo spegnimento si ha una discontinuità nella funzione  $I(V)$  nel senso che esiste un valore di corrente piccolo, ma finito, al di sotto del quale la lampada si spegne; se si procede alla riduzione della corrente con l'aumento della resistenza zavorra, la corrente di spegnimento è quella corrispondente al punto C (0,15 mA); se ci si avvicina alle condizioni di spegnimento riducendo invece il potenziale applicato, la corrente minima è quella corrispondente al punto B (0,19 mA).

\*

Mentre la tensione critica inferiore non appare dall'esperienza sensibilmente modificata dalle condizioni ionizzanti esterne, lo è invece notevolmente quella superiore.

Una lampada a incandescenza di tipo normale messa in presenza della lampada a luminescenza, ne abbassa la tensione critica superiore; e l'abbassamento è in relazione con la distanza delle due lampade, o, in via generale, con la illuminazione degli elettrodi della lampada al neon; tanto più fortemente essi risultano illuminati, tanto più si abbassa la tensione critica superiore. Usando una lampada ad arco con elettrodi di tungsteno nel vuoto come causa ionizzante, la tensione critica superiore di una delle lampade, ha variato tra 75 V (lampade a contatto) e 83,5 V (lampada ad arco spenta). La variazione della tensione critica superiore in funzione della distanza delle due lampade è data dal diagramma della fig. 5.

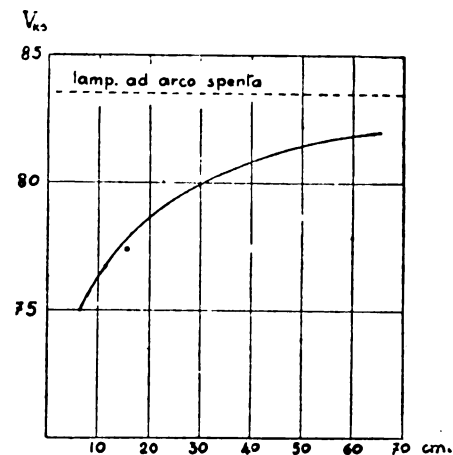


Fig. 5.

Oschwald e Tarrant <sup>(3)</sup> hanno pure esaminato l'effetto della lunghezza d'onda delle radiazioni che colpiscono la lampada a luminescenza, ed avrebbero trovato che, in corrispondenza dell'arancio, si ha la massima diminuzione della tensione critica superiore; ma le notizie riportate sul metodo sperimentale seguito, non permettono di scindere l'azione della lunghezza d'onda come tale, dall'effetto dell'energia contenuta nelle singole radiazioni.

I medesimi AA. hanno anche studiata la influenza dei raggi X sulla tensione critica, rilevando degli effetti assai cospicui; effetti pure ingenti si ottengono con sostanze radioattive, tanto che le lampade a luminescenza possono costituire dei veri e propri rivelatori delle sostanze stesse.

\*

Quando la lampada a luminescenza venga intensamente illuminata, il fenomeno della accensione è preceduto da un effetto di tipo fotoelettrico assai marcato. Se si alimenta a tensioni via via crescenti una lampada mantenuta nella oscurità, alcun fenomeno di tipo particolare non si manifesta, finché non si giunga all'accensione; inserito in circuito un milliamperometro di sensibilità adeguata, si nota solo che la lampada assorbe delle correnti sensibilmente proporzionali alla tensione applicata, ma

<sup>(2)</sup> A. SELLERIO: Osservazioni fotometriche sulle lampadine a neon e considerazioni generali sulle scariche elettriche. (L'Elettrotecnica, 1925, pag. 881).

<sup>(3)</sup> U. A. OSCHWALD e A. G. TARRANT: A new photoelectric and ionisation effect. (Proc. Phys. Soc. London, vol. 36, pag. 241).

che si mantengono comunque molto piccole (qualche microampere) ed evidentemente dovute in modo quasi esclusivo a fenomeni di conduzione del gas contenuto nell'ampolla (\*). Ma se si ripete la esperienza illuminando fortemente la lampada (io usavo una lampada intensiva da 250 candele posta a 15 cm distanza), la corrente assorbita aumenta notevolmente, ed assume un gradiente fortissimo in vicinanza del valore della tensione critica superiore così come avviene nelle note cellule fotoelettriche nel gas. In fig. 6 sono riportati i risultati ottenuti operando su una delle lampade: la curva *a* si riferisce alla lampada mantenuta nella oscurità, la curva *b* alla medesima lampada illuminata come sopra è detto.

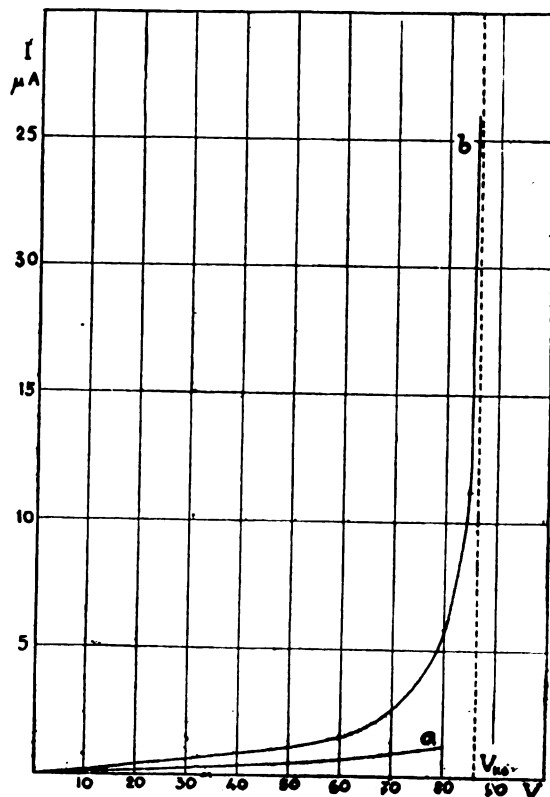


Fig. 6.

S'intende però che, almeno nei limiti di illuminazione raggiunti, esiste sempre una netta ed ampia discontinuità nella curva di corrente assorbita, nel passare dal fenomeno fotoelettrico ora descritto, all'accensione vera e propria della lampada.

#### Prove con corrente alternata.

Se una lampada a luminescenza si sottopone a una tensione alternativa di valore adeguato, entrambi gli elettrodi divengono luminosi alternativamente, l'uno in un semiperiodo, l'altro nell'altro, e per una frazione di esso.

Le proprietà delle lampade in corrente alternata, sono, almeno qualitativamente, prevedibili, note quelle relative alla tensione continua. Vi sono tuttavia delle particolarità notevoli, delle quali si fa cenno in seguito.

Detta  $V_{k2}$  la tensione critica superiore definita in corrente continua, operando con tensioni sinusoidali, la tensione efficace di accensione in corrente alternata dovrebbe essere, sperimentando naturalmente nelle identiche condizioni nei due casi:

$$\frac{V_{k2}}{\sqrt{2}}$$

Ma due particolarità che si notano subito sono:

1° che la tensione di accensione in corrente alternata non è indipendente dalla frequenza;

2° che, in particolari condizioni, accensione e spegnimento della lampada non si hanno pel medesimo valore efficace della tensione applicata; la tensione efficace alla quale avviene lo spegnimento della lampada, si rivela sempre inferiore a quella

alla quale avviene la accensione; e la differenza tra « tensione di accensione » e « di spegnimento » può assumere, in alcuni casi, anche valori precentualmente rilevanti.

La variazione della tensione di accensione con la frequenza, non è invero molto sentita; variando la frequenza entro limiti industriali, da 22 a 56  $\sim$ , la tensione di accensione, che cresce al crescere della frequenza, è mediamente variata dell'1 per cento se la lampada a luminescenza era fortemente illuminata da una lampada ad arco di tungsteno posta nelle immediate vicinanze; la variazione nella tensione di accensione si raddoppia circa, entro gli stessi limiti di frequenza, se la lampada a luminescenza si trova in ambiente oscuro.

I fatti si possono in modo semplice spiegare ammettendo che il fenomeno di accensione non sia istantaneo, ma che richieda un certo tempo per avvenire, tempo dipendente dalle condizioni di ionizzazione del gas contenuto nell'ampolla; e precisamente tanto minore, quanto più è ionizzato l'ambiente; sembra esservi, in altre parole, un « tempo minimo » variabile con le condizioni sperimentali, al disotto del quale, anche applicando una tensione eguale alla tensione critica superiore  $V_{k2}$ , la accensione non ha tempo di avvenire. Delle determinazioni sulla entità del ritardo tra applicazione della tensione e scarica e sulle sue dipendenze dai vari fattori sperimentali (ionizzazione del mezzo, valore della tensione applicata, ecc.), non sono state fatte, dato lo scopo della ricerca; misure di questo genere (però su tubi di scarica di tipo diverso), sono state in parte eseguite servendosi in modo semplice dell'oscillografo, da Compton e Foulke (\*).

Circa le differenze rilevate tra tensione (efficace) di accensione e di spegnimento, si nota che esse sono estremamente piccole se la lampada a luminescenza è fortemente illuminata dall'esterno; che divengono più grandi nell'oscurità, e che in ogni caso, tale differenza, cresce al crescere della frequenza.

Illuminando la lampada a luminescenza con la lampada ad arco più volte citata, non si notano differenze apprezzabili tra tensioni di accensione e di spegnimento, finché si operi alle frequenze industriali; ma se si sale nel campo delle frequenze acustiche, gli scarti divengono notevoli; per una delle lampade, p. es., alimentata a 650  $\sim$ , la tensione di accensione era di 68,7 V, quella di spegnimento di 64 V; a 1000  $\sim$  i due valori precedenti divennero rispettivamente, sempre nelle stesse condizioni sperimentali, 70,8 V e 64,6 V.

Nell'oscurità, già alle frequenze industriali il fenomeno è sentito; per una delle lampade, per esempio, a 22  $\sim$  si ha uno scarto tra 61,5 V e 61,2 V; a 42  $\sim$  tra 62,6 V e 61,6 V; alle frequenze acustiche poi gli scarti tra l'accensione e lo spegnimento variano tra 10 e 12 V.

Una spiegazione plausibile di questi fatti si può dare pensando che, una volta raggiunta l'accensione della lampada, per la ionizzazione che si produce nell'ambiente, la tensione critica superiore  $V_{k2}$  si abbassa, e tanto più, quanto più un semiperiodo di tensione trova l'ambiente ionizzato per effetto dell'accensione avvenuta nel semiperiodo precedente; ove si pensi poi alla dipendenza tra il numero di ioni che si ricombina e il tempo, o, in altre parole, che la disionizzazione del mezzo cresce intuitivamente col tempo, ci si potrà rendere facilmente conto dell'influenza che, su questi fenomeni, ha la frequenza della tensione di alimentazione, ossia l'intervallo di tempo che intercorre tra una accensione e la successiva.

\*

Nè le tensioni critiche superiore ed inferiore sembrano rimanere costanti, per una determinata frequenza, al variare della accensione della lampada; il fenomeno appare chiaramente se si fa uso dell'oscillografo a raggi catodici, facendo agire come causa deflettoria nel senso delle ordinate, la corrente assorbita dalla lampada e nel senso delle ascisse la tensione di alimentazione (praticamente una parte aliquota di essa). Gli oscillogrammi che si ottengono sono del tipo di quelli riprodotti in fig. 7. Se, partendo da una tensione di poco superiore a quella di accensione (fig. 7-a), la tensione stessa si cresce lentamente, si osserva che i punti A ed S si avvicinano sensibilmente verso il centro della figura (fig. 7-b). Il fenomeno è peraltro meno accentuato alle frequenze basse che non alle alte frequenze; in quest'ultimo caso però il fenomeno della accensione sembra perdere una gran parte della propria discontinuità, come si vede parzialmente confrontando l'oscillogramma di fig. 7-b relativo ad una frequenza di 56  $\sim$  con quello di fig. 8

(\*) Per queste esperienze le lampade furono anche private della ghiera metallica a vite e la tensione fu direttamente applicata ai conduttori uscenti dal peduncolo di vetro della lampada.

(\*) K. T. COMPTON e T. E. FOULKE: The origin of Jons in the Unsustained glow discharge. (Gen. El. Rev., 1923, pag. 755).

rilevato a 22  $\sim$ ; lo spigolo vivo esistente qui in *A*, vien sostituito da un arco di raccordo sempre meno acuto, via via che cresce l'accensione; qualche fenomeno di isteresi sembra d'altra parte manifestarsi nel senso che la curva di corrente in discesa

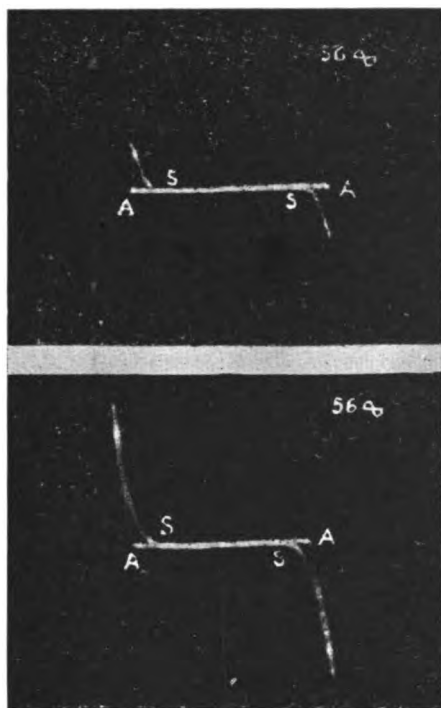


Fig. 7, a) b).

A - accensione S - spegnimento.

sembra mantenersi leggermente superiore al tratto in salita (fenomeni che non si verificano invece alle frequenze basse); un complesso di cose per cui, a pari tensione applicata, il funzionamento della lampada appare, se si considera per un istante, sensibilmente modificato dalla frequenza. Il fenomeno della modificazione nella forma della curva di corrente assorbita al variare della frequenza, appare forse più chiaro dai due oscillogrammi riportati in figura 9, a-b, il primo dei quali si riferisce ad una frequenza di 22  $\sim$ , l'altro ad una frequenza di 56  $\sim$ .

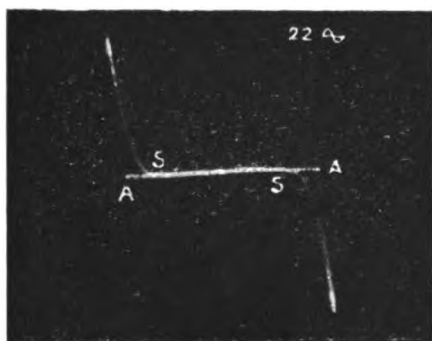


Fig. 8.

A - accensione S - spegnimento.

Anche le osservazioni stroboscopiche confermano sostanzialmente quanto si è prima esposto. Alle frequenze elevate inoltre, tanto il fenomeno della accensione quanto quello dello spegnimento (ma specialmente il primo) appaiono anche alla visione assai più gradualmente. Allo spegnimento poi, quando già l'elettrodo che si osserva appare aver perduta la caratteristica luminescenza aranciata, l'ampolla si dimostra come ripiena di una luminosità bluastra, che scompare mano a mano che ci si avvicina all'accensione dell'altro elettrodo; anche questi fenomeni si accentuano col crescere della frequenza.

\*

Se peraltro si considera il comportamento globale della lampada, in quanto lo si ritiene definito dalla corrente e dalla potenza dalla lampada stessa assorbite sotto diverse tensioni, l'esperienza ha provato che su di esso la frequenza non ha una influenza ben marcata; talchè si può ritenere che, nei limiti ai

quali qui ci si riferisce, corrente e potenza dipendano bensì dal valore della tensione, ma non dalla sua frequenza. L'accentuarsi dei fenomeni di variazione delle tensioni critiche con l'aumentare della frequenza, appare quindi qui praticamente compensato dalle deformazioni che, per la stessa ragione, subisce la

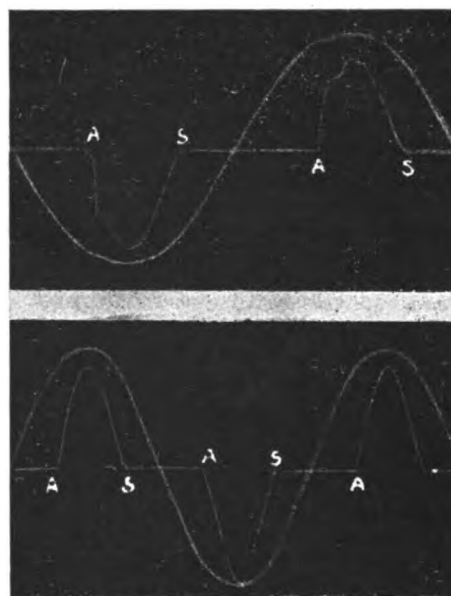


Fig. 9, a) b).

A - accensione S - spegnimento.

curva della corrente assorbita. In fig. 10 è riprodotto, nei diagrammi a e b, l'andamento della corrente e della potenza assorbita in funzione della tensione applicata, per una delle lampade, allorché essa è fortemente illuminata col mezzo più volte citato. I diagrammi tratteggiati c, d, mostrano come, per la me-

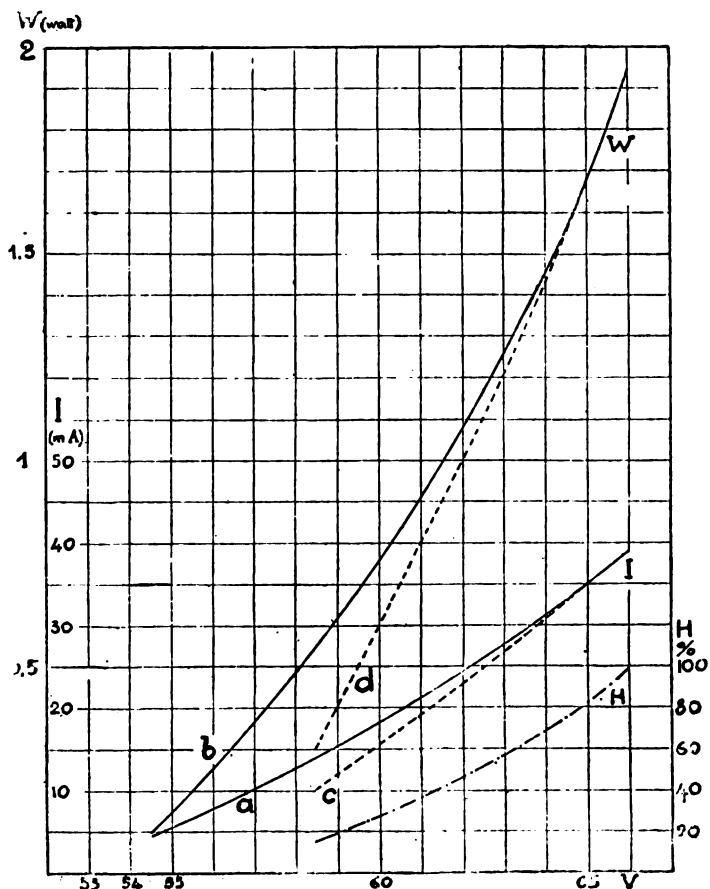


Fig. 10.

desima lampada, si deformino le due curve precedenti, se le esperienze vengono condotte in ambiente oscuro. Per forti accensioni, non si hanno differenze apprezzabili nei due casi; ma le differenze si vanno accentuando per i bassi valori della accensione, allorché cioè l'ambiente nel quale sono immersi



gli elettrodi, per questa stessa ragione, è scarsamente ionizzato, e quindi apprezzabile diviene l'aiuto, per così dire, portato dalle cause ionizzanti esterne; laddove il loro contributo alla ionizzazione del mezzo diviene trascurabile rispetto alle cause ionizzanti interne quando si realizzano alti valori di accensione.

In fig. 10 è anche riportato a solo scopo indicativo, un diagramma il quale mostra come varia, percentualmente, la intensità luminosa orizzontale  $H$  della lampada al variare della tensione applicata (assunta come unitaria la intensità luminosa massima). Per misure fotometriche di tipo, diremo così, assoluto, si veda oltre quello del Sellarlo citato alla nota 2, un recentissimo articolo di Pécheux <sup>(6)</sup>. Questo Autore ha sperimentato su lampade Philips ed ha ottenuto, in condizioni normali di funzionamento, delle intensità medie di qualche decimo di candela, con dei consumi specifici che si avvicinano ai 20 W per candela media sferica.

L'esame dello spettro rivela, sempre per le stesse lampade, oltre che le bande caratteristiche del neon, altre secondarie e di poca entità, nel bleu e nel verde, dovute all'elio che sempre accompagna il neon tratto dall'aria atmosferica; è anche da notare che, al crescere della tensione, lo splendore delle righe dovute al neon cresce assai più rapidamente che non quello delle secondarie.

Osservazioni spettroscopiche furono già fatte su tipi diversi di lampade, da Macgregor-Morris, Dowty e Privett <sup>(7)</sup> e osservazioni fotometriche, estese alla determinazione della variazione della intensità luminosa in un periodo di tensione alternativa, da Karrer e Paritski <sup>(8)</sup>.

\*

Di qualche interesse sembra il risultato ottenuto circa la legge di variazione della potenza assorbita in funzione della tensione, in quanto essa non resta definita se non si definiscono le condizioni sperimentali nelle quali si opera. Passando dalla oscurità alla luce, variano, a pari tensione, la corrente e la potenza assorbite da una determinata lampada; e non sembra dubbio che un analogo risultato debba conseguirsi utilizzando una qualsiasi causa ionizzante esterna (luce del sole, raggi X, raggi  $\gamma$ , presenza di sostanze radioattive nelle vicinanze, ecc.); ond'è che due diversi sperimentatori, operando in diverse condizioni, otterrebbero, per la stessa lampada, leggi completamente diverse.

Ora, non è forse eccessivamente ardito estendere la osservazione fatta con mezzi estremamente semplici su lampade a luminescenza, al campo ben più importante, delle linee ad alta tensione, nelle quali venga superato il potenziale critico per la formazione della corona. I fenomeni che qui avvengono, appaiono nella loro essenza, della stessa natura di quelli esaminati; onde possono apparire, anche solo da questo punto di vista spiegabili le notevoli divergenze che alcuni sperimentatori hanno riscontrato tra i risultati di misure dirette, e la nota legge quadratica del Peek.

\*

Se si divide la potenza assorbita dalla lampada per i volt-ampere, si ottiene un quoziente minore dell'unità; ma qual'è il significato che occorre dare al « *fattore di potenza* »?

E' ovvio che esso deve qui essere inteso come un semplice rapporto tra potenza reale e potenza apparente, non potendosi, data la particolare forma che assume l'onda di corrente, parlare di un angolo di sfasamento tra tensione e corrente, nè quindi del suo coseno.

Se si vuol fare riferimento alla prima armonica della corrente, essa risulta in ritardo rispetto alla tensione, di un angolo sempre piccolo; nel caso della fig. 9 b p. es., la prima armonica risulta di ampiezza eguale al 49 per cento del valore massimo dell'onda reale, e spostata in ritardo di 3° rispetto alla tensione.

Non sembri peraltro fuori di luogo l'esaminare qui un problema, che per le strette analogie di risultati a cui esso conduce,

ha interesse per la spiegazione di alcuni fenomeni osservati nelle linee ad alta tensione nelle quali si superi il potenziale critico per la formazione della corona.

Mettiamoci nelle condizioni di un operatore il quale abbia un complesso condensatore-lampada, intesi inscindibili tra loro; e supponiamo di operare su questo complesso a tensioni successivamente crescenti. Sino a quando la tensione applicata si manterrà inferiore alla tensione critica della lampada, il solo condensatore assorbirà praticamente corrente, il wattmetro inserito in circuito segnerà potenza zero. Ma raggiunta la tensione di accensione, la lampada si accende, il wattmetro darà una certa indicazione. L'operatore che a questo punto volesse determinare la « capacità » del suo complesso, se suppone applicabili le relazioni ordinarie (valevoli solo per grandezze sinusoidali) procederà in questo modo: dividerà la potenza assorbita per la tensione applicata; ed otterrà così la componente della corrente in fase con la tensione; dalla conoscenza di questa e della corrente totale, ricaverà la componente in quadratura; e dividendo infine quest'ultima per il prodotto  $\omega V$ , otterrà la « capacità equivalente » del suo insieme.

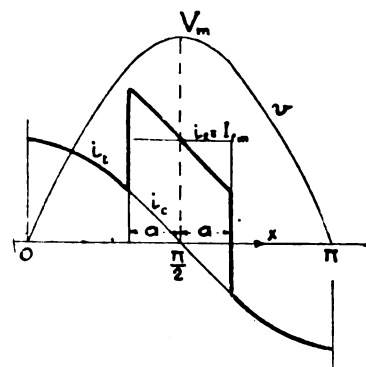


Fig. 11.

Ora vediamo analiticamente a quale risultato si pervenga operando in tal guisa. Facciamo riferimento alla fig. 11, nella quale si è, per semplicità supposto che la curva di corrente  $i_l$  assorbita dalla lampada sia di forma rettangolare e simmetrica rispetto alla ordinata massima di tensione, e dove sono tracciate anche la sinusoide di corrente  $i_c$  assorbita dal condensatore in parallelo con la lampada nonché, a tratto ingrossato, la curva risultante delle due che ci dà, istante per istante la corrente che si stabilisce attraverso il complesso lampada più capacità.

La potenza  $W$  assorbita dal complesso stesso, detto  $I_l$  il valor efficace della corrente relativa alla lampada,  $V$  il valor efficace della tensione applicata, si pone facilmente sotto la forma:

$$W = \frac{2}{\sqrt{\pi a}} V I_l \sin a$$

tenendo conto allora che il valore efficace della corrente totale  $I_t$ , resta definito dalla semplice relazione:

$$I_t^2 = I_l^2 + I_c^2$$

la componente « in quadratura »  $I_\mu$  si vede facilmente esser data dalla:

$$I_\mu^2 = I_c^2 + I_l^2 (1 - \frac{4}{\pi a} \sin^2 a)$$

Tutte le volte che risulterà

$$\frac{4}{\pi a} \sin^2 a < 1$$

ossia

$$\frac{\sin^2 a}{a} < \frac{\pi}{4}$$

risulterà anche  $I_\mu > I_c$ , ossia la « capacità » ottenuta per tal via risulterà maggiore della reale.

La relazione precedente è sempre soddisfatta, per cui si può concludere che il nostro osservatore, a lampada accesa, e sempre intese valide le ipotesi semplificative da cui siamo partiti, dovrebbe logicamente dedurre un « aumento apparente della capacità del condensatore ».

<sup>(6)</sup> Revue Gén. de l'électricité - Vol. XXI, n. 16 del 16 aprile 1927, pag. 624.

<sup>(7)</sup> J. T. MACGREGOR-MORRIS, M. J. DOWTY e B. J. PRIVETT: Neon glow discharge lamp on d. c. circuits. (The Electrician, dicembre 1922, pag. 626).

<sup>(8)</sup> ENOCH KARRER e A. PORITSKI: The distribution of luminosity throughout a potential cycle in a neon glow discharge lamp. (Journ. of the Franklin Institute, vol. 198, 1924, pag. 93).

\*

Il ragionamento non muta evidentemente se si suppone di avere in parallelo con la lampada una reattanza pura; sempre si troverà una corrente « in quadratura » maggiore di quella che ad essa sola competerebbe.

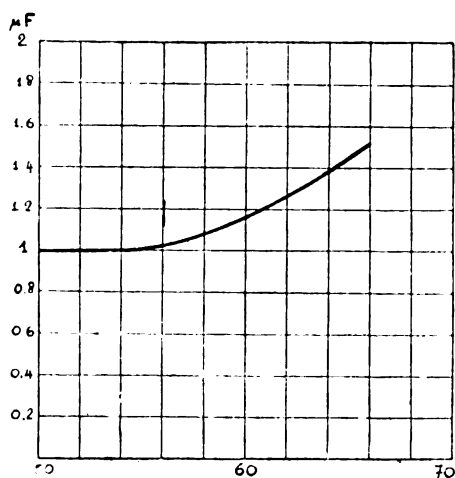


Fig. 12.

In fig. 12 è riassunto il risultato cui si perviene operando nel modo dianzi descritto sulla lampada le cui caratteristiche sono rappresentate in fig. 10, posta in parallelo con un condensatore da 1  $\mu F$ ; superata la tensione di accensione della lampada, la « capacità » appare aumentata, e l'aumento si fa sempre più ingente mano a mano che cresce la tensione applicata al complesso.

Il ragionamento qualitativo sopra esposto, può applicarsi alle linee ad alta tensione allorché in esse si superi la tensione critica per la formazione della corona. Peek ha messo in rilievo l'aumento apparente della capacità che, in tali condizioni subisce la linea, escludendo peraltro, per la entità dell'incremento stesso, che esso possa essere spiegato con l'aumento apparente del diametro dei conduttori dovuto al manicotto di aria ionizzata che viene a raccogliersi intorno al conduttore stesso, come taluno aveva pensato.

Non è improbabile invece che, come avanti si è detto, tale apparente aumento di capacità sia semplicemente dovuto al fatto che al calcolo della capacità stessa si perviene attraverso un procedimento che non è applicabile se non quando si ha a che fare con grandezze sinusoidali.

Se le linee anziché una suscettanza positiva ne avessero una negativa (di selfinduzione cioè, invece che di capacità), se la spiegazione dei fenomeni prima prospettata è esatta, al di sopra della tensione critica per la formazione della corona, si dovrebbe ancora avere un aumento apparente della suscettanza stessa.

### Prove ballistiche.

Allo scopo di verificare il comportamento delle lampade sotto le scariche di condensatori, si è condotta una serie di prove ballistiche, intese a verificare se effettivamente la tensione critica inferiore conservasse anche in tale regime, il medesimo valore già trovato in corrente continua.

Per la misura di  $V_{ki}$  io ho seguito il sistema semplice di caricare il condensatore ad una determinata differenza di potenziale, scaricarlo sulla lampada, ed immediatamente dopo su un galvanometro balistico il quale subirà una deviazione proporzionale alla quantità di elettricità residua nel condensatore, dalla quale è ovviamente possibile dedurre la tensione residua, cioè la tensione critica inferiore della lampada.

Allo scopo di eliminare le eventuali dispersioni, ho usato un tasto speciale, bipolare, rappresentato in fig. 13, il quale non ha bisogno di speciali delucidazioni. Nella posizione rappresentata in figura, il condensatore si carica; abbassando il tasto  $t$ , esso viene prima distaccato dalla batteria, poi scaricato successivamente sulla lampada e sul galvanometro balistico.

I risultati delle esperienze condotte su una delle lampade, sono riassunti nei diagrammi di fig. 14. Le curve  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , si riferiscono ciascuna ad una determinata tensione (costante) di carica del condensatore e precisamente,  $a$  a 95 V;  $b$  a 124 V;  $c$  a 154 V.

Da quanto si è potuto rilevare, la tensione critica inferiore

è dunque influenzata in doppio modo e dalla tensione di carica del condensatore e dal valore della capacità; in via generale si può dire che, per un determinato valore di tensione di carica del condensatore, la tensione critica inferiore cresce, al crescere del valore della capacità, e che, per un determinato valore di capacità la tensione critica diminuisce al crescere della tensione di carica del condensatore.

Tutte le curve tendono al valore di tensione critica inferiore che si può rilevare con corrente continua.

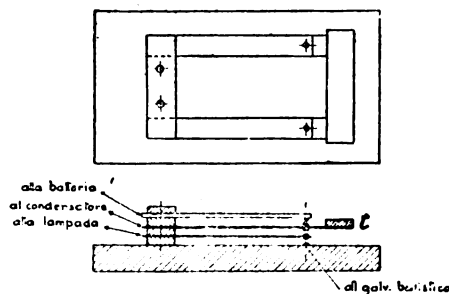


Fig. 13.

Taylor e Stephensen <sup>(9)</sup> allo stesso scopo di determinare la tensione critica inferiore, hanno usato un metodo di zero, giungendo a dei risultati, che, per quel che riguarda la dipendenza della tensione critica dalla capacità del condensatore coincidono qualitativamente con quelli più sopra riportati.

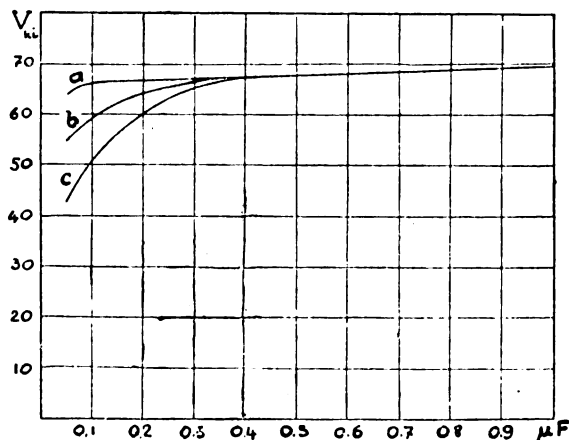


Fig. 14.

Taylor e Sayce <sup>(10)</sup> per eliminare alcuni inconvenienti che si presentano nella pratica applicazione del metodo precedente, hanno modificato lo schema, già di per sé complesso, introducendo un diodo (praticamente un triodo con placca e griglia in corto circuito tra loro); ed hanno anche dato un metodo di zero, che richiede sempre la presenza di diodi in circuito, per la contemporanea misura della tensione critica inferiore e superiore.

### Le proprietà « oscillatrici ».

Le lampade a luminescenza catodica sono suscettibili di oscillare, o meglio di produrre, in particolari condizioni, degli impulsi unidirezionali di corrente, con una gamma estesissima di frequenza. Il fenomeno è stato per primo, credo, osservato dal Righi il quale ne dà una chiara descrizione qualitativa nel Nuovo Cimento del 1902, pag. 37.

Si consideri per esempio il circuito rappresentato in figura 15-a, in cui  $R$  e  $C$  sono rispettivamente una resistenza ohmica e una capacità,  $L$  una lampada, il tutto alimentato da una batteria di tensione appropriata  $V$ . Se partiamo dalle condizioni di condensatore scarico, chiuso il tasto  $t$ , esso comincerà a caricarsi attraverso la resistenza  $R$ ; la sua tensione aumenterà

<sup>(9)</sup> J. TAYLOR e WILLIAM STEPHENSEN: A ballistic-galvanometer «null» method for the determination of the extinction voltages for low tension discharge tubes. (Journ. of Scientif. Instrum., novembre 1924, pag. 50).

<sup>(10)</sup> J. TAYLOR e L. A. SAYCE: On the application of the diode to the measurement of the upper and lower critical voltages of discharge tubes under continuous «flashing» conditions. (Journ. of Scientif. Instrum., giugno 1925, pag. 289).

gradatamente nel tempo, sino a quando avrà raggiunto il valore  $V_{ks}$ , cioè la tensione critica superiore della lampada; da questo istante in poi, almeno sino a quando col valore di  $R$  non si scenda al disotto di un certo limite, il condensatore si scarica attraverso la lampada; raggiunta però la tensione critica inferiore  $V_{ki}$ , questa si spegne, il condensatore rientra in regime di carica e così via; mentre in sostanza la lampada dà una serie di sprazzi luminosi a regolari intervalli di tempo, la tensione del condensatore varia periodicamente tra  $V_{ki}$  e  $V_{ks}$ . E' evidente come, a pari tensione  $V$ , tanto più piccoli sono  $R$  e  $C$ , tanto minore è il tempo impiegato dal condensatore a passare dal potenziale  $V_{ki}$  a quello  $V_{ks}$  e tanto più frequenti saranno gli sprazzi luminosi.

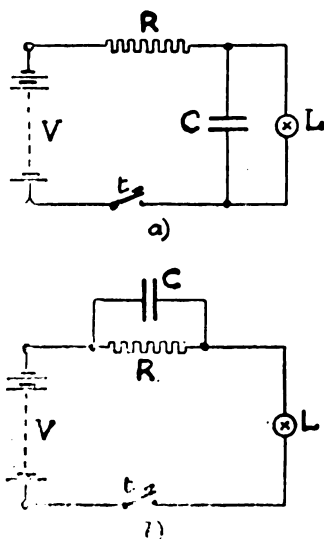


Fig. 15.

Ad un risultato perfettamente identico si perviene se la capacità viene derivata sulla resistenza anziché sulla lampada, come è indicato in fig. 15-b. In questo caso, naturalmente, la differenza di potenziale alle armature del condensatore varia periodicamente tra  $V - V_{ks}$  e  $V - V_{ki}$ .

Ad una espressione completa del periodo  $T$  del fenomeno (tempo di carica più tempo di scarica del condensatore) si può pervenire in maniera razionale nel modo seguente.

\*

**Periodo di carica.** — Con riferimento allo schema della fig. 15-a, supposta infinita la resistenza della lampada, la equazione che regge la carica del condensatore è la nota

$$V = v + RC \frac{dv}{dt}$$

essendo  $v$  la tensione variabile ai capi della capacità, gli altri simboli avendo il significato già dichiarato in precedenza. In tale ipotesi, il tempo di carica del condensatore,  $T_c$ , si ottiene immediatamente, avendo presente, come già si è detto che la carica stessa avviene tra  $V_{ki}$  e  $V_{ks}$ , sotto la forma:

$$T_c = RC \log \frac{V - V_{ki}}{V - V_{ks}}$$

Un'osservazione importante è peraltro da fare nel caso in cui non si possa supporre infinita la resistenza della lampada; è questo il caso in cui, p. es., la lampada stessa venga fortemente illuminata dall'esterno nel qual caso, come si è veduto, si manifesta un effetto fotoelettrico la cui entità non solo non è più trascurabile, ma può addirittura impedire il raggiungimento della tensione critica superiore, e quindi l'ottenimento delle oscillazioni.

Indichiamo pure nel modo più generale con  $i'_l$  la corrente, variabile in funzione di  $v$  che la lampada può assorbire, prima, ben inteso, di raggiungere la tensione critica superiore. L'equazione differenziale del circuito si scriverà allora:

$$V = v + R \left( i'_l + C \frac{dv}{dt} \right)$$

e quindi il tempo di carica, supponendo di partire dal conden-

satore scarico, si scriverà:

$$T_c' = RC \int_0^{V_{ks}} \frac{dv}{V - v - R i'_l}$$

Se la funzione  $i'_l(v)$  è rappresentabile analiticamente, si può naturalmente giungere ad una espressione analitica più o meno complicata di  $T_c'$ ; ma poichè a noi interessa qui solo la parte qualitativa del fenomeno, possiamo assai più semplicemente procedere per via grafica. Si tratta in sostanza di rappresentare graficamente la funzione:

$$f(v) = \frac{1}{V - v - R i'_l}$$

e integrarla poi tra 0 e  $V_{ks}$ . Si può, come in fig. 16, rappresentare separatamente  $V - v$  e  $R i'_l$ , fare la differenza tra le sin-

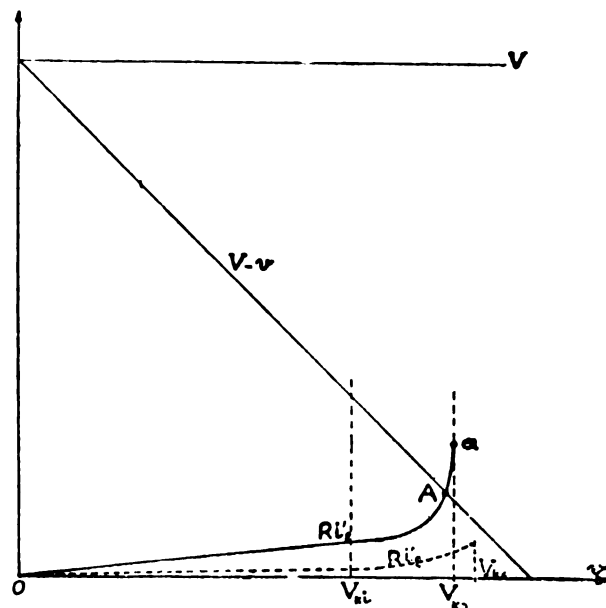


Fig. 16.

gole ordinate, invertire la curva e poi integrare; nessuna difficoltà si presenta nel procedimento fino a quando la funzione  $R i'_l$  è del tipo della curva tratteggiata in figura; ma se, p. es. illuminando maggiormente la lampada a luminescenza ed accentuando quindi il fenomeno fotoelettrico, facciamo sì che la funzione  $R i'_l$  assuma l'andamento a tratto continuo, essa incontra nel punto A la retta  $V - v$ , quindi la funzione  $f(v)$  ha un punto all'infinito, e il tempo  $T_c'$  diviene pure infinito; in questo caso, in sostanza, non è possibile raggiungere la tensione critica superiore (il fenomeno di carica si arresterebbe alla tensione  $v$  corrispondente al punto A) e quindi l'accensione della lampada. Se si vuole di nuovo conferire al complesso la proprietà di oscillare, conviene dunque fare in modo che non esistano punti in comune tra la funzione  $R i'_l$  e la  $V - v$ ; per conseguire il risultato, non vi è evidentemente che o diminuire  $R$  sino a quando il punto a scenda al disotto della retta  $V - v$ , oppure aumentare  $V$ , sino a che la  $V - v$ , spostandosi parallelamente a sè stessa, non intersechi più la curva  $R i'_l$  nel tratto continuo.

Aumento di  $V$  o diminuzione di  $R$  non possono peraltro spingersi oltre un certo limite, per non cadere all'atto della scarica, nella impossibilità del raggiungimento della tensione critica inferiore (ossia dello spegnimento della lampada), come si vedrà in seguito.

E' chiaro allora che, detta  $i'_{lm}$  la corrente massima che la lampada può assorbire ad una tensione infinitamente vicina, ma inferiore a  $V_{ks}$ , la condizione affinché si possa raggiungere l'accensione della lampada, si scrive:

$$V - V_{ks} > R i'_{lm} \quad (1)$$

Se questa condizione è soddisfatta, la integrazione grafica della funzione  $f(v)$  tra i limiti  $V_{ki}$  e  $V_{ks}$  ci dà senz'altro il modo di procurarci, nel caso più generale, il tempo di carica  $T_c$ .

\*

**Periodo di scarica.** — Il problema della valutazione del tempo di scarica  $T_s$  è più incerto, perchè non sappiamo quale

sia in realtà la legge con la quale varii, in queste condizioni, la corrente assorbita dalla lampada al variare della tensione applicata.

La questione comunque, nella sua generalità, si può impostare nel modo seguente, sempre facendo riferimento allo schema della fig. 15-a.

Detta ancora  $v$  la differenza di potenziale variabile ai capi della lampada e del condensatore,  $i$  la corrente assorbita dalla lampada (funzione di  $v$ ), l'equazione differenziale che vale nel periodo di scarica sarà:

$$C \frac{dv}{dt} = \frac{V - v}{R} - i$$

da cui si ricava subito, avendo presente che il fenomeno si svolge tra  $V_{ks}$  e  $V_{ki}$ :

$$T_s = C \int_{V_{ki}}^{V_{ks}} \frac{dv}{i - \frac{V - v}{R}}$$

Anche qui, facendo delle ipotesi sulla funzione analitica che lega  $i$  a  $v$  nello intervallo tra  $V_{ki}$  e  $V_{ks}$ , si potrebbe ricavare una espressione analitica più o meno semplice di  $T_s$ .

Pearson e Anson <sup>(11)</sup> suppongono una legge lineare, e Taylor e Clarkson <sup>(12)</sup>, e Clarkson e Stephensen <sup>(13)</sup> accettano la ipotesi.

In verità, se si ammette che, sempre tra i limiti  $V_{ks}$  e  $V_{ki}$  la corrente varii in funzione della tensione con la stessa legge che vale nel caso della corrente continua, per le lampade sulle quali ho sperimentato, la legge rettilinea può solo in via di approssimazione rappresentare il fenomeno; ma con ogni probabilità nella scarica, che è sempre rapidissima, la legge è diversa da quella che vale in corrente continua. Io non ho fatto delle ricerche sistematiche e quantitative in proposito; ma da alcune prove eseguite con l'oscillografo a raggi catodici, sembra di poter rilevare che, mentre la legge valevole per la corrente continua è forse sufficientemente rispettata per grandi valori della capacità, non lo è certamente più per valori della capacità sufficientemente piccoli, talchè non si raggiunga l'accensione dell'intero elettrodo; e la differenza di comportamento è notevolissima.

Tralasciando quindi di fare delle ipotesi analitiche sulla  $i$ , potremo dire che, nel modo più generale, la risoluzione grafica della relazione analitica prima scritta, ci permette di ricavare il tempo di scarica. La operazione può essere p. es. condotta come

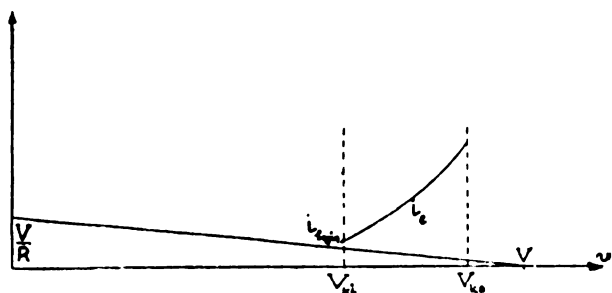


Fig. 17.

è indicato in fig. 17. Tracciata la curva che ci dà  $i$  in funzione di  $v$ , e la funzione rettilinea  $\frac{V - v}{R}$ , basterà fare ordinata per ordinata, la differenza, invertire la funzione così ottenuta, ed integrare tra  $V_{ki}$  e  $V_{ks}$ .

Anche qui è da fare una osservazione analoga a quella fatta a proposito del periodo di carica. Affinchè si possa raggiungere la tensione critica inferiore, è necessario che la retta non

incontri la curva  $i_l$ , senza di che la funzione

$$\frac{1}{i_l - \frac{V - v}{R}}$$

ha un punto all'infinito, e risulta quindi infinito il tempo necessario per raggiungere la tensione critica inferiore; fisicamente ciò significa che, se la retta e la curva si incontrano in un punto, la lampada rimane accesa sotto il potenziale che corrisponde, nel diagramma, al punto comune stesso. Si vede chiaramente dalla figura che aumenti di  $V$ , o diminuzioni di  $R$  fanno avvicinare il complesso a tali condizioni. Dalla figura stessa noi possiamo anche facilmente ricavare una ulteriore condizione per la possibilità delle oscillazioni; deve essere, detta  $i_{lmin}$  la corrente minima della lampada, in corrispondenza della tensione critica  $V_{ki}$ :

$$V - V_{ki} < R i_{lmin} \quad (2)$$

Le (1) e (2) sono le condizioni generali che debbono essere verificate, affinchè il circuito possa oscillare.

\*

Il periodo  $T$  del fenomeno complessivo è naturalmente dato da:

$$T = T_c + T_s$$

In pratica peraltro quando si sia sufficientemente lontani dalle condizioni limiti e si considerino oscillazioni relativamente lente,  $T_s$  risulta trascurabile in confronto a  $T_c$ , onde si può scrivere:

$$T \sim T_c \quad (5)$$

Questo spiega perchè, anche ammettendo per  $i_l$  delle leggi di variazione apprezzabilmente diverse dalla reale, i risultati sperimentali coincidono sensibilmente coi risultati del calcolo.

Sulla relazione approssimata (5) si può anzi appoggiare un metodo per la determinazione delle tensioni critiche superiori ed inferiore per una determinata lampada. Ammessa la sua validità, e supposti trascurabili i fenomeni di conduzione o fotoelettrici ai quali si è già accennato, potremo invero scrivere con sufficiente approssimazione:

$$T = RC \log \frac{V - V_{ki}}{V - V_{ks}}$$

ponendo allora:

$$\frac{e^{\frac{T}{RC}} - 1}{\frac{T}{RC}} = Y$$

la relazione precedente si trasforma nella

$$V = Y(V_{ks} - V_{ki}) - V_{ki} = 0$$

Se dunque si fanno, con un determinato circuito (fissato cioè  $C$  ed  $R$ ) una serie di esperienze con valori diversi di  $V$ , e si calcola, per ciascun valore corrispondente di  $T$ , la funzione  $Y$ , riportando in un diagramma cartesiano in ascisse le  $V$  e in ordinate le  $Y$  corrispondenti, si ottiene una retta la quale, com'è facile vedere, taglia l'asse delle  $V$  in corrispondenza della tensione critica inferiore  $V_{ki}$  e la parallela all'asse delle  $V$  condotta per punto di ordinata  $\gamma = 1$ , in corrispondenza alla tensione critica superiore  $V_{ks}$ .

Sarà opportuno notare, con riferimento a quanto si è detto sulle prove balistiche, che la tensione critica inferiore che così si ottiene, è relativa al valore  $V_{ks}$  di tensione di carica del condensatore, ed a quella determinata capacità con la quale si è sperimentato.

In fig. 18 è rappresentata l'operazione per due delle lampade sulle quali sono state condotte le esperienze.

\*

La esperienza conferma sostanzialmente i risultati ai quali si perviene col calcolo.

$T_c$  e  $T_s$  sono entrambi proporzionali a  $C$ ; se quindi le tensioni critiche fossero costanti, si dovrebbe verificare la proporzionalità tra il periodo e la capacità, per un determinato valore di  $R$ . La esperienza prova invece che (fig. 19, curva a) il dia-

<sup>(11)</sup> S. O. PEARSON e H. ST. G. ANSON: The neon tube as a Means of producing intermittent current. (Proceeding of Phys. Soc. London, vol. 34, pag. 204).

<sup>(12)</sup> J. TAYLOR e W. CLARKSON: A critical resistance for flashing of the low voltage neon discharge tube. (Proc. Phys. Soc. London, vol. 36, pag. 269) ed anche Journ. of Scientif. Instrum., marzo 1924, pag. 173.

<sup>(13)</sup> J. TAYLOR, W. CLARKSON e W. STEPHENSEN: A further study of the comparison of capacities and high resistances by the neon lamp. (Journ. of Scientif. Instrum., febbraio 125, pag. 154).



gramma che dà  $T$  in funzione di  $C$  per un determinato valore di  $V$ , non è una retta uscente dall'origine, ma una curva, in verità poco pronunciata, presentante la concavità verso l'asse delle ascisse. Il fenomeno è dovuto alla diminuzione che subisce la tensione critica inferiore  $V_{ki}$  in corrispondenza dei piccoli valori della capacità, come già altrove si è fatto notare.

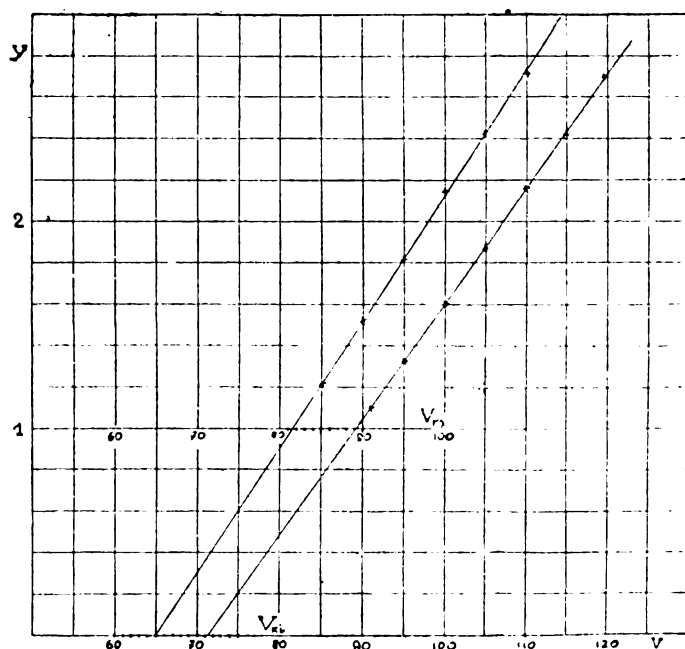


Fig. 18.

Se invece si mantiene  $C$  costante e si fa variare  $R$ , la curva che lega  $T$  ad  $R$  si trova essere rigorosamente (per il valore che può avere tale parola in ricerche sperimentali) una retta uscente dall'origine (fig. 19, curva  $b$ ). Ciò conferma sostanzialmente quanto si è or ora detto, ed anche il fatto che, praticamente, il tempo di scarica può, salvo condizioni particolari, a meno cioè che non ci si avvicini troppo alle condizioni critiche, ritenersi trascurabile in confronto di quello di carica. Se invero il tempo di scarica portasse un contributo praticamente apprezzabile al periodo, la curva  $T(R)$  non dovrebbe, estrapolata, passare per l'origine.

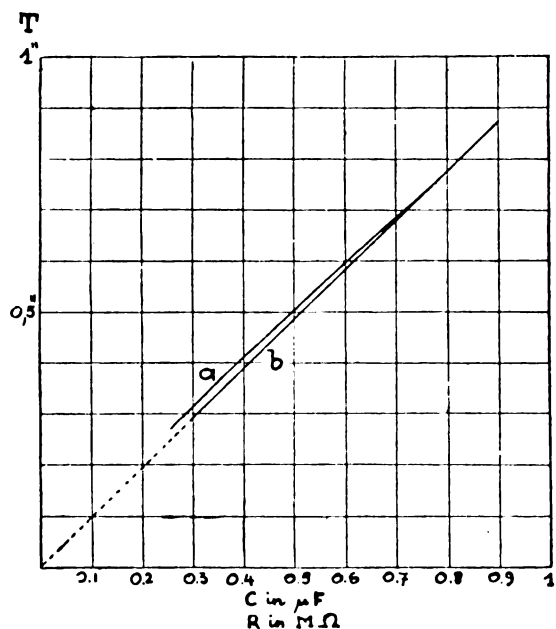


Fig. 19.

La fig. 20 mostra come varia il periodo, per un dato valore di  $R$  e di  $C$ , al variare della tensione  $V$ , per due delle lampade su cui si è sperimentato.

Scegliendo in modo opportuno i valori di  $R$  e di  $C$  si può far variare il periodo  $T$  del fenomeno entro limiti vastissimi.

Dalle frequenze ultraudibili, in corrispondenza delle quali peraltro la energia messa in gioco in ogni periodo è estrema-

mente piccola, si va con comodità a frequenze molto basse; in fig. 21 è, a titolo di esempio, riprodotto un tratto di diagramma ottenuto con apparecchio scrivente, e nel quale a ogni piccolo tratto verticale corrisponde un impulso di corrente; il periodo era qui di circa 60''; ma non è naturalmente escluso che si possano ottenere frequenze anche notevolmente più basse; è

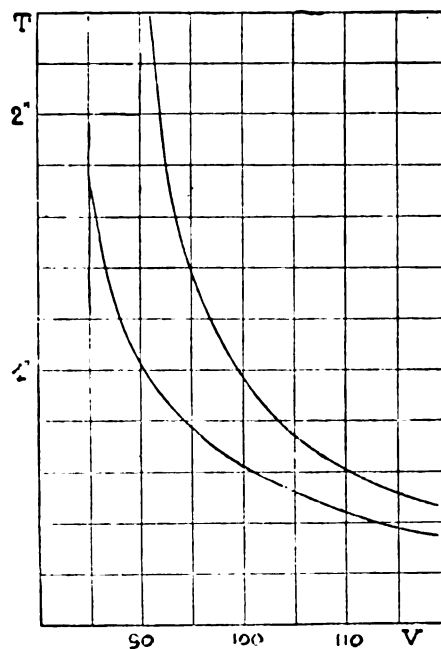


Fig. 20.

però in questi casi difficile eliminare tutte le cause perturbatrici, talchè il fenomeno può perdere, senza particolari attenzioni, una parte della sua regolarità.

#### Applicazioni diverse delle lampade a luminescenza.

Accenniamo molto brevemente ad alcune tra le applicazioni speciali, forse meno note, di cui questo interessante tipo di lampada è suscettibile, tralasciando quelle più comuni o che già da tempo sono sfruttate nella pratica.

\*

Una delle applicazioni più ovvie delle lampade a luminescenza è senza dubbio quella dell'impiego come voltmetro di cresta; così come si trovano in commercio esse sono però poco adatte ad un tal uso, almeno se nella misura si richiede una certa precisione; troppe sono invero, come si è veduto, le cause che influiscono sulla tensione di accensione e troppo difficile sarebbe d'altronde tenerne conto.

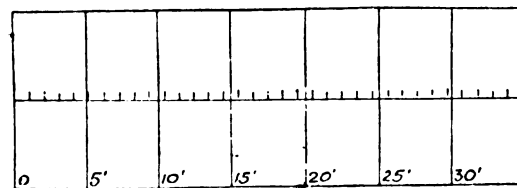


Fig. 21.

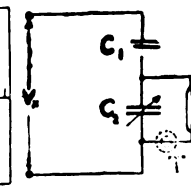


Fig. 22.

Secondo ricerche di Palm peraltro, riempiendo il bulbo con miscele di neon ed elio a pressione opportuna (tra 5 e 12 mm di mercurio) ed usando elettrodi di alluminio, si riesce a rendere la tensione di accensione pressochè indipendente dalla temperatura ambiente e dalla frequenza, entro limiti vastissimi. Fondandosi su tali ricerche, la casa Hartmann e Braun <sup>(14)</sup> ha realizzato un voltmetro di cresta di tipo industriale il quale risponde sostanzialmente allo schema della fig. 22. Dei due condensatori in serie  $C_1$  e  $C_2$ , ai capi dei quali agisce la tensione incognita  $V_x$ , uno ( $C_2$ ) è variabile; regolando il suo valore sino ad ottenere l'accensione del tubo a luminescenza derivato ai suoi estremi (accensione che può essere constatata sia a vista,

<sup>(14)</sup> E. T. Z., 1924, pag. 1252 e pag. 1318 - L'Elettrotecnica, 1923, pag. 831.

sia per mezzo del telefono  $T$  punteggiato in figura) si ha:

$$V_x = V_{kz} \left( \frac{C_1}{C_2} + 1 \right)$$

Con questo metodo sono state misurate tensioni fino a 250 kV.

\*

In alcuni casi in cui sia necessario rilevare piccole variazioni di tensioni alternative, le lampade a neon, preventivamente tarate, ed ove non occorra grande precisione, possono rendere dei preziosi servizi, in vista delle notevoli variazioni che subisce la corrente per incrementi relativamente piccoli della tensione applicata. Per la lampada della quale si sono riportati i diagrammi in fig. 10, p. es., una variazione della tensione applicata da 80 a 81 volt (1,25 %) provoca una variazione di corrente da 18 a 20,5 mA, ossia del 13,9 %.

Si ha in tali casi però lo svantaggio di dover adoperare dei milliamperometri per corrente alternata di una notevole sensibilità. Ma ci si può liberare da questa difficoltà, e sostituire il milliamperometro per corrente alternata con un milliamperometro per corrente continua di uso certamente più comodo, se si sfrutta la lampada a luminescenza in modo speciale.

Se invero con una batteria di tensione adeguata si stabilisce fra gli elettrodi di una lampada a neon una differenza di potenziale continua  $c$ , in serie con la batteria stessa si fa agire la tensione alternativa da misurare, si ha, per ragioni ovvie, un fenomeno di raddrizzamento per cui la lampada assorbe una corrente il cui valor medio non essendo nullo, può essere comodamente rivelato da un comune milliamperometro per corrente continua; e poichè il valor medio della corrente stessa è, naturalmente, in relazione, oltrechè col potenziale continuo applicato ad uno degli elettrodi, anche con la tensione alternativa, si ha, una volta tarato il complesso, un mezzo semplice per misurare, facendo uso di strumenti per corrente continua, delle tensioni alternative entro una scala molto vasta.

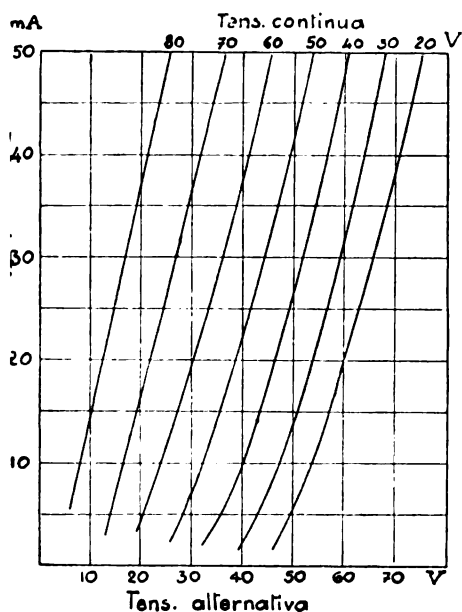


Fig. 23.

Le curve riportate, p. es., in fig. 23, si riferiscono ad una delle lampade sulle quali si è sperimentato; in ascisse sono segnate le tensioni alternative applicate, in ordinate le correnti segnate da un milliamperometro per corrente continua inserito in circuito, e in corrispondenza delle singole curve, la tensione continua applicata fra i due elettrodi.

Si vede anche qui la notevole sensibilità del metodo; passando p. es. la tensione alternativa da 60 a 70 V, con uno scarto del 16,7 per cento, il milliamperometro ha variato la sua deviazione da 20 a 39 mA, con uno scarto percentuale del 95 %.

\*

Un'applicazione pure interessante di queste lampade è data dalla possibilità del loro uso in schemi adatti per la moltiplicazione della frequenza. E precisamente esse, entro certi limiti di  $m$ , da un sistema  $m$  fase di tensioni, con  $m$  dispari, permet-

tono di ricavare una corrente di frequenza  $m$  volte più grande di quella delle tensioni fondamentali.

Si consideri per esempio un sistema trifase di tensioni, ed uno schema come in figura 24, in cui  $L_1, L_2, L_3$  sono tre lampade a luminescenza alimentate a tensioni che possono essere variate, variando la posizione dei cursori  $c$  sulle resistenze  $r$ . E' facile allora vedere che, rappresentato come in fig. 25 il sistema trifase delle tensioni, la corrente che percorre il conduttore neutro  $a b$  della fig. 24 è, come somma delle correnti delle tre lampade, rappresentata da un diagramma del tipo di quello tracciato a tratto ingrossato nella fig. 25 stessa.

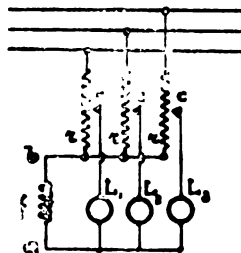


Fig. 24.

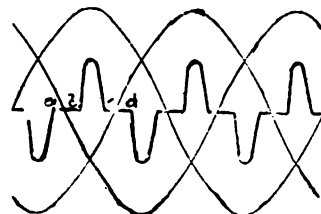


Fig. 25.

Ma è chiaro allora che, aumentando (in questo caso) l'accensione delle lampade spostando i cursori delle resistenze di alimentazione, si può conseguire il risultato di far coincidere i punti  $a$  e  $b$ ,  $c$  e  $d$ , etc. tra loro, in guisa che la curva di corrente risultante sia in massima parte costituita da una terza armonica della tensione di alimentazione. Una induttanza di valore opportunamente scelto inserita nel neutro varrà a eliminare in gran parte le armoniche superiori contenute nella curva di corrente di frequenza tripla.

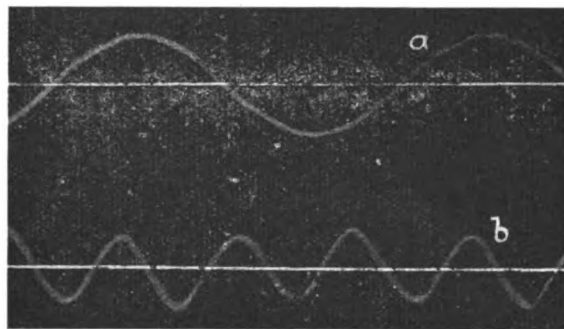


Fig. 26.

L'oscillogramma riportato in fig. 26 mostra come, per questa via si possa effettivamente conseguire una triplicazione di frequenza con risultati sufficientemente puri. Qui è la fondamentale (la tensione della rete di distribuzione di Roma)  $b$  è la curva di frequenza tripla.

Sono ovvie le ragioni che non permettono di spingere, almeno con i tipi di lampade attualmente in commercio, e se non si vuol far ricorso a trasformatori di tipo speciale che alterino la forma della tensione rendendola più appuntita in corrispondenza del valore massimo, la moltiplicazione della frequenza al di là di un certo limite, avuto riguardo al fatto che esiste un angolo di accensione al disotto del quale non è possibile scendere (angolo minimo che è definito in modo molto semplice dalle tensioni critiche inferiori e superiori, o meglio dal loro rapporto).

Trasformando il sistema trifase delle tensioni a disposizione in un sistema a nove fasi con un piccolo trasformatore ausiliario, e realizzando un circuito dello stesso tipo di quello della fig. 24, io ho potuto ottenere nel neutro del sistema una corrente di frequenza nonupla della fondamentale ( $\sim 400$  periodi); l'oscillogramma riprodotto in fig. 27 la rappresenta insieme alla fondamentale stessa.

Non è del tutto improbabile che non diverso da quello precedentemente tratteggiato, sia il fenomeno, messo in evidenza dal Peek per cui, nelle linee ad alta tensione, sempre che si formi la corona, si verifica la presenza di una intensa terza armonica di corrente nel neutro dell'alta tensione dei trasformatori, ove esso sia, secondo la pratica americana, a terra.

(15) J. TAYLOR e W. CLARKSON: The application of the neon lamp to the comparison of capacities and high resistances. (Journ. of Scient. Instrum., marzo 1924, pag. 173).

\*

Taylor, Clarkson e Stephensen <sup>(15)</sup> hanno applicato le lampade a neon alla misura di capacità e di grandi resistenze. Il metodo si basa sulle proprietà oscillatrici delle lampade, esaminate in precedenza: per la misura di una capacità  $C_x$  occorre di preferenza, avere una capacità campione  $C_c$  variabile. Si realizza allora uno schema analogo a quello della fig. 15a in cui, al posto di  $C$  si pone  $C_x$ ; si misura allora il tempo impiegato dalla lampada a fare un certo numero (p. es. 100) di sprazzi luminosi, dando naturalmente un opportuno valore alla resistenza  $R$  di guisa che la osservazione risulti agevole; si sostituisce poi  $C_x$  con la capacità campione  $C_c$  variandola in guisa da realizzare, nell'istesso tempo, lo stesso numero di sprazzi luminosi (nel qual caso sarebbe  $C_c = C_x$ ) o, più praticamente, dando a  $C_c$  due successivi valori tali per cui i tempi osservati comprendano quello relativo a  $C_x$  e risalendo a quest'ultima con una semplice formula di interpolazione. Un metodo analogo può naturalmente valere per il confronto di due grandi resistenze, tenendo allora costante la capacità che shunta la lampada; qui anzi il metodo può diventare più spedito se si fa affidamento sulla proporzionalità che esiste tra periodo e resistenza. Detto allora  $t_x$  il tempo necessario a compiere p. es. 100 sprazzi avendo inserita in circuito la resistenza incognita  $R_x$ ,  $t_c$  il tempo analogo quando in circuito è inserita la resistenza campione  $R_c$ , si ha

$$R_x = R_c \frac{t_x}{t_c}$$

Qualche difficoltà si può presentare se si tratta di paragonare delle capacità molto piccole (p. es. qualche millesimo di  $\mu F$ ); allora non è più naturalmente possibile l'uso del cronometro, come si era supposto in precedenza. Si può in tal caso introdurre nel circuito un telefono e variare la capacità campione sino a quando, inserendo alternativamente a mezzo di un apposito commutatore l'una o l'altra delle due capacità, non si avverta nel telefono l'identità della nota acustica.

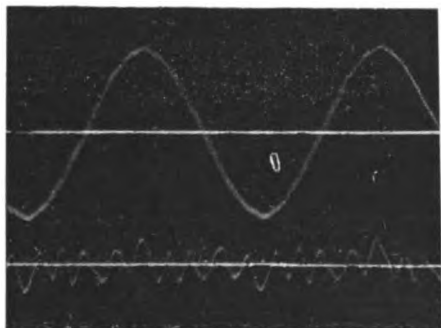


Fig. 27.

Il metodo può essere utilmente trasformato, come hanno indicato Taylor e Clarkson <sup>(16)</sup>, in un metodo a « battimenti ». La identità delle due note e quindi delle due capacità si constata allora facendole « battere » con una frequenza costante (ottenuta sempre con lampada a neon) e assicurandosi che, nell'istesso tempo si abbia il medesimo numero di battimenti tanto se sia in circuito la incognita quanto il campione. Secondo gli AA., nella misura di piccole capacità, il metodo è suscettibile di rilevare differenze dell'ordine di  $2 \mu \mu F$ .

\*

Gli stessi circuiti oscillanti si prestano come un mezzo ausiliario molto semplice ed elegante per l'uso dell'oscillografo a raggi catodici <sup>(17)</sup>. E' noto che qui, se si fa agire la grandezza da esaminare, p. es. una tensione alternativa su una delle placche deflettrici nel senso delle ordinate di un sistema di coordinate cartesiane, è necessario creare le ascisse facendo agire sull'altra placca deflettrice una tensione di forma nota, e di frequenza in genere regolabile e da commisurarsi comunque alla frequenza della tensione o in genere del fenomeno in esame, onde poter ottenere sullo schermo fluorescente una figura stabile.

<sup>(16)</sup> Vedi nota <sup>(13)</sup>.

<sup>(17)</sup> Vedasi, p. es. un cenno sul « Bollettino Radiotelegrafico », volume III, n. 32, pag. 246.

Ordinariamente si adoperano a tale scopo delle tensioni sinusoidali ottenute coi mezzi noti. Rilevata la figura risultante dalla composizione della tensione in esame con quella ausiliaria, si può poi trasformarla, con mezzi grafici semplici, od anche meccanici <sup>(18)</sup> in un ordinario diagramma cartesiano. Ora, adoperando come mezzo ausiliario un circuito oscillante del tipo indicato in fig. 14a, si può per esempio derivare la placca deviatrice dell'oscillografo sulla resistenza  $R$  (o su una parte di essa), la differenza di potenziale ai capi della quale varia tra i limiti  $V-V_k$ , e  $V-V_{ki}$ , con una frequenza regolabile a piacere variando il valore della capacità  $C$ . Se, compatibilmente con la sensibilità dell'oscillografo, si tiene il valore di  $V$  abbastanza elevato per rispetto alla tensione critica della lampada, nella fase di carica del condensatore la legge di variazione della differenza di potenziale ai capi della resistenza in funzione del tempo non si discosta molto dalla rettilinea, per cui si ha, sullo schermo fluorescente una immagine che si avvicina abbastanza al diagramma cartesiano definitivo, ricavabile poi in modo ovvio.

\*

Shaxby e Evans <sup>(19)</sup> hanno indicato l'uso delle lampade a neon per misure di frequenza: la tensione sulla quale si vuol eseguire la misura, fa capo ad un invertitore comandato da un motorino a velocità regolabile, e va poscia ad alimentare una lampada a luminescenza; è ovvio che, regolando la velocità del commutatore sino ad osservare la luminescenza su di un solo elettrodo della lampada, dalla conoscenza della velocità stessa nonché delle caratteristiche costruttive del commutatore, è possibile risalire con semplicità alla frequenza incognita.

E' anche noto, d'altra parte, che le stesse lampade permettono misure di frequenza con metodi stroboscopici.

Accenniamo infine all'applicazione che delle lampade a neon hanno fatto i tecnici della Società Meridionale di Eletticità <sup>(20)</sup> allo scopo di eseguire il parallelo di alternatori, servendosi in modo molto ingegnoso come lampade di fase, ed all'uso che Cakcroft, Coe, Tyace e Waker <sup>(21)</sup> ne hanno fatto per la eccitazione di un circuito oscillante in una loro ricerca su di un analizzatore di armoniche basato sull'impiego di un dispositivo elettrodinamometrico.

\*

Il presente lavoro è stato eseguito nel Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola d'Ingegneria di Roma; al Prof. Luigi Lombardi desidero qui esprimere i miei ringraziamenti e la mia gratitudine per gli aiuti ed i consigli di cui mi è stato largo.

Roma, Maggio 1927.

<sup>(18)</sup> C. F. WIEBUSCH: Accessory to the cathode ray oscillograph for changing oscillograms from a sinusoidal to the a linear time base. (Journ. of. Scientif. Instrum., maggio 1926, pag. 249).

<sup>(19)</sup> J. H. SHAXBY e J. C. EVANS: On certain properties of the «Osglim» neon filled lamp. (Proc. Phys. Soc. London, vol. 36, 1923-24, pag. 253).

<sup>(20)</sup> L'Elettrotecnica, 1925, pag. 604.

<sup>(21)</sup> R. G. E., 2 maggio 1925, pag. 691.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annote arretrate ..... cad. L. 100,—  
più per postali » 10,—

Abbonamento: per il Regno ..... » 100,—  
» per l'Estero ..... » 200,—

Un numero separato: per il Regno ..... » 4,—  
» per l'Estero ..... » 8,—  
più per postali » 1,50

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie ..... L. 15,—  
più per postali » 2,—

CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES en Italie ..... L. 13,—  
più per postali » 2,—

### STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente ..... L. 20,—  
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. ..... » 20,—  
più per postali » 2,50



## LA NOSTRA INDUSTRIA

*In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.*

### Alcuni recenti risultati nella costruzione delle condotte forzate.

La Tubi Togni ha recentemente ampliato il reparto dedicato alla lavorazione dei tubi blindati, per la quale un apposito e potente laminatoio a grande produzione è stato installato per la preparazione degli anelli e delle flangie e un nuovo reparto a due grandiosi capannoni è stato costruito. In questo, fra l'altro, trova posto una imponente pressa per le prove idrauliche, atta a provare tubi sino al diametro di 2800 millimetri e per pressioni sino a 300 atmosfere. La necessità di ampliare questo reparto con tanta grandiosità di mezzi è sorta dal fatto che la tendenza odierna dei tecnici è di sostituire nei nuovi impianti ai tipi di tubi prima d'ora usati il tipo di tubo blindato. Il quale, se richiede una lieve percentuale di maggiore spesa sul complesso dell'opera, ha il grande vantaggio di dare all'impianto un assoluto grado di sicurezza e di tranquillità, che si traduce in un maggior valore dell'impianto stesso.

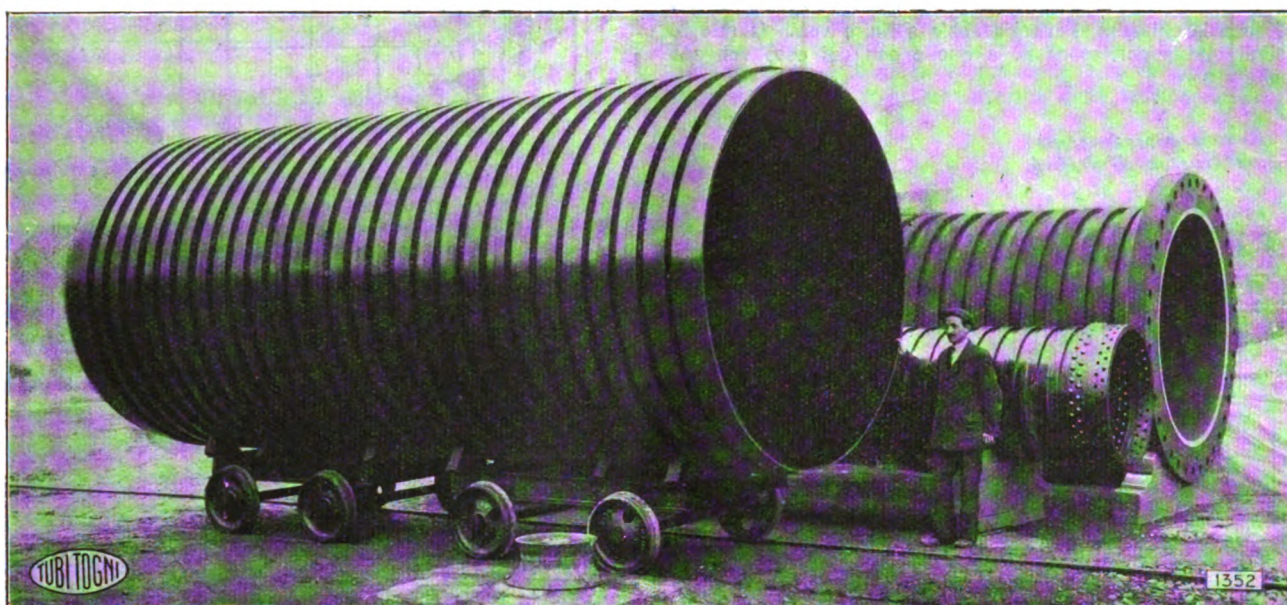


Fig. 1.

Nella fotografia qui riprodotta, a sinistra di chi guarda, è rappresentato un tubo blindato del diametro interno di mm 2500, per una pressione di prova di atm. 29. Esso è destinato all'impianto dell'Isarco, con la Centrale di Cardano, nell'Alto Adige, della Società Elettrica dell'Isarco. Le caratteristiche dell'impianto, per quanto riguarda le condotte forzate, sono: cinque tubazioni con diametro interno minimo di mm 2500 per la produzione di energia a scopo industriale, e una con diametro interno minimo di mm 2000 per la produzione di energia per la trazione sulla linea del Brennero; il salto utilizzato è di m 160, la lunghezza sviluppata di ogni tubazione è di circa m 330.

Nella stessa figura, il tubo centrale è un tubo blindato per giunzione trasversale a manicotto conico tornito, del diametro di mm 1065, provato ad atm. 142, destinato all'impianto dell'Orco, colla Centrale di Rosone, del Municipio di Torino. Quest'impianto fa parte del nuovo gruppo che segue in ordine di tempo al gruppo esistente e funzionante sulla Dora Riparia, il quale con presa a Salbertrand restituisce le acque a Susa. L'impianto dell'Orco sta sorgendo nella valle omonima dell'Orco, al disopra di Ceresole Reale, ed ha le seguenti caratteristiche nei riguardi delle condotte forzate: due tubazioni, ciascuna del diametro di mm 1100/1065, della lunghezza di m 1835 (di cui m 1227 blindati, il resto chiodato), che utilizzano un salto di m 812.

Il terzo tubo a destra nella figura è uno dei tubi blindati a flangia (da inserire nella condotta elastica in galleria), del diametro di mm 1800, provato a 60 atm., costruito per l'impianto di Mese, del gruppo in costruzione sul Liro sopra Chiavenna, della Società Interregionale Cisalpina. L'impianto è per ora disposto per metà della portata ed ha le seguenti caratteristiche nei riguardi delle condotte: una tubazione unica del tipo speciale elastico del diametro di mm 1800, che si dirama in basso, mediante un tripartitore in acciaio fuso del peso di kg 3800, in tre derivazioni blindate che vanno alle turbine. Il salto utilizzato è di m 758, la lunghezza della tubazione di mm 1800 di diametro è di m 1366, la lunghezza complessiva delle tre derivazioni del diametro di mm 900, è di m 294. La Centrale, soltanto colla metà

ora in esecuzione che entrerà tra poco in esercizio, avrà una potenza di circa 75.000 kW.

I tre tubi, che la fotografia comprende, rappresentano quanto di più moderno vi sia nel campo tecnico e costruttivo delle condotte forzate, e, specialmente il diametro di 2500 mm blindato, è un limite mai raggiunto da alcun costruttore in tutto il mondo, sia pure per un campione da esposizione. A Brescia lo si costruisce in via normale per un impianto che entra in esecuzione.

I tubi blindati sono costituiti da un'anima cilindrica saldata, rinforzata da anelli di blindatura.

Le caratteristiche dei materiali impiegati sono le seguenti: le lamiere per le anime saldate sono di acciaio extra-dolce Siemens Martin, di qualità saldabilissima, ed hanno una resistenza alla rottura fra 34 e 41 kg/mm<sup>2</sup> ed un allungamento minimo del 24 %; gli anelli di blindatura sono costruiti con acciaio avente una resistenza alla rottura compresa fra 45 e 60 kg/mm<sup>2</sup> ed un allungamento minimo del 18 %.

Il processo di saldatura per l'anima è quello del gas d'acqua, che vorremmo meglio chiamare bollitura. Non si tratta infatti di un comune processo di saldatura (elettrico, al cannello ossiacetilenico od ossidrico, ecc.), ma di una vera e propria bollitura dei lembi sovrapposti delle lamiere, ottenuta mediante riscaldamento con fiamma al gas d'acqua (miscela in volumi pressochè uguali di idrogeno ed ossido di carbonio, ottenuta in appositi generatori col passaggio di una corrente di vapore d'acqua sopra carbone (coke) incandescente; il potere calorifico della miscela per metro cubo è di circa 2700 calorie, e

la temperatura della fiamma è di circa 1800°) con esclusione di ogni materiale di apporto.

L'impiego della saldatura a gas d'acqua avviene nelle migliori condizioni per spessori da 8 a 30 millimetri circa. La Togni però eseguisce correntemente anche saldature per spessori di 7 e 6 millimetri ed è in grado di saldare anche spessori molto superiori a 30 millimetri; essa infatti, prima di iniziare la costruzione dei tubi blindati, ha costruito diverse condotte forzate (tuttora funzionanti ed in ottime condizioni) saldate a gas d'acqua, di spessori uguali a 45 e 50 millimetri, e, in casi speciali, eseguisce anche oggi saldature di lamiere aventi spessori di 80, 100 millimetri. Oltre i 30 millimetri però, e specialmente oltre i 35 o 36 millimetri, le difficoltà per una buona e corrente esecuzione della bollitura aumentano sensibilmente.

Le saldature a gas d'acqua vengono eseguite nel modo più accurato, con impianti modernissimi e con maestranze rese perfette dalla lunga pratica. Appena saldati, i tubi vengono sottoposti ad una prima ispezione; vengono poi accuratamente ricotti in forni speciali, ove la temperatura è continuamente controllata con appositi strumenti, in modo da mantenerla uniforme ed al grado voluto, evitando che l'ambiente divenga ossidante.

L'anima, così preparata, viene resa ben liscia sulla superficie esterna con apposita macchina. Su tale superficie sono applicati a caldo gli anelli, senza interposizione di spessori o di mastici; tali anelli sono di volta in volta calcolati ed opportunamente distanziati, in base a studi ed esperienze della Ditta. Essi sono di un sol pezzo e senza alcuna saldatura e sono ricavati da lingotti d'acciaio fucinati e sbizzati alla pressa, indi laminati, torniti e rigorosamente calibrati. Tutte le dette successive lavorazioni vengono eseguite con particolare accuratezza, adoperando mezzi e provvedimenti speciali modernissimi.

Ogni tubo blindato viene assoggettato a due prove idrauliche: l'una è eseguita sul tubo saldato (l'anima) prima della blindatura, previa tornitura delle testate, l'altra sul tubo blindato finito.



## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

**W. R. BULLARD — Caratteristiche di operazione dei relais automatici per reti di distribuzione.** (J. A. I. E. E., gennaio 1927, pag. 17).

L'A. ha voluto studiare in modo particolare l'influenza delle condizioni di funzionamento di una rete di distribuzione, sulle caratteristiche di funzionamento del tipo di relais noti col nome di « automatic network relais ».

La funzione più importante di tale relais è quella di fornire l'energia necessaria alla apertura o alla chiusura degli interruttori.

La condizione che rende necessaria l'apertura dell'interruttore è, generalmente, quella dell'inversione del flusso dell'energia, che normalmente deve essere diretto dal trasformatore verso la rete a bassa tensione. La inversione del flusso di energia può essere causata da un corto circuito nel trasformatore o sull'alta tensione, oppure dall'apertura di un interruttore sulla linea principale di alimentazione nel qual caso l'energia relativa alle perdite magnetiche nei trasformatori viene ad essere fornita dalla rete a bassa tensione.

La chiusura dell'interruttore deve invece avvenire quando la relazione fra la tensione alle sbarre dei trasformatori e quella nella rete è tale che, dopo la chiusura, l'energia abbia a fluire verso la rete, e che le fasi di questa corrispondano a quelle con cui esse vengono collegate sulle sbarre.

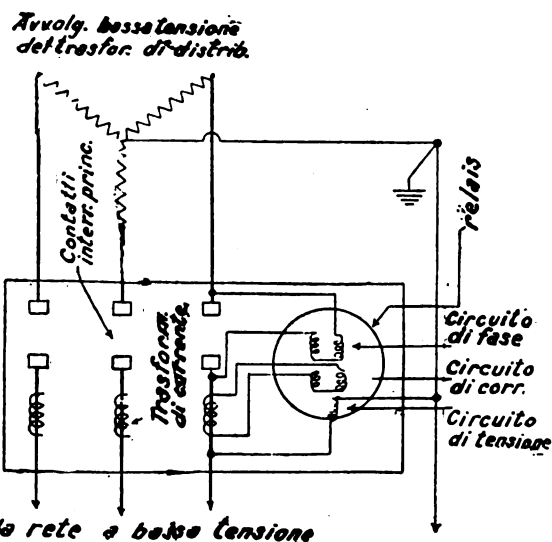


Fig. 2. — Schema delle connessioni di un relais automatico per reti di distribuzione.

Per realizzare le dette condizioni il comando dei relais è in generale ottenuto con tre circuiti locali (fig. 2). Il circuito di tensione è derivato dai conduttori di linea a valle dell'interruttore e rappresenta quindi la tensione della rete; il circuito di corrente è alimentato pure dalla rete, quando l'interruttore è chiuso; il circuito di fase è derivato fra i due contatti di uno stesso polo dell'interruttore e quindi rappresenta i rapporti di tensione fra la rete e il trasformatore.

L'operazione del relais per l'apertura dell'interruttore è comandata dalla azione combinata dei circuiti di tensione e di corrente, mentre l'operazione di chiusura dipende dai due circuiti di tensione e di fase.

Nel caso in cui la rete è fuori servizio e deve essere inserita, manca naturalmente l'azione del circuito di fase. Occorre quindi provvedere ad una sorgente indipendente di energia che è data di solito da una molla che mantiene i contatti del relais in posizione chiusa quando i circuiti del relais non sono alimentati.

Per quanto riguarda le azioni di apertura dell'interruttore possono verificarsi due condizioni estreme. Un limite inferiore, dipendente dalla corrente di magnetizzazione del condensatore e dalla corrente di carica della linea ad alta tensione, si deve considerare quando si tratta di staccare un circuito aprendo l'interruttore principale alla sorgente dell'energia. In certe condizioni può avvenire che le componenti reattive delle due correnti suddette vengano a neutralizzarsi; perchè il relais possa agire anche in tali condizioni è necessario che esso sia sensibile anche al momento generato dalle componenti wattate della corrente di magnetizzazione del trasformatore e della corrente di carica della linea. Ora, la somma di queste due componenti è spesso inferiore all'1 % della corrente normale di pieno carico.

D'altra parte, la corrente di corto circuito che si produce nel caso di un guasto al trasformatore o alla linea ad alta tensione, deve pure poter azionare il relais senza danneggiarlo. Questa corrente può rag-

giungere in certi casi un valore pari a 20 o 30 volte la corrente normale di pieno carico, o anche più. Questo è il limite superiore nelle condizioni di funzionamento del relais per quanto riguarda l'azione di apertura dell'interruttore.

Riguardo all'operazione di chiusura dell'interruttore, il relais è azionato dalla differenza di tensione fra rete e trasformatore, oltrechè dalla tensione propria della rete. La differenza di tensione capace di produrre l'intervento del relais deve sempre essere abbastanza piccola per evitare oscillazioni di tensione e correnti di compenso immediatamente dopo la chiusura; si può ritenere il valore di tale differenza pari a circa 1 % della tensione normale della rete.

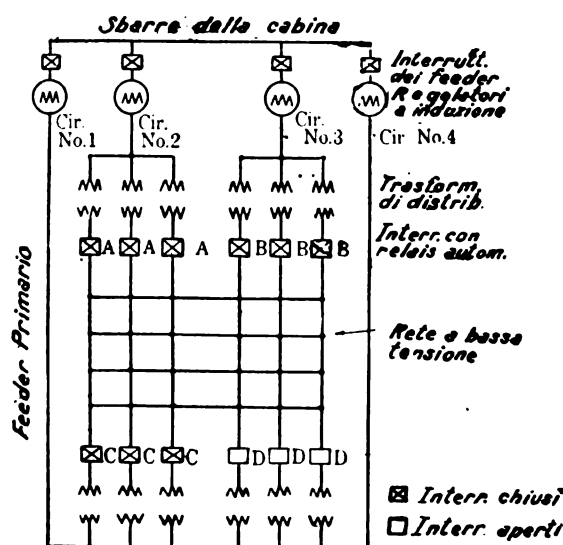


Fig. 1. — Schema di un sistema di distribuzione con relais automatici.

Se si considera d'altra parte lo stato delle cose che può verificarsi in certi casi di intervento del relais per l'apertura dell'interruttore si vede che può avvenire che il circuito di fase di esso debba sopportare una tensione pari al valore massimo di essa nella rete, ed anche più.

Come si vede il relais deve poter operare con sicurezza entro limiti vastissimi di tensione e di corrente.

Deve inoltre essere evitato che il relais possa agire quando sia zero la tensione nel circuito di fase o la corrente nel circuito di corrente; in caso contrario il relais potrebbe continuare ad intervenire per un tempo indefinito aprendo o chiudendo successivamente l'interruttore. Bisogna perciò introdurre una certa differenza nel momento torcente in relazione alla posizione di apertura e a quella di chiusura del relais.

Coi relais a doppio contatto (uno di chiusura e uno di apertura) ciò può essere realizzato con una differenza di tensione nella molla, nelle due posizioni. Coi relais a contatto unico vi si provvede con uno speciale avvolgimento ausiliario.

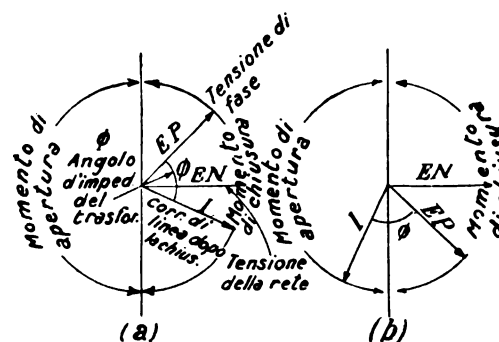


Fig. 3. — Diagramma polare delle relazioni di fase in un relais automatico per reti di distribuzione.

**Relazioni di fase fra la corrente di linea e la tensione di fase.** — Nella figura 1 i circuiti 1, 2, 3, sono supposti in servizio cogli interruttori A, B, C, chiusi. Il circuito 4 è alimentato all'origine, ma gli interruttori D sono supposti ancora aperti. Si supponga trascurabile la impedenza dei cavi ad alta e bassa tensione in confronto a quella dei trasformatori. In queste condizioni esisterà una differenza di tensione fra i due lati degli interruttori D (che l'A. chiama tensione di fase perchè alimenta il circuito di fase dei relais), prodotta dalla caduta di tensione nei trasformatori dei circuiti 1, 2, 3, o da una differente messa a punto dei regolatori di tensione negli stessi circuiti o da entrambe queste cause.

Se la tensione di fase è di grandezza e fase opportuna, gli interruttori *D* si chiudono. Si genera allora una corrente nel circuito 4, dovuta alla differenza di tensione esistente, corrente che circola nel circuito 4 nella rete, nei circuiti 1, 2, 3 in parallelo e nelle sbarre della cabina. Il valore e la fase di tale corrente saranno dati dalla tensione di fase divisa per l'impedenza totale del circuito ora detto. Nelle condizioni prima supposte la corrente dopo la chiusura sarà in ritardo sulla tensione di fase che esisteva prima della chiusura stessa di un angolo molto prossimamente eguale a quello dell'impedenza dei trasformatori.

Questo stato di cose è rappresentato in figura 3 a. Il semicerchio a sinistra rappresenta angoli di fase della tensione nel circuito di fase del relais rispetto alla corrente nel circuito di corrente, ai quali corrispondono momenti che producono l'apertura dell'interruttore; il semicerchio a destra indica angoli di chiusura. Nel caso della sola caduta di tensione prodotta dalla corrente di linea, le condizioni saranno prossime a quelle indicate dai vettori  $EP$  e  $I$ ; l'interruttore sarà chiuso.

Se la tensione di fase è dovuta in parte rilevante alla posizione dei regolatori, può verificarsi la condizione indicata in figura 3 b in cui il vettore della corrente dopo la chiusura ha una posizione corrispondente all'apertura. Si verificherebbe quindi il fenomeno della apertura e chiusura periodica dell'interruttore, che deve essere evitato.

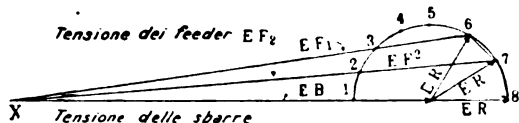
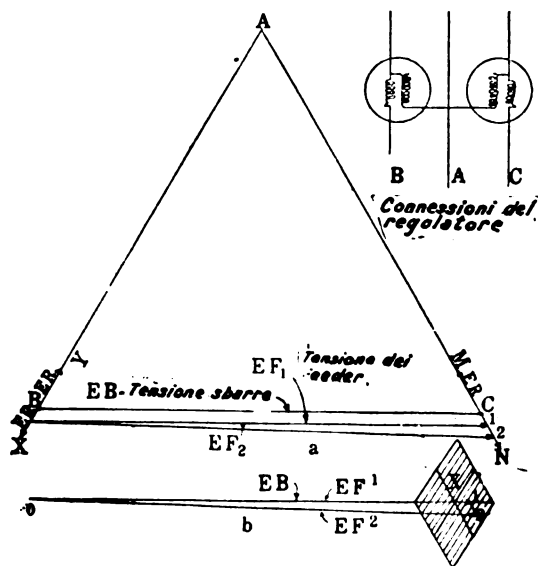


Fig. 4. — Relazioni di fase della differenza di tensione fra feeder primari con regolatori polifasi.

*Angolo della tensione di fase.* — La figura 4 si riferisce a feeder con regolatori polifasi. La tensione del regolatore in serie è rappresentata dal vettore  $E_R$  che può prendere una posizione qualunque indicata dai punti 1, 2, 3; la tensione nel feeder è indicata da  $X-1$ ,  $X-2$ , ecc., secondo le posizioni del regolatore. La tensione nel circuito di fase del relais può quindi assumere le posizioni 1-2, 2-3, 3-4, ecc. In un sistema che abbia dei regolatori polifasi nei feeder indipendenti fra loro è possibile, nelle condizioni di carico nullo, che la tensione di fase prenda una posizione qualunque; la posizione 6-7 corrisponderebbe all'incirca alle condizioni di figura 3 *b* col conseguente pericolo delle aperture periodiche.

Nell'azione dei regolatori monofasi, ciò non avviene perchè la fase della tensione è fissa e la regolazione avviene variando il valore della tensione. Però nei sistemi che fanno uso di due regolatori monofasi connessi a delta aperto (vedi fig. 5) il fenomeno delle aperture periodiche può ancora avvenire. In figura 5 a il triangolo  $ABC$  rappresenta le tensioni nelle sbarre di un sistema trifase e i vettori  $ER$  indicano le tensioni dei regolatori in serie. La tensione nel federe  $BC$  può prendere una posizione qualunque mantenendo un estremo su  $Xy$  e l'altro su  $MN$ , secondo il valore dei vettori  $E-R$ . La fig. 5 b



**Fig. 5. — Relazioni di fase della differenza di tensione fra feeder primari con regolatori monofasi.**

**rappresenta in altro modo il fenomeno. Le due posizioni della tensione del feeder indicate in figura corrispondono ancora alla condizione di cose di figura 3 b.**

Siccome però il regolatore non è il solo fattore determinante della tensione di fase, ma bisogna tener conto anche della caduta di tensione dovuta alla corrente del carico, i fenomeni ora considerati diffi-

cilmente potranno verificarsi durante i periodi di carico rilevante; ma nei periodi di poco carico, l'effetto dei regolatori può essere nettamente predominante.

Anche nel caso di regolatori monofasi indipendenti, quando si tenga conto della caduta di tensione prodotta dalla corrente di linea, può teoricamente verificarsi il caso di una tensione di fase capace di produrre le aperture periodiche. Questo caso teorico non può però avvenire verosimilmente in pratica.

Per quanto riguarda i regolatori il fenomeno suddetto può essere evitato soltanto connettendo meccanicamente i rotori dei regolatori della stessa fase dei diversi feeder.

Ma anche in tal caso, in certe condizioni, può avvenire l'apertura periodica dell'interruttore. Si consideri un sistema con una tensione primaria tale che la corrente di carica dei cavi sia maggiore della corrente di magnetizzazione dei trasformatori; se si apre un interruttore in cabina per staccare un circuito della rete, si verificherà una corrente di ritorno in anticipo: la corrente avrà una fase simile a quella del vettore  $I$  in figura 3 *b*. Se un interruttore della rete si apre prima degli altri, il relais corrispondente risente una tensione di fase come  $EP$  in figura 3 *b* e l'interruttore tende a richiudersi. Se gli altri interruttori si aprono dopo la richiusura del primo essi si trovano nelle stesse condizioni di quello, generando un movimento alternativo dipendente dalle caratteristiche di tempo delle diverse unità.

*Caratteristiche di fase del relais.* — Riassumendo, il relais deve agire nel senso di aprire l'interruttore quando si verifichi un piccolo ritorno di corrente sia in anticipo che in ritardo (secondo che predomina la corrente di carica della linea o quello di magnetizzazione dei trasformatori) o quando si verifichi una forte corrente di ritorno in ritardo per causa di corto circuito. Ne segue che occorre si produca nel relais un momento nel senso di apertura per tutti gli angoli di fase della corrente di linea compresi in un semicircolo che si estende di  $90^\circ$  da ambo i lati della posizione invertita della tensione della rete, come è indicato in figura 6 a.

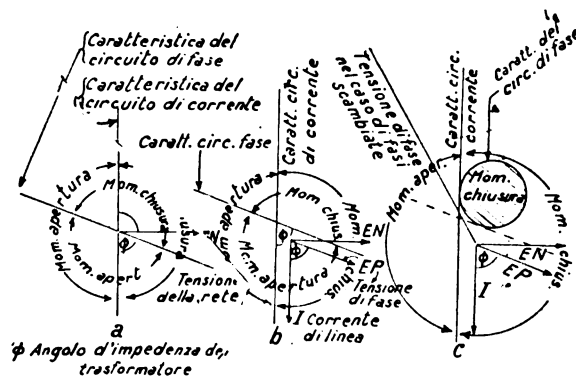


Fig. 6. — Diagramma vettoriale delle caratteristiche ideali di fase in un relais automatico per reti di distribuzione.

Per l'operazione di chiusura occorre che si produca un momento nel senso della chiusura in corrispondenza a tutti gli angoli di fase della tensione così detta di fase compresi in un semicerchio opposto a quello prima visto di apertura, ma spostato in anticipo rispetto alla verticale che definisce quest'ultimo, di un angolo  $\gamma$  eguale a quello dell'impedenza dei trasformatori (vedi fig. 6 a). Se lo spostamento è superiore a questo, si incorre nel pericolo delle aperture e chiusure periodiche.

La supposizione inizialmente fatta che l'impedenza della linea sia trascurabile in confronto all'impedenza dei trasformatori, non è in molti casi valida. Avviene allora che l'angolo  $\varphi$  fra la tensione di fase e la corrente di linea varia col carico, col numero di feeder in servizio, ecc., ecc.

In relais del tipo descritto si rimedia a tale inconveniente mettendoli a punto in modo che richiedano un certo valore nella tensione di fase per produrre la chiusura, e un certo valore della corrente di linea per produrre l'apertura. Ciò corrisponde a modificare il diagramma di figura 6 a in quello di figura 6 b.

Resta ancora da garantire che venga impedita la chiusura nel caso che siano scambiate le fasi dei morsetti ai due lati dell'interruttore. Ciò può essere fatto usando relais che abbiano caratteristiche del tipo di quelle indicate in fig. 6 c. La caratteristica di chiusura è rappresentata, anzichè da una retta, da una curva chiusa. Tensioni di fase di grandezza e posizione tale che l'estremo del loro vettore rappresentativo venga a cadere entro quest'area chiusa producono la chiusura. Tensioni di fase esterne a tale area o che lo attraversino completamente mantenendo l'estremo del vettore esterno ad essa, non producono chiusura: quindi tensioni di fase di grandezza rilevante non produrranno mai la chiusura qualunque sia il loro angolo di posizione.

**Conclusioni.** — Relais che rispondano a tutte le esigenze indicate non sono ancora in commercio. Usando i relais semplici ora disponibili, occorre quindi imporre certe condizioni alle altre parti del sistema di distribuzione per evitare qualche inconveniente di funzionamento. L'A. ritiene che questo genere di relais andrà sviluppandosi verso un tipo di serie che costituisca un opportuno compromesso fra le necessità di un sicuro funzionamento e l'opportunità di una costruzione non troppo complicata.

R. S. N.

## GENERATORI ELETTRICI.

H. DE PISTOYE — **Perdite parassite alle estremità dello statore nelle macchine a grande passo polare e mezzi per ridurle.** (R. G. E., 5 febbraio 1927, pag. 215).

L'importanza delle perdite parassite nelle teste delle bobine e parti d'estremità degli statori negli alternatori a grandi passi polari è generalmente conosciuta tanto più che queste perdite trascurabili nelle piccole macchine sono invece rilevanti in quelle a grande potenza. Le perdite nel rame delle scanalature, dovute al flusso di dispersione prodotto dalle correnti d'indotto hanno una certa intensità specialmente nei conduttori massicci e raggiungono valori elevati nelle macchine di qualche centinaio di kVA con avvolgimenti per bassa tensione quando non sono previste le necessarie precauzioni.

Anche il flusso di dispersione delle teste delle bobine assume una grande importanza nelle macchine a grandi passi polari, come i turbogeneratori, in ragione del numero elevato delle spire ampère della testa di ciascuna bobina. Si è inoltre constatato che perdite considerevoli si verificano nelle viti in acciaio, nelle fasciature e nelle piastre metalliche che servono a fissare meccanicamente le teste delle bobine. Questi pezzi sono infatti situati nell'immediata vicinanza dei conduttori e si trovano, per conseguenza, nel campo di dispersione massima. Le perdite enunciate si possono quasi totalmente eliminare sostituendo alle piastre in metallo piastre in cartone compresso; le viti e le fasciature in acciaio, che, per effetto della loro permeabilità, sono attraversate da un numero considerevole di linee di forza, sono attualmente rimpiazzate con viti e fasciature in bronzo. Infine esaminando le perdite che si producono nelle flangie di fissaggio delle lamiere dell'indotto e nella custodia dell'avvolgimento si è constatato che il materiale magnetico, di cui sono costituiti i pezzi anzidetti, concentra considerevolmente le linee di forza che tendono sempre ad attraversare il mezzo avente riluttanza minima. Conoscendo l'origine di queste perdite si è potuto determinare le condizioni favorevoli alla loro produzione e di conseguenza quelle che tendono a limitarle.

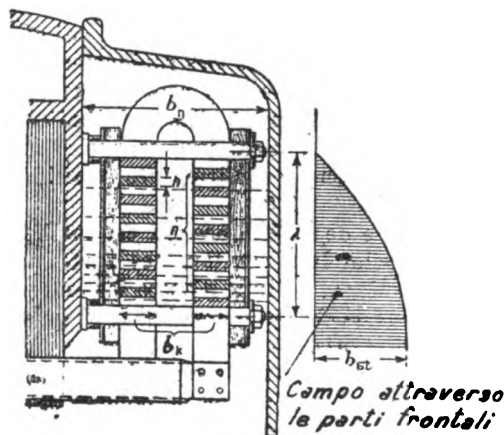


Fig. 1.

Una trattazione analitica di questi fenomeni è difficilissima; si è però cercato di studiarne le condizioni almeno in linea di massima.

Nelle fasce di fissaggio si è constatato che le perdite sono massime in vicinanza del diametro interno e questo fatto si spiega facilmente considerando le teste delle bobine come contenute in un'ampia scanalatura le cui pareti sono formate in parte dalle flange di serraggio dei lamierini d'indotto e in parte dalla custodia in ghisa (fig. 1). Le linee di forza sono, in questo caso, dirette dalla flangia alla custodia e parallelamente all'asse della macchina. Sulla parte destra della fi-

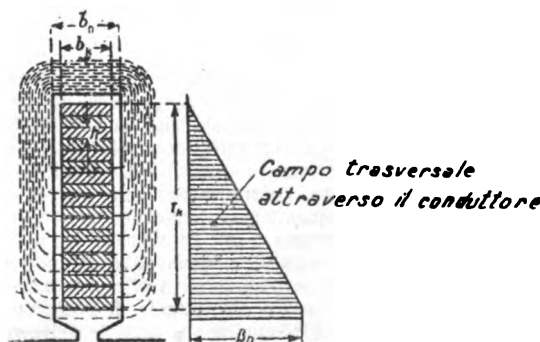


Fig. 2.

gura 2 è visibile il diagramma delle dispersioni che si verificano in una scanalatura ordinaria, mentre il diagramma corrispondente alle dispersioni che si verificano nelle teste delle bobine è segnato pure a destra nella fig. 1. In entrambi i casi le dispersioni aumentano avvi-

cinandosi all'asse della macchina. Si è perciò indotti ad allontanare il più possibile il bordo interno della piastra di fissaggio dall'intraferro.

Inoltre l'induzione di dispersione aumenta in vicinanza degli angoli e delle sporgenze che occorre pertanto eliminare. Infine non si deve avvicinare eccessivamente gli avvolgimenti al ferro. Sotto questo rapporto gli avvolgimenti a mantello, nei quali le teste delle bobine formano un tronco di cono avente metà dell'angolo al vertice di circa 45°, facilitano la riduzione delle perdite poichè allontanano dal ferro le teste delle bobine. Nel caso di avvolgimenti a corrente trifase concentrici, disposti in tre piani per fase, si possono calcolare le perdite con la seguente formula empirica che esprime le perdite in watt alle estremità dello statore:

$$P = \left( \frac{A}{B} 0,0014 D^{2,1} + 0,84 D^{0,45} \right) f^{1,4} (AT)^2 10^{-8}$$

in cui:

$D$  = diametro medio in cm della flangia di fissaggio;

$A$  = altezza radiale in cm della stessa;

$B$  = distanza media delle bobine dalla superficie della flangia;

$f$  = frequenza in periodi al 1°;

$AT$  = numero delle spire-ampère efficaci di una testa di bobina di una fase.

Il valore che si ottiene corrisponde a una sola flangia di serraggio.

L'uso dell'avvolgimento a mantello, analogo a quelli a corrente continua, e costituito da due fasci per scanalatura, permette di dare alla bobina elementare un passo arbitrario. Il raccorciamento del passo spesso impiegato con questo tipo di avvolgimento ha il vantaggio di ridurre la lunghezza della testa della bobina e di permettere, per certi valori del passo, la riduzione delle armoniche della forza magnetomotrice dell'avvolgimento.

Si abbia un avvolgimento trifase a due fasci per scanalatura, e le teste delle bobine siano sviluppate su un piano (fig. 3 a e b) e le tre fasi siano rispettivamente rappresentate con linea continua, con linea punteggiata e con linea mista. La fig. 3 a corrisponde al caso del passo diametrale e la fig. 3 b a quello con passo ridotto di un terzo.

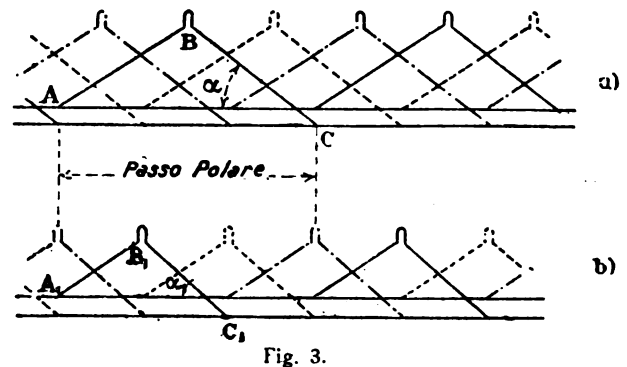


Fig. 3.

Il coefficiente di avvolgimento in quest'ultimo caso è dato dal rapporto  $\frac{\sqrt{3}}{2}$ ; le spire ampère di ciascuna testa di bobina saranno uguali a  $\frac{2}{\sqrt{3}}$  volte le spire ampère della testa di bobina a passo diametrale.

Le perdite parassite nel rame della testa di bobina variano poco, essendo proporzionali al prodotto del volume del rame per il quadrato dell'induzione.

Il procedimento migliore e radicale per ridurre le perdite parassite consiste nel costruire le flange di serraggio delle lamiere d'indotto e la custodia con metallo non magnetico di modo che l'induzione assuma in questi pezzi valore trascurabile. La ghisa non magnetica detta « No Mag » (ghisa speciale al nichel) ha una resistività elevatissima (140 microhm-centim.) e una permeabilità  $\mu = 1,03$  praticamente eguale a quella dell'aria cosicchè i pezzi potranno essere liberamente tracciati con spigoli e sporgenze riducendo il peso ed il costo delle flange con sezioni traforate munite di nervature che permettono di avere un forte momento d'inerzia con peso limitato di materiale. E' inoltre vantaggioso traforare per quanto è possibile il pezzo per ridurre la sezione che si presenta al passaggio delle correnti parassite e aumentare così il vantaggio dovuto alla resistività elevata del metallo.

L. B.

## INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

V. KARAPETOFF — **Collaborazione tra fisici ed elettrotecnici.** (J. A. I. E. E., febbraio 1927, Vol. 46, N. 2, pag. 107).

Riguardo alla collaborazione tra fisici ed elettrotecnici, si ritiene da molti che sia compito dei fisici quello di scoprire fenomeni e leggi, di determinare costanti, di proporre e sviluppare matematicamente ipotesi e teorie, e compito degli ingegneri quello di applicare taluni di questi risultati al progetto, alla costruzione e al funzionamento di

macchine e di apparecchi. L'A., presidente del Comitato di Elettrofisica dell'Associazione Elettrotecnica Americana, afferma essere del tutto erronea questa netta distinzione convenzionale, a cui si è dato pur troppo peso fino ad ora.

Infatti molti risultati ottenuti dai fisici sono inutili nella pratica, sia perchè troppo generali, o perchè, viceversa, non hanno una sufficiente estensione, o perchè infine espressi in formule matematiche troppo complesse per poter essere utilizzate nelle applicazioni.

Alcuni industriali hanno risolto questo problema di collaborazione, creando laboratori di studi e di ricerche, nei quali alcuni fisici studiano determinati problemi, che interessano non solo per il presente, ma anche per il prossimo avvenire, la pratica; ed i risultati da essi ottenuti, vengono, per dir così, selezionati da un personale scelto di tecnici che va fino ai pratici che devono effettuare ogni particolare tecnico delle applicazioni. Accade così, che una parte dei risultati raggiunti dai teorici viene veramente tradotta in utili applicazioni tecniche.

Il Comitato Elettrofisico dell'A. I. E. E. si propone di conseguire tale scopo in più larga misura, determinando un proficuo collegamento fra i fisici e gli ingegneri e cioè: si propone a) di rendere noti e facilmente accessibili agli ingegneri i risultati importantissimi ottenuti dai fisici negli ultimi decenni; b) di indirizzare i fisici verso ricerche e studi che possono risultare utili agli ingegneri.

Questo è stato fatto già in parte, sollecitando i fisici che avevano in corso lavori ed esperienze a far conoscere, per mezzo di memorie adatte allo scopo, i risultati ottenuti. Si può ad es., osservare che nell'ultimo Congresso annuale della « American Physical Society » molte erano le memorie che riguardavano la spettroscopia. Orbene molti problemi, che riguardavano la struttura della materia e sono particolarmente interessanti per gli elettrotecnici, come il magnetismo, la ionizzazione, il comportamento dei dielettrici, la luminescenza dei gas e vapori, ecc., possono essere studiati e risolti con la spettroscopia. Altre memorie riguardano i raggi X, i fenomeni piezoelettrici, i dielettrici, l'elettricità atmosferica, l'acustica, gli oscillografi, le misure di tempo, ecc.

Tutte queste memorie pubblicate, insieme con le importanti riviste estere di fisica, come « The Physical Review » e i « Science Abstracts » permettono all'ingegnere di tenersi al corrente delle ultime ricerche e di conoscere le più recenti teorie, come quella dei quanta d'energia, che gli saranno probabilmente utili in un prossimo avvenire.

D'altra parte il Comitato si propone di presentare al prossimo Congresso dei fisici una lista di argomenti di cui è raccomandabile lo studio, perchè hanno oggi o tendono ad assumere domani una importanza di primo ordine per gli ingegneri elettrotecnici. C. Ch.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPLICAZIONI TERMICHE.

Sui riscaldatori d'acqua con accumulazione dell'energia la Société pour le Développement des Applic. de l'Electr., ha eseguito delle prove comparative fra diversi modelli del commercio e i risultati sono riferiti nella *Révue Gén. de l'Electr.* del 23 aprile 1927. Le prove, molto dettagliate ed analitiche, che vengono descritte, hanno portato a riconoscere che tali apparecchi possono ormai ritenersi adatti al compito al quale devono essere destinati, e che gli apparecchi di regolazione automatica loro applicati hanno ormai raggiunto una sufficiente perfezione costruttiva.

### CONDUTTURE.

Per la calcolazione approssimata delle fondazioni in blocco di c.a. costruzione dei pali per grandi linee di trasmissione, la *Révue Générale de l'Electr.* del 16 aprile 1927, riporta un abaco grafico. Esso consta di una serie di curve che rappresentano ciascuna la legge di variazione del momento di rovesciamento che può essere sopportato per un dato volume del blocco di fondazione, in funzione della lunghezza del lato di base; l'abaco tiene conto anche della spinta delle terre. L'uso del grafico facilita assai i calcoli di massima delle fondazioni evitando il procedimento per approssimazioni successive.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

Alla calcolazione delle correnti parassite in bobine costituite da fili avvolti circolarmente è dedicato il n. 544 dei *Scient. Papers del Bureau of Standard americano*, pubblicato il 5 gennaio 1927. Vi si contiene la trattazione matematica completa delle correnti parassite in un circuito infinitamente lungo o in forma di toro, costituito da una matassa di fili a sezione circolare e di permeabilità e conduttività uniforme e costante. Viene anche considerato il caso in cui la bobina sia in serie con delle resistenze o induttanze o capacità o anche con una forza elettromotrice variabile. Le calcolazioni concludono a delle formule di pratica applicazione.

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

La tensione da adattarsi nelle reti di alimentazione per illuminazione pubblica è generalmente bassa ciò che riesce naturalmente molto oneroso. Nella *Révue Gén. de l'Electricité* del 9 aprile 1927, viene

esaminata la proposta di adottare una tensione dell'ordine dei 300 V per le grandi distribuzioni cittadine mediante l'adozione di piccoli trasformatori individuali per servizio delle grandi lampade. Viene a tale scopo descritto uno speciale tipo di cassetta sotterranea da inserirsi nella rete dei cavi e nella quale trova posto il trasformatore, di tipo speciale, con rapporto 3000/110 V; il trasformatore è studiato per poter funzionare, nelle particolari condizioni di funzionamento, con temperature che non superano di 28° quelle dell'ambiente; le cassette riescono di dimensioni assai ridotte. Da un dettagliato calcolo dei costi, risulterebbe con tale sistema un risparmio del 40 per cento sulla spesa totale di installazione, pur avendosi un egual grado di sicurezza di funzionamento.

\*

Per l'illuminazione intensa degli scali ferroviari si va molto diffondendo uno speciale riflettore descritto nella *Gen. Elec. Rev.* del febbraio 1927, pag. 102. Tale apparecchio si compone di tre superfici riflettenti, delle quali due sono a forma di paraboloide e una è a forma sferica. Tutti i raggi emessi, tranne quelli che escono direttamente dalla bocca del riflettore, incontrano una delle tre superfici anzidette e vengono riflessi parallelamente all'asse del riflettore, verso il suolo. Come mostra l'A., le tre superfici riflettenti possono agevolmente costruirsi, quando si conosca il diametro del bulbo della lampada elettrica e il diametro della bocca del riflettore.

\*

Esperienze sull'influenza del grado di illuminazione sulla produttività degli operai, sono riportate nell'*Elekt. und Maschinenbau* (supplemento *Die Lichttechnik*) del 2 e 30 gennaio 1927. Gli operai sui quali si compiono le esperienze venivano messi in un ambiente di m. 3,50 x 4 dove si poteva far variare l'illuminazione, ed erano addetti a lavorazioni delicate, come quella di tendere fili di tungsteno sull'incastellatura di lampadine, ecc. Una seconda serie di esperienze fu compiuta anche nell'ambiente solito di lavoro, variando la illuminazione. Si verificò sempre un aumento di produttività coll'aumento dell'illuminazione. Ad esempio con una illuminazione da 1500 lux si ebbe un aumento (per tipo di lavoro sopra detto) del 2 per cento, mentre con 3000 lux l'aumento di produttività fu del 27 per cento. Naturalmente gli aumenti attendibili sono minori quando si tratti di lavori grossolani.

### IMPIANTI.

Sull'architettura delle Centrali idroelettriche in relazione al paesaggio è pubblicato un interessante articolo sulla *Révue Générale de l'Electricité* del 12 febbraio 1927. Nell'articolo vengono descritte ed illustrate parecchie centrali francesi che presentano particolari pregi architettonici, come quella di Vernes, o che si intonano in modo speciale all'ambiente naturale, come quella di Bâton, ricavata in iscavo nella roccia. Viene messa in evidenza l'eleganza costruttiva di parecchie centrali italiane, fra le quali vengono ricordate quelle della ex Conti in Valle d'Ossola, quella di Pallanzeno della Edison, quelle di Grossotto e di Roasco della Azienda Elettrica Municipale di Milano, quella di Venaus della Società Forze Idrauliche del Moncenisio, e quella di Fadalto della Società Forze Idrauliche del Veneto, ecc. L'abbellimento architettonico dell'edificio della centrale, grava in generale sulle spese per una percentuale relativamente piccola del costo totale dell'impianto.

\*

Una nuova cabina all'aperto a 130.000 V è stata recentemente messa in servizio a Clinton sulla rete della Cleveland Elec. Ill. Co. Essa presenta alcune caratteristiche interessanti. La protezione contro le sovratensioni sulle linee in arrivo è affidata a scaricatori del tipo a pellicola d'ossido; le linee sono anche provviste di filo di terra. I trasformatori a 130.000 V permettono di regolare la tensione durante il funzionamento sotto carico, mediante un contattore girevole che esclude un numero variabile di spire dell'avvolgimento; le variazioni di tensione si possono fare di 2 in 2 per cento fino ad un massimo del 20 per cento della tensione normale. La cabina di Clinton può anche comandare a distanza un'altra cabina di smistamento pure a 130.000 V dove non risiede alcun personale. Un sistema di segnalazioni a distanza permette al personale della cabina di Clinton di sorvegliare l'andamento dell'altra cabina e effettuare le misure relative.

\*

Le cabine automatiche di conversione a commutatori rotanti delle ferrovie sud-africane, sono descritte nell'*Engineering* del 7 gennaio 1927. Sono sei cabine equipaggiate con due o quattro o sei commutatrici da 1000 kW a 750 V, funzionanti a due a due in serie. L'avviamento avviene per mezzo di un motore ausiliario, in modo automatico ma comandabile a distanza dalla centrale di generazione. All'avviamento il circuito induttore è alimentato da una batteria d'accumulatori; raggiunto un numero di giri 95 per cento del normale, un relais inserisce un sincronizzatore e la commutatrice funziona a tensione normale in serie con bobine di impedenza per ridurre la corrente assorbita: a sincronismo raggiunto, si inserisce il regolatore di eccitazione e si disinseriscono le bobine e il motore ausiliario.



## LIBRI E PUBBLICAZIONI.

L'Associazione Nazionale per la Prevenzione degli Infortuni sul Lavoro ha iniziato la pubblicazione di una nuova Rivista intitolata: «Securitas». La Rivista, mensile, in formato grande, è dedicata ai problemi della sicurezza e dell'igiene nell'industria e nella agricoltura e costituisce in certo modo la continuazione del Bollettino che veniva precedentemente pubblicato dalla Associazione. Colla costituzione in Ente Nazionale effettuata dal Ministro On. Belluzzo, l'Associazione estende ancor più la sua azione e si trova in grado di proseguire con maggior efficacia l'opera altamente meritoria e proficua svolta sin qui. «Securitas» riflette appunto l'attività dell'Ente dal quale emana e costituisce un utile organo di documentazione e di studio dedicato a un argomento di altissima importanza tecnica e sociale.

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Sulle resistenze per misure di temperatura vengono pubblicati degli studi interessanti nell'Elektr. und Maschinenbau del 2 gennaio 1927. Come è noto è opportuno che tali resistenze abbiano un coefficiente di temperatura il più elevato possibile. Il ferro e il nichel, hanno un coefficiente di circa 0,5 per cento e non si conoscono altri materiali che meglio si prestino. Allo scopo di realizzare degli elementi con un coefficiente di temperatura molto elevato si è pensato di circondare il filo metallico con una atmosfera di un gas la cui conduttività termica diminuisca collo aumentare della temperatura: buoni risultati si sono ottenuti con dei gas facilmente dissociabili a temperature dell'ordine di quelle da misurare. Si sono usati dei fili di ferro immersi in tubi di vetro ripieni di  $N_2 O_4$  alla pressione di 100 mm di colonna di mercurio. Si è arrivati così ad ottenere elementi con un coefficiente di temperatura fino del 10 per cento per ogni grado; praticamente però questi elementi non sono stabili. Invece si sono potuti ottenere elementi stabilissimi con coefficiente di 3 per cento.

## STATISTICA.

Il consumo di energia elettrica nella regione di Parigi, città e dintorni, si è andato sviluppando rapidissimamente. Nel 1907 si consumarono in tutto l'anno 50.000.000 di kWh; nel 1926 il consumo è diventato più che decuplo raggiungendo i 532 milioni di kWh in città e 1.560 milioni di kWh contando anche la regione circostante, la così detta banlieu. L'andamento del consumo segna in questi ultimi anni un aumento medio di 120 a 150 milioni di kWh per anno. La potenza di macchinario generatore installato per alimentare Parigi, che era di 175.000 kW nel 1907, è giunto a 604.000 kW nel 1926. Alimentano Parigi attualmente le seguenti centrali termiche colle relative potenze installate: Saint Ouen, 400.000 kW; Issy-les-Moulineaux, 150.000 kW; Gennevilliers, 350.000 kW; Vitry, 100.000 kW, Saint Denis, 175.000 kW e Ivry (in costruzione) prevista per 200.000 kW. Il consumo medio di energia per abitante è di circa 160 kWh annui.

## TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Sulle sovratensioni nei trasformatori pubblica un interessante studio M. Fallou nella Revue Générale de l'Electr. del 28 maggio 1927. L'A. studia specialmente le amplificazioni delle onde di tensione per effetto di risonanza nei circuiti dei trasformatori e più particolarmente il problema dell'effetto dello smorzamento dell'onda incidente sull'ampiezza della sovratensione prodotta. Con uno studio analitico basato sulla teoria generale delle oscillazioni l'A. dimostra che nel caso di risonanza prodotta da un'onda smorzata, la sovratensione nel circuito risonante può calcolarsi in funzione di due valori (inversamente proporzionali ai decrementi logaritmici delle onde libere) che l'A. chiama fattori di sovratensione del circuito eccitante e di quello in risonanza. Confrontando il calcolo teorico con risultati sperimentali, dimostra che lo smorzamento delle onde transitorie lungo le linee di trasmissione ha una efficacia minima nel ridurre i pericoli delle sovratensioni per risonanza nei trasformatori.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

La propulsione elettrica è stata adottata per una nave cisterna da 12.500 tonnellate appartenente a una Società petrolifera americana. La nave, lunga 140 metri, porta quattro motrici a vapore tipo Carels-Ingersoll-Rand, ciascuna a sei cilindri da 600 kW, a 225 giri per minuto. Ogni motore è connesso a una dinamo a corrente continua a 250 V. L'albero dell'elica è mosso da un solo motore elettrico, del tipo a doppia armatura, della potenza da 2100 kW, a 95 giri, capace di imprimere alla nave una velocità di 11 nodi.

La nave in parola è anche interessante per l'equipaggiamento elettrico delle grosse pompe per il carico del petrolio e per la piccola potenza assorbita dai servizi ausiliari i quali consumano circa soltanto un argomento di altissima importanza sociale.

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**



# Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

## Borsa di studio italo-americana in onore di Volta.

Il nostro Presidente Generale ricevette dall'Ing. G. Semenza, Presidente della Commissione Elettrotecnica Internazionale, la seguente lettera:

18 Giugno 1927.

Ill.mo Sig. Prof. Comm. Giancarlo Vallauri,  
Presidente Generale dell'Associazione Elettrotecnica Italiana  
Via Annunziata, 4 — Milano.

Sono incaricato dalla Società Italy-America di New York di portare a conoscenza di codesta Spettabile Associazione un'iniziativa presa negli Stati Uniti in occasione del Centenario Voltiano.

L'Italy-America, che conta fra i suoi soci i migliori nomi americani della scienza e dell'industria, ha voluto, sotto una forma concreta, unirsi alla celebrazione che viene quest'anno fatta al Grande Comasco. Per questo è stata nominata una speciale Commissione (\*) di cui Tommaso Alva Edison ha voluto accettare la presidenza Onoraria, il Presidente effettivo essendo Mr. M. A. Oudin.

La Commissione ha esaminato i vari modi possibili per realizzare la cosa e ha deciso di raccogliere i fondi per una Borsa di Studio da conferirsi ogni anno ad un italiano ingegnere elettricista, uscito da uno dei Politecnici nostri, perché possa passare un anno negli Stati Uniti per studi e ricerche. Più precisamente il premiato dovrebbe passare alcuni mesi in una scuola di ingegneria e poi visitare i più grandi impianti e le fabbriche degli Stati Uniti.

Sarebbe intenzione della Commissione di poter far annunciare dalla Delegazione Italiana nella prossima riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale la definitiva istituzione di tale Borsa.

I fondi raccolti, che mi si annuncia essere già sufficienti per lo scopo, sarebbero amministrati dalla Società Italy-America, e in caso di scioglimento di questa dall'American Institute of Electrical Engineers. La Società Italy-America però desidera trovare un Ente che si occupi in Italia delle modalità per il conferimento della Borsa e quindi della scelta del premiato. Per questo essa ritiene che l'Associazione Elettrotecnica Italiana sarebbe l'Ente più indicato e quindi per tramite mio presenta a codesta Presidenza formale invito a voler esaminare la possibilità di assumersi tale incarico.

Confido che Ella, Signor Presidente, considerando l'importanza ed il significato dell'iniziativa americana vorrà accettare l'invito che Le viene fatto. Nello stesso tempo sarebbe desiderabile che dell'iniziativa venisse data notizia nei giornali italiani.

In attesa, coi più distinti ossequi.

Presidente

Firmato: G. SEMENZA.

(\*) Composizione della Commissione nominata dalla Società Italy-America per le Onoranze Voltiane:

Mr. M. A. Oudin, International Electric Co. Chairman;  
Mr. J. E. Aldred, Italian Power Company;  
Mr. Paul D. Cravath, Italy America Society;  
Mr. Gano Dunn, Institute of Electrical Engineers;  
Mr. Giuseppe Faccioli, General Electric Co.;  
General James G. Harbord, Radio Company of America;  
Thomas W. Lamont, President Italy America Society;  
John W. Lieb, New York Edison Company;  
Mr. Lloyal A. Osborne, Westinghouse Company;  
General Guy E. Tripp, Westinghouse Co.;  
Mr. Philip Torchio, Edison Company;  
Owen D. Young, General Electric Co.

\*

Il Presidente Generale, mentre esprimeva tutta la sua gratitudine all'Ing. G. Semenza, indirizzava alla Presidenza della Società Italy-America, la lettera seguente:

Milano, li 3 Luglio 1927 - Anno V°

Ill.mo Sig. Presidente della «Italy America Society»,  
New York - 36, West - 43 Street.

Il Sig. Gr. Uff. Ing. Guido Semenza ha comunicato al sottoscritto l'iniziativa e la deliberazione del Comitato presieduto dalla S. V. Ill.ma per il conferimento di una Borsa di studio, a favore di studenti italiani, istituita nella ricorrenza del I° Centenario della morte di Volta per onorare degnamente la memoria del Sommo Fisico italiano.

L'Ing. G. Semenza ha anche prospettato a questa Presidenza il desiderio di codesta benemerita Società che l'Associazione Elettrotecnica Italiana assuma l'incarico delle pratiche necessarie per il conferimento della borsa in Italia: e ciò seguendo quelle norme che verranno ulteriormente stabilite in completo accordo colla Società dalla S. V. presieduta, per tutto quanto riguarda la pubblicità del concorso, le regole da stabilirsi e quant'altro necessario per la scelta del candidato.

In seguito a tali comunicazioni, il sottoscritto innanzi tutto sente il dovere di presentare alla S. V. Ill.ma la più viva compiacenza per la elevata e significativa forma scelta ad onorare la memoria di Alessandro Volta: ed a nome di tutti i Soci dell'A. E. I. ha l'onore di porgere il più vivo ringraziamento alla Presidenza della « Italy America Society » per avere affidato all'A. E. I. l'incarico dell'assegnazione della Borsa di studio — incarico che in nome dell'A. E. I. la Presidenza accetta considerandolo come titolo di altissimo onore.

Con tali sentimenti, mentre questa Presidenza si tiene a disposizione della S. V. Ill.ma per le ulteriori pratiche necessarie a completare la preparazione del compito che l'A. E. I. si va ad assumere, attende cortesie istruzioni e comunicazioni al riguardo.

Con devoto ossequio.

Il Segretario Generale  
firmato: GIUSEPPE COMBONI

Il Presidente Generale  
firmato: GIANCARLO VALLAURI

Nulla occorre aggiungere al contenuto delle due lettere. Il compiacimento e la gratitudine espresse dal nostro Presidente Generale saranno certo condivisi da tutti i consoci. I sentimenti di cordiale colleganza che da tempo legano gli elettrotecnici italiani e gli americani, verranno ancora più ravvivati dalla simpatica iniziativa della Società Italy-America.

\* \*

## Commssione Elettrotecnica Internazionale

Riunione dei Comitati di studio - Bellagio, settembre 1927

Riteniamo opportuno pubblicare qui in dettaglio il programma dei lavori quale è stato definitivamente stabilito dalla Segreteria di Londra.

COMITATI	Lu- nedì 5	Mar- tedì 6	Mer- coledì 7	Gio- vedì 8	Sa- bato 10	Lu- nedì 12
Motori primi . . . . . (idraulici)	9-12 15-18	9-12 15-18	9-12 15-18	—	—	9-12 15-18
Motori primi . . . . . (termici)	—	—	—	9-12 15-18	9-12 15-18	—
Macchine . . . . .	—	9-12 15-18	9-12 15-18	—	—	—
» (Morsetti) . . . . .	—	—	—	9-12	9-12	—
Motori Trazione . . . . .	—	—	—	—	15-18	9-12
Tensioni normali . . . . .	—	9-12 15-18	8-12 15-18	—	—	—
Nomenclatura . . . . .	—	—	—	9-12 15-18	15-18	—
Simboli . . . . .	—	—	—	15-18	15-18	15-18
Attacchi lampade . . . . .	—	—	—	9-12	—	—
Lampade radio . . . . .	—	—	—	15-18	9-12	—
Strumenti . . . . .	9-12 15-18	—	—	—	—	—
Olii isolanti . . . . .	—	15-18	15-18	—	—	—
Regolamentazioni linee . . . . .	—	—	—	—	—	9-12

\* \*

La Presidenza del Comitato Elettrotecnico Italiano, rinunciando ai poteri conferitile nell'ultima seduta del Maggio, ha sottoposto in questi giorni all'approvazione dei membri del C.E.I. i nomi dei colleghi proposti a costituire la delegazione italiana. Potremo dare in merito ulteriori notizie nel prossimo numero.

\* \*

## Notizie delle Sezioni

### SEZIONE DI GENOVA

#### Assemblea generale ordinaria dei Soci del 27 marzo 1927.

Presidenza: Gonzales, Presidente — Lombardo, Segretario.

Presenti o rappresentati 35 soci.

Alle ore 10,15 il Presidente apre la seduta.

Presidente: svolge la relazione morale e finanziaria che è accolta con soddisfazione dai soci.

Mette in rilievo il rapido e continuo incremento dei soci dovuta alla vita realmente attiva della Sezione; aumento che ritiene, se non il massimo, tra i massimi.

Esponde chiaramente le questioni trattate nel Consiglio Generale

del 26 febbraio e particolarmente che le Norme dell'A. E. I. sono state approvate come provvisorie compiacendosi che il Consiglio Generale abbia approvata la proposta patrocinata dai Delegati della Sezione di Genova.

Contributi Sede Centrale 1926: Espone la necessità prospettata dalla Presidenza Generale del consolidamento in L. 50 e L. 150, del contributo delle Sezioni verso la Sede Centrale per i soci individuali e collettivi per il 1928.

L'assemblea delibera che i Delegati della Sezione al prossimo Consiglio Generale siano favorevoli a tale aumento.

Soci residenti e non residenti: L'assemblea delibera che col 1928 i soci residenti nei Comuni ora facenti parte della Grande Genova, siano considerati come residenti.

Conferenza Clerici: Il Presidente fa la disamina della conferenza del Chiar.mo Comm. Ing. Carlo Clerici compiacendosi del successo avuto, veramente favoloso nei riguardi del concorso di pubblico.

Mette in rilievo l'importanza dell'argomento trattato dall'Ing. Clerici argomento degno della massima attenzione non solamente da parte dei tecnici. Prega quindi l'Ing. Visentini voler intrattenere i soci su tale argomento.

Visentini: Ringrazia per l'onore avuto e promette di fare prossimamente una comunicazione ai soci.

Presidente: Dopo aver raccomandato un'attiva propaganda da parte dei soci per il bene dell'A. E. I. e per l'elettrotecnica italiana, espone il programma di gite e conferenze che il Consiglio si propone di realizzare.

Bilanci: Il Presidente illustra i bilanci Consuntivo 1926 e Preventivo 1927 trattenendosi su ogni voce, mette in rilievo come nonostante le forti spese sostenute per il cambiamento di sede e per l'arredamento si chiudano in attivo.

Segnala pure come il preventivo numero dei soci sia stato già superato.

L'assemblea approva ad unanimità i bilanci senza discussione.

Consigliere Delegato:

Pernigotti propone che l'elezione avvenga per acclamazione l'assemblea approva.

Presidente: Propone l'elezione del Sig. Ing. Dario Profumo.

L'assemblea sottolinea la proposta del suo Presidente con applausi, e l'Ing. Profumo viene eletto Consigliere Delegato.

Presidente: Ringrazia del favore riscosso dalla sua proposta e inviando al nuovo Consigliere Delegato il suo affettuoso saluto ne mette in rilievo le qualità tecniche e morali.

Aumento quota sociale.

Molti dei presenti prendono la parola sull'argomento, indi il Presidente propone di chiedere ai soci il minor sacrificio possibile e di aumentare per il 1928 le quote solamente di quel tanto che il prossimo Consiglio Generale delibererà di aumentare il contributo delle Sezioni.

Onoranze a Volta.

Presidente: Crede superfluo illustrare la nobile iniziativa di onorare degnamente il Grande Italiano e si augura che i soci tutti sentano il vivo desiderio di possedere il Volume Voltiano che definisce una meravigliosa opera ed esprime la sua ammirazione per i compilatori.

Propone che anche Genova voglia onorare il Grande Maestro in modo da non interferire e allo scopo desidererebbe l'esposizione di qualche socio su un particolare argomento trattato da Volta, in una riunione intima che ritiene miglior dimostrazione di ammirazione.

L'assemblea approva.

Varie.

Pernigotti: Mandava un voto di plauso all'opera del Presidente dicendosi certo che molto verrà fatto per il prossimo 1928, i presenti si associano.

Presidente: Ringrazia dicendosi immeritatamente lodato e validamente aiutato dai colleghi del Consiglio.

Alle ore 11,15 il Presidente toglie la seduta mentre i presenti gli tributano una dimostrazione di affettuosa gratitudine per l'opera svolta.

\* \*

## Visita agli impianti di Savona della Società Elettrica Negri.

Domenica 1° maggio circa 200 soci e molto signore rispondevano al cortese invito della Società Elettrica Negri e partivano alle 7,30 alla volta di Savona nelle vetture ferroviarie che la cortesia del Comm. Ing. Valgoi, Capo Compartimento di Genova delle FF. SS. aveva loro riservate.

Giunti a Savona, opportunamente divisi in gruppi, con autobus, i gitaniti venivano trasportati a Lavagnola per la visita a quella sottostazione di trasformazione e smistamento, alle Officine Elettromeccaniche della Società Scarpa a Magnano ed alla Centrale Termica della Società Negri in Corso Vittorio Veneto.

I gitaniti, guidati dagli ingegneri e tecnici della Società Elettrica Negri, poterono visitare la sottostazione di Lavagnola, scendendo anche ai particolari e grazie agli schemi distribuiti ed alle esaurienti spiegazioni avute, specialmente dal consocio Ing. Pessano, rendersi esatto conto della importanza di quella Stazione, uno dei più importanti centri dei complessi e vasti impianti della Società Elettrica Negri.

Importanza dovuta soprattutto alle numerosissime terne a 75.000 V

e a 25.000 V in arrivo dai due gruppi di centrali di produzione (Val Roja e Val Maira) e in partenza per l'alimentazione di tutta la Liguria sia di energia industriale che di energia per la trazione sulle linee ferroviarie elettrificate.

Altrettanto interessante riuscì la visita alla centrale termica di Corso Vittorio Veneto ove è installata una potenza di 38.000 HP con la duplice funzione di riserva e di integrazione durante i periodi di magra degli impianti idroelettrici.

Interessantissima pure la visita al Laboratorio Misure che, grazie alla particolare cura dell'Ing. Viviani è benissimo dotato di tutti gli strumenti necessari per la taratura degli strumenti ed apparecchi che vengono installati presso gli utenti della Società con la sicurezza di indicazione e registrazione praticamente esatta.

Inutile aggiungere che tale visita lasciò veramente soddisfatti i gitanti che poterono avere ampie ed esaurienti spiegazioni sia dal lato tecnico, che dal lato dell'esercizio, dagli ingegneri e dai tecnici della Negri, tanto modesti quanto valenti.

La visita delle Officine Elettromeccaniche Scarpa e Magnano, ha permesso ai soci di ammirare il razionale criterio tecnico col quale venne costruito il nuovo stabilimento e le importanti costruzioni che colà vengono eseguite. Particolarmente ammirato un palo interruttore e trasformatori trifasi di tensione e riduttori di corrente per 135.000 volt di esercizio, un gruppo di trasformatori monofasi per prove sino a 400 kilovolt, nonché interruttori in olio in aria, coltelli e quadri di manovra in costruzione.

Lasciata l'Officina, dopo un rinfresco offerto con squisita gentilezza, i gitanti si raccolsero al Teatro Wanda per il banchetto offerto dalla Società Elettrica Negri.

Al levar delle mense, l'Ing. Balsamo, Consigliere Delegato della Società Elettrica Negri porge il saluto ai convenuti ed il ringraziamento per l'onore avuto di ospitare i soci della Sezione di Genova dell'A. E. I. e dopo aver messo in rilievo la grande responsabilità degli elettrotecnici di fronte all'economia nazionale, l'importante funzione della Società Elettrica Negri nella vita industriale Ligure, esalta l'avvenire d'Italia e l'opera del Governo Nazionale. Chiude con un affettuoso saluto ai numerosi colleghi presenti.

L'Ing. Gonzales, Presidente della Sezione di Genova dell'A. E. I. porge il ringraziamento della Sezione per la cortese e signorile ospitalità avuta, mette in rilievo le doti di uomini e di tecnici dei consoci ingegneri della Società Elettrica Negri ai quali dichiara di sentirsi affettuosamente legato. Ricorda con elevate parole l'On. Ing. Motta Capo del Gruppo di Società Elettriche del quale la Società Negri è parte tanto notevole e propone l'invio di un telegramma che suoni ammirazione, gratitudine (applausi) e si augura che tutti gli elettrotecnici si uniscano per poter concorrere alla realizzazione del saggio programma che il Governo Nazionale si è prefisso.

Chiude il suo dire inviando un deferente saluto al Presidente Generale augurando un sempre migliore avvenire all'A. E. I. e particolarmente alla Sezione di Genova il cui rigoglioso sviluppo gentilmente attribuisce ai soci tutti e specialmente all'attività dell'Ing. Cornelio Vice Presidente e Ing. Lombardo, Segretario.

Alle ore 17,07 i gitanti ripartivano alla volta di Genova nelle stesse vetture ferroviarie riservate, lieti della bella giornata trascorsa e grati alla Società Elettrica Negri per l'ospitalità avuta.

\*

### Visita agli Impianti di Savona delle Funivie Savona-San Giuseppe.

Domenica 22 maggio circa 150 soci e molte signore si recavano a Savona e San Giuseppe per visitare gli impianti delle Funivie Savona San Giuseppe che per la loro potenzialità e distanza di trasporto costituiscono il più bell'esempio di tali impianti che si ha in Europa.

Ultimamente infatti si sono sbarcate e trasportate a San Giuseppe in 12 ore 4000 tonnellate di carbone.

Giunti a San Giuseppe alle ore 10,40 il Direttore Generale, Sig. Ing. Beltrame, diede il benvenuto ai soci e dopo una esposizione illustrativa corredata da molti dati tecnici, relativi alla potenzialità dell'impianto ed alle difficoltà superate per l'esecuzione, ebbe luogo la visita alla stazione di arrivo delle funivie.

I gitanti poterono così eseguire il percorso del carbone dall'arrivo con i vagonetti sino al carico dei carri ferroviari ammirando la rapidità con la quale avvengono tali operazioni.

Alle 12 ebbe luogo la colazione al sacco, cortesemente offerta dalla S. A. Funivie Savona-San Giuseppe consumata tra l'allegria dei gitanti in un prato decorato dai colori nazionali.

Alle 13,15 i visitatori fecero ritorno a Savona dove imbarcarsi alla Torretta Leone Pancaldo su un rimorchiatore, poterono osservare prima dal mare gli impianti e poi salire a bordo di un piroscafo che stava scaricando il carbone seguendo tutte le operazioni precedenti il carico dei vagonetti che poi partono diretti alla volta di S. Giuseppe o diretti a lasciare il loro carico nei silos; e precisamente le operazioni del caricamento delle benne automatiche, della pesatura pure automatica, caricamento dei vagonetti e loro partenza.

Visitati pure i silos, sempre guidati dall'Ing. Beltrame che fu veramente ammirevole per le chiare spiegazioni con le quali con squi-

sita gentilezza rispondeva al vero fuoco di fila delle domande dei gitanti, ebbe luogo l'esodo verso la stazione ferroviaria.

Alle ore 17,07 i soci partivano alla volta di Genova ammirati dei progettisti di quel bell'impianto, vero capolavoro di ingegneria, Signori Ing. Beltrame e Boschieri, lieti dell'ospitalità avuta e grati al Signor Comm. Ing. Valgoi, Capo Compartimento di Genova delle FF. SS. che aveva riservato loro due vetture ed al Sig. Gr. Uff. Ing. Ehrehfreund che gentilmente aveva disposto perchè proseguissero per San Giuseppe.

\* \*

### Necrologio

Come i giornali politici hanno annunciato, si è spento a Roma il 26 luglio u. s. il

#### Sen. Prof. Ing. GUGLIELMO MENGARINI.

Con esso è scomparso uno dei pochi superstiti di quel manipolo di elettrotecnici che nel 1896 deliberarono la fondazione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana. Del valente Consocio, che fu anche un vero pioniere dell'industria elettrica italiana, ci riserviamo di parlare più ampiamente, come si conviene, in un prossimo numero. Qui non possiamo che associarci alle espressioni di cordoglio che il Presidente Generale ed innumerevoli Consoci hanno inviato alla famiglia.

### Errata - corripge

E. SANTUARI - Lettere alla Redazione: Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitivo, pubblicata nel N. 20 del 15 luglio 1927 a pag. 464.

Le diciture di riferimento delle singole caratteristiche scritte in testa al diagramma a fig. 1, vanno lette da sinistra a destra:

	<i>c/50</i>	<i>a/55</i>	<i>a/52,5</i>	<i>a/50</i>
anziché	<i>c</i>	<i>a/55</i>	<i>a/52,5</i>	<i>a/55</i>

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Memorie presentate nel Congresso annuale e discussioni relative.  
Vol. I (1922) Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica*.

Vol. II (1923) Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica*.

Vol. III (1924) Riunione XXIX, Spezia: *La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione dell'energia*.

Vol. IV (1925) Riunione XXX, Napoli: *1° Conversione di forma dell'energia elettrica - 2° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici*.

Vol. V (1926) Riunione XXXI, Brescia: *1° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici - 2° Relazione dei Delegati del Comitato Elettrotecnico Italiano alla Riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale*.

Ciascun Volume per i Soci dell'A. E. I. ....	L. 20,—
Ciascun Volume per i non Soci .....	» 30,—
più per postali .....	» 2,50

### MONOGRAFIE DELL'A. E. I.

1. UGO BORDONI: I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche. .... L. 8,—  
più per postali ..... » 1,50 |

2. E. BOTTANI: La moderna matematica dei circuiti trifasi. .... L. 10,—  
più per postali ..... » 1,50 |

3. UGO BORDONI: La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze. .... L. 8,—  
più per postali ..... » 1,50 |

4. R. SAN NICOLÒ: Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore. .... L. 8,—  
più per postali ..... » 1,50 |

5. G. VALLAURI: Convertitori statici di corrente elettrica: Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza ... L. 8,—  
più per postali ..... » 1,50 |

6. A. BARBAGELATA: La protezione contro le sovracorrenti. .... L. 8,—  
più per postali ..... » 1,50 |

7. C. RIMINI: Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative. .... L. 12,—  
più per postali ..... » 1,50 |

ELENCO dei Fabbricanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico .....	L. 4,—
più per postali .....	» 1,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (102) - Via Annunziata, 4.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Prove di isolamento interno.

Come ripetutamente annunciammo, si inizia il 4 settembre la riunione della C.E.I. a Bellagio, e noi siamo lieti di dare fin d'ora il benvenuto — a nome dell'A.E.I., del Comitato Elettrotecnico, ed a nome nostro — ai più che 150 delegati che, in rappresentanza di 27 nazioni, stanno per iniziare i loro lavori nell'incantata tranquillità del nostro Lario.

### Telefonia a grande distanza.

Le comunicazioni elettriche, pur avendo raggiunto, specie negli ultimi anni e sopra tutto per opera della telefonia, una importanza industriale di primo ordine, sono rimaste sempre un po' escluse dall'interessamento degli elettrotecnici. Ciò è derivato da una quantità di cause, non ultime certo la grande complessità della tecnica delle comunicazioni ed il suo rapido sviluppo.

Viene pertanto in buon punto il prossimo Congresso dell'A. E. I. per concentrare l'attenzione dei consoci, oltre che su un problema veramente vitale per i trasporti di energia, quale è quello dell'isolamento delle grandi linee, anche sull'argomento delle comunicazioni. Uno dei maggiori frutti, che la Presidenza spera di veder maturare dal Convegno di Como, è appunto quello della diffusione, fra categorie sempre più estese di colleghi, della conoscenza dei problemi telefonici e telegrafici. Al raggiungimento di uno scopo tanto importante contribuiranno in modo assai efficace le monografie preparate da autorevoli specialisti e intese a riassumere in rapida sintesi i recenti progressi e lo stato attuale di determinati rami della tecnica delle comunicazioni. Ottimo esempio di tali monografie è lo scritto del Prof. DI PIRRO sulla telefonia a grande distanza, di cui iniziamo in questo fascicolo la pubblicazione. Esso costituirà indubbiamente, anche per lungo tempo dopo il Congresso, una preziosa e autorevole fonte di informazione e di consultazione, per chiunque vorrà mettersi a giorno del non facile, ma assai attraente argomento.

### La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il problema delle prove di isolamento fra le spire di uno stesso avvolgimento è più che mai di attualità, e di esso dovrà certamente occuparsi la Commissione Elettrotecnica Internazionale nella imminente riunione di Bellagio. Da tempo è infatti generale la convinzione che la grandissima maggioranza se non la totalità dei guai che capitano nelle macchine elettriche si iniziano con una perforazione dell'isolante fra conduttori vicini; cosicchè le ordinarie prove di isolamento verso massa (isolamento esterno), sempre utilissime per rivelare difetti accidentali di costruzione, poco giovano come garanzia del comportamento avvenire della macchina. La difficoltà sta tutta nel trovare un metodo di prova che sia nello stesso tempo pratico ed efficace; dato che i metodi con onde a fronte ripida o ad impulso si sono mostrati non privi di inconvenienti. Il Prof. REBORA propose l'anno scorso, al Congresso di Brescia, un procedimento assai semplice che, per quanto empirico, incontrò molto favore, tanto che il Comitato Elettrotecnico Italiano avrebbe voluto introdurlo nella edizione 1927 delle nostre Norme. Parve poi più opportuno attendere la discussione internazionale della proposta che, con qualche ritocco e perfezionamento, fu ufficialmente presentata dal Comitato nostro alla Commissione Elettrotecnica Internazionale. Nel breve scritto odierno il Prof. Rebora, aggiunge nuovi interessanti ed efficaci argomenti a sostegno della sua proposta: e noi abbiamo creduto conveniente fare posto in questo numero alla nota del Rebora in vista appunto della imminente discussione di Bellagio.

LA REDAZIONE.

### □ SUI PROGRESSI DELLA TELEFONIA A GRANDE DISTANZA □ □ □ □

G. DI PIRRO



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

#### § 1. - Introduzione.

Allorquando fra il 1875 ed il 1878 furono inventati il telefono ed il microfono, i due organi essenziali della telefonia, e furono eseguite le prime prove di corrispondenza, nessuno poteva prevedere che la invenzione si sarebbe così sviluppata da costituire uno dei più essenziali mezzi della nostra vita civile.

Poche cifre, alle quali il nostro Paese dà purtroppo un limitato contributo, bastano ad illustrare il grandioso sviluppo cui ho accennato. Nel mondo il numero degli apparecchi telefonici al 1° gennaio 1925 aveva raggiunta la cifra di circa 26 milioni; lo sviluppo dei fili telefonici era alla stessa epoca di circa 120 milioni di chilometri, attraverso cui si scambiavano miliardi di conversazioni (21 miliardi circa durante il 1924 nei soli Stati Uniti d'America).

Nel suo trionfale cammino la meravigliosa invenzione ha mirato a raggiungere due particolari scopi, quello di rendere possibile la conversazione fra i numerosi abbonati di una medesima città (telefonia urbana), l'altro di permettere lo scambio della parola fra persone separate da grande distanza (telefonia interurbana) facendo così in corrispondenza sorgere due importanti problemi.

Nella risoluzione del primo di essi ogni ingegnosità è stata messa in opera per creare impianti centrali, manuali ovvero automatici, capaci di collegare centinaia di migliaia di abbonati fra di loro nel minimo tempo e con la minima spesa: è questo uno dei più interessanti problemi della elettro-meccanica telefonica, problema che è in continuo divenire e che offre largo campo di attività all'inventore, al costruttore, all'elettricista.

Alla risoluzione del secondo, collegato più intimamente che l'altro all'alta cultura, scienziati e tecnici eminenti hanno collaborato sin dal sorgere del nuovo mezzo di comunicazione allo scopo di sempre più raggiungere maggiori distanze con la minima spesa. Questo problema, che è connesso ad una brillante invenzione dell'ultimo decennio (la valvola termoionica), la quale rappresenta una pietra miliare nello sviluppo della telefonia, io tratterò nella presente Relazione cercando di esporre, nel modo più breve che mi sarà possibile, i più recenti progressi realizzati in virtù specialmente di detta valvola nel campo della telefonia a grande distanza.

Tale esposizione, per la utilità di coloro che non sono specializzati nella materia, io farò in modo elementare, illustrandola con numerose figure riprodotte in gran parte dalle varie pubblicazioni dei tecnici della American Telegraph and Telephone Cy e della Western Electric Cy, nonché da quelli della Siemens Halske di Berlino, nei cui laboratori le scoperte e le invenzioni di cui parleremo sono state principalmente sviluppate.

#### § 2. - L'attenuazione e la distorsione nella trasmissione telefonica.

Per la maggiore intelligenza di quanto dovrò dire in appresso, è opportuno fare qualche richiamo sul meccanismo della



trasmissione telefonica e sullo stato del problema della telefonia a grande distanza sino al 1914, quando la valvola termoionica non era stata ancora introdotta.

E' noto a tutti i tecnici lo schema di collegamento delle parti essenziali di un circuito telefonico (fig. 1).

E' da notare che quando si prescinde da azioni secondarie che si manifestano specialmente a causa della irregolare variazione della resistenza elettrica del microfono e della presenza del ferro nei trasformatori e nel telefono, tutti i fenomeni sopra descritti, che costituiscono la catena delle successive tra-

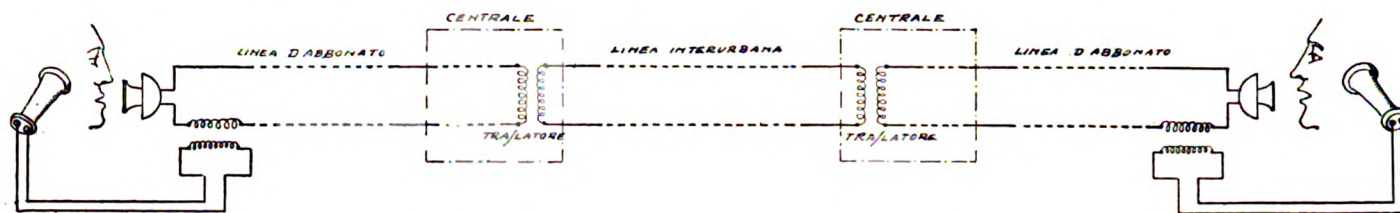


Fig. 1. — Schema di collegamento telefonico interurbano.

Un microfono è inserito (mi riferisco agli impianti a batteria centrale) in un circuito d'abbonato al quale è collegato induttivamente un telefono, circuito che termina con un avvolgimento di un trasformatore, il cui secondo avvolgimento è inserito alla origine di una linea di trasmissione; la quale, alla sua estremità finale, è collegata nello stesso modo ai corrispondenti organi di trasmissione e di ricezione.

Un suono armonico semplice e cioè di forma sinusoidale, di una certa ampiezza e di una certa frequenza come quello generato ad es. da una canna d'organo la cui bocca sia collocata dinanzi alla membrana del microfono, produce pressioni e depressioni dell'aria, che si traducono in oscillazioni della membrana microfonica, la quale a sua volta genera avvicinamenti e allontanamenti ritmici degli elementi di carbone, di cui è costituito il microfono, e conseguentemente variazioni della resistenza elettrica del microfono stesso, con che si ottengono variazioni della corrente continua prodotta da una batteria di accumulatori collocata nella Centrale, corrente che, quando si parla, circola permanentemente nel circuito microfonico.

Siffatte variazioni di corrente producono una f. e. m. in-

sformazioni, hanno la medesima frequenza del suono impresso alla imboccatura del microfono, per cui il suono ricevuto dal nostro organo uditivo per mezzo del telefono sarà armonico semplice come quello trasmesso. Però esso avrà generalmente rispetto al primo una minore intensità (ampiezza); ciò che si esprime dicendo che l'intensità del suono nel passaggio dall'organo di trasmissione a quello di ricezione subisce una *attenuazione*. Teniamo bene a mente questo fenomeno dell'*attenuazione*, poichè esso è un elemento importante nel meccanismo della trasmissione telefonica.

Si è sinora considerata una sorgente costituita da un solo suono armonico semplice. Se la sorgente fosse costituita da una armonica complessa, ossia da un insieme di più suoni semplici di differente frequenza, ciascuno di questi suoni si trasmetterebbe per suo conto, attenuandosi; ma l'attenuazione non sarebbe in generale la medesima per tutte, variando essa diversamente colla frequenza; circostanza quest'ultima che produce una alterazione di ciò che chiamasi il *carattere* del suono, e che dipende principalmente dai rapporti delle ampiezze dei suoni componenti.

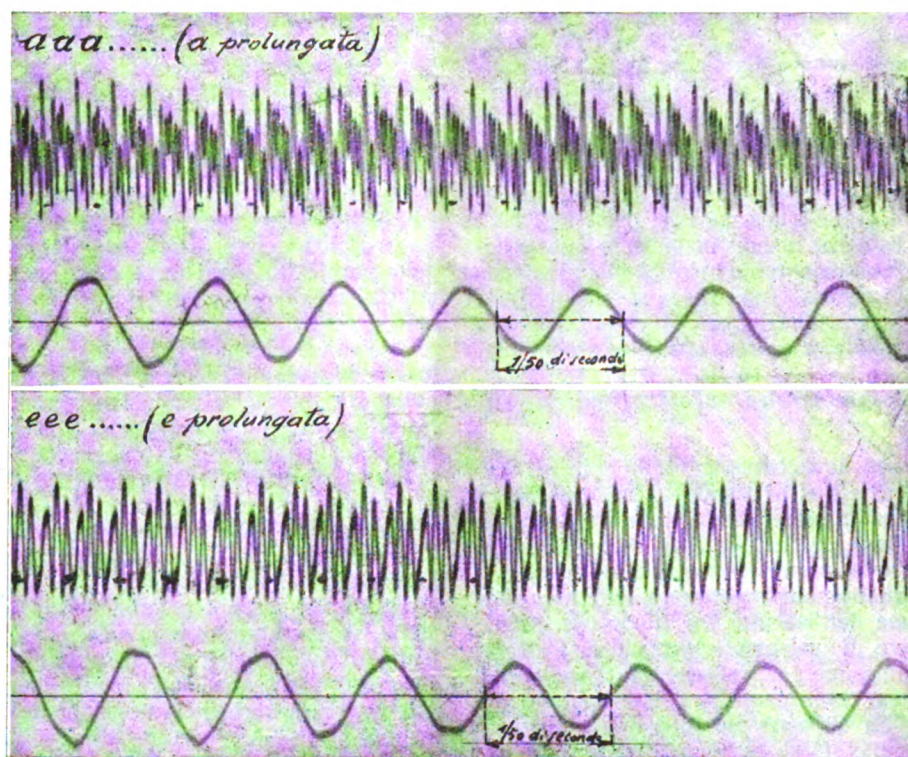


Fig. 2. — Oscillogramma delle vocali a ed e.

dotta sinusoidale nel secondo avvolgimento del trasformatore la quale dà luogo ad una corrente del pari sinusoidale che si trasmette lungo la linea e dà origine ad una f. e. m. indotta nel secondo avvolgimento del trasformatore posto all'estremità di essa e quindi ad una corrente nel circuito dell'abbonato, che circola nelle spire del filo conduttore che avvolge il nucleo di ferro dolce del telefono e determina in esso delle variazioni di intensità magnetica a cui corrispondono oscillazioni della membrana telefonica, e conseguentemente pressioni e depressioni dell'aria ambiente che riproducono il suono e lo trasmettono all'orecchio.

Cosicchè in questo caso, il suono subisce non soltanto una *attenuazione*, ma anche un'alterazione del suo carattere, che suol chiamarsi *distorsione*.

Lo stesso fenomeno ha luogo quando il microfono è azionato dalla voce, la quale è da considerare costituita da una serie di suoni semplici.

E' infatti noto che in essa esistono componenti di varia frequenza, di cui la più bassa è di 100 periodi, la più alta è di circa 20.000 periodi pur essendo in molti casi sufficiente per gli scopi pratici che vengano trasmesse le frequenze comprese fra 300 e 2000  $\div$  2500.



Per conseguenza la voce subirà essa pure una *attenuazione* (diminuzione del suo volume) ed una *distorsione* (alterazione del carattere o timbro) di modo che potrà arrivare all'orecchio così impicciolita ovvero così deformata da riuscire inintelligibile.

Gli oscillogrammi delle figure 2, 3, 4, rappresentano la forma delle correnti microfoniche corrispondenti alla pronuncia delle vocali *a*, *e*, *i*, *o*, *u*.

rapporti delle energie corrispondenti alle frequenze medesime. La curva *B* corrisponde alla pronuncia di sillabe staccate; la curva *C* corrisponde alla pronuncia di un brano di discorso; esse mostrano la quasi identità dei risultati ottenuti coi due metodi.

Piccola è dunque l'energia trasmessa dalla voce; piccola è la pressione esercitata sulla membrana dell'orecchio; ma la natura provvida ha dotato quest'organo di una grandissima sensi-

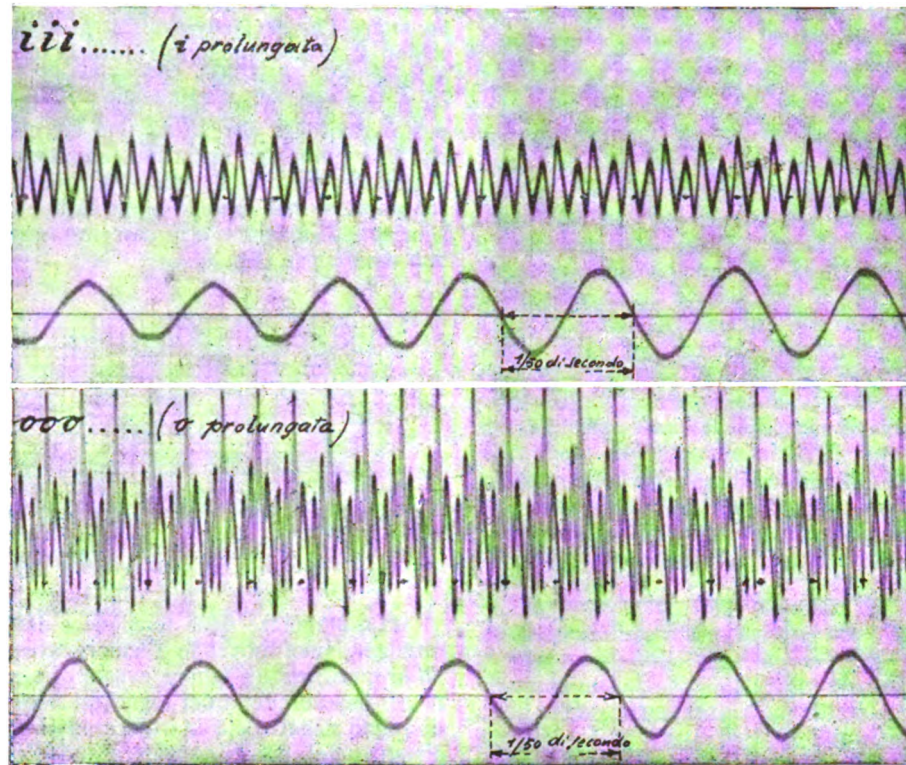


Fig. 3. — Oscillogramma delle vocali *i* ed *o*.

Giova a questo punto notare che l'attenuazione e la distorsione si manifestano anche soltanto nella trasmissione diretta della voce dalla bocca all'orecchio. Notiamo anzitutto che l'energia messa in gioco dalle labbra è piccolissima. E' stato osservato (I. B. CRANDALL and D. MACKENZIE: *Analysis of the Energy Distribution in Speech*; H. FLETCHER: *The Nature of Speech and Its Interpretation*. (*The Bell System Technical Journal*, vol. I, n. 1), che il flusso di energia sonora, uscente dalle

bilità. Ed infatti l'orecchio è capace di percepire e di differenziare suoni semplici e complessi quando sulla membrana del timpano si eserciti una pressione variabile fra 10 dine ed  $1/1000$  di dina per centimetro quadrato, equivalente quest'ultima ad un bilionesimo della pressione atmosferica.

Però la sensibilità dell'orecchio varia con la frequenza delle armoniche. La curva della figura 5-b in cui le ascisse rappresentano le frequenze, fornisce con le sue ordinate gran-

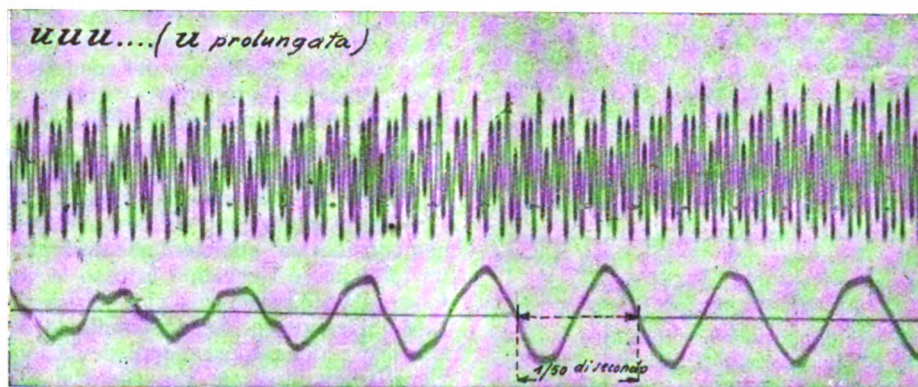


Fig. 4. — Oscillogramma della vocale *u*.

labbra, è, per una voce normalmente modulata, di 125 erg per secondo (ossia uguale al lavoro che farebbe la massa-grammo nel cadere dall'altezza di circa un millimetro e mezzo) e che la pressione efficace esercitata sopra la membrana di un microfono posta alla distanza di 2,5 cm è di circa 11 dine per cm<sup>2</sup> (ossia uguale alla pressione che verrebbe esercitata sulla membrana dal peso di circa 11 millesimi di grammo). E tale energia non è distribuita egualmente fra le varie armoniche della voce giacchè essa è maggiore per le armoniche più basse. Questo fenomeno è mostrato chiaramente nelle curve della fig. 5-a nella quale le ascisse rappresentano le frequenze, e le ordinate i

dezze proporzionali alle ampiezze minime, che, per varie frequenze, occorre raggiungere affinché l'orecchio percepisca il suono. Tale curva mostra che gli effetti uditivi per le diverse armoniche non sono proporzionali alle pressioni esercitanti sulla membrana del timpano, il che significa che l'orecchio stesso introduce una distorsione del discorso, distorsione che per altro è variabile da persona a persona.

L'*attenuazione* e la *distorsione*! Sono queste, dunque, le nemiche della telefonia, contro cui i tecnici lottano da mezzo secolo.

E' importante esaminare quale influenza abbia sulla atte-



nuazione e sulla distorsione del discorso la soppressione di un gruppo di armoniche. Riescono a questo scopo particolarmente utili le curve della fig. 5-c ottenute dal citato Sig. Fletcher. Le ordinate delle linee continue A e B danno la percentuale della

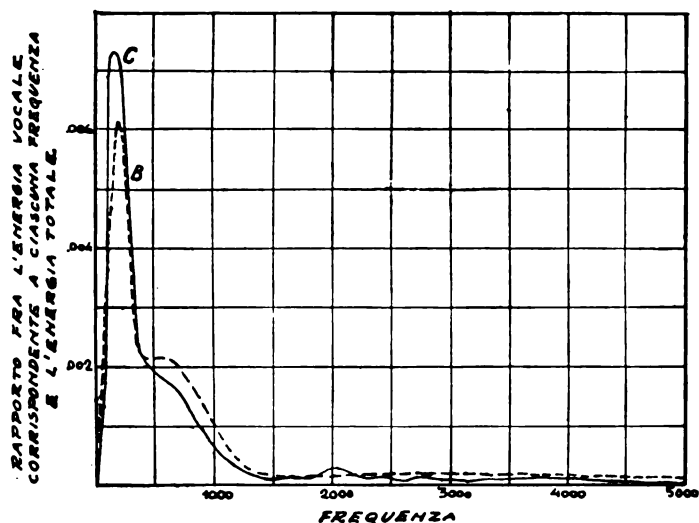


Fig. 5a. — Distribuzione della energia nelle varie armoniche.

intelligibilità del discorso (e quindi stabiliscono la misura della distorsione) allorché vengono rispettivamente mantenute soltanto le frequenze superiori ovvero quelle inferiori ad una certa tale, e sopprime le altre. Così la intelligibilità sarà dell'86 %

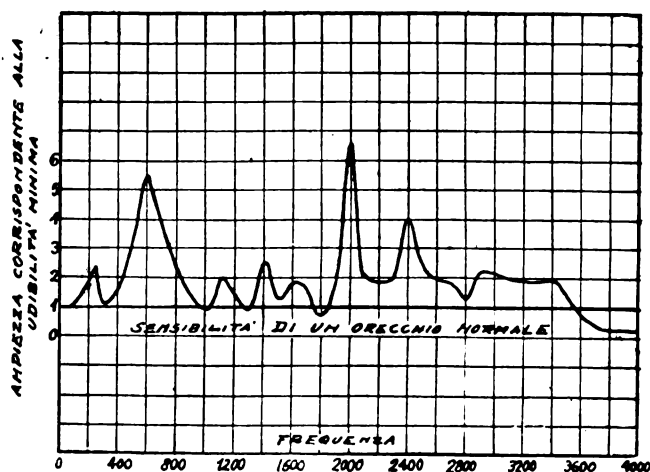


Fig. 5b. — Sensibilità di un orecchio normale.

se sono mantenute le frequenze superiori a 1000, del 40 % se mantenute le frequenze inferiori a 1000. Le ordinate delle curve punteggiate A e B danno invece la percentuale di energia che si trasmette in corrispondenza dei due casi considerati: se si

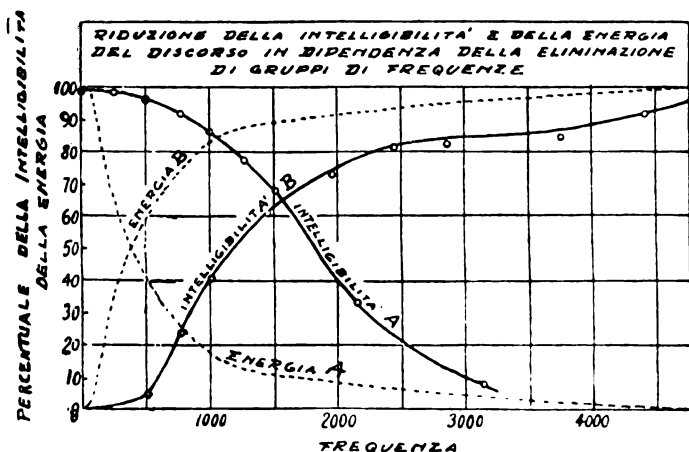


Fig. 5c. — Riduzione della intelligibilità e della energia del discorso.

mantengono soltanto le frequenze superiori a 1000 la percentuale di energia trasmessa sarà di circa il 17 %; se si mantengono le frequenze inferiori a 1000 detta percentuale sarà di circa l'83 %.

### § 3. — La funzione della linea nella trasmissione telefonica.

Sebbene l'attenuazione e la distorsione dipendenti dai circuiti elettrici si producano in parte anche solo per effetto degli apparecchi trasmettente e ricevente, pure esse si manifestano in modo sensibile specialmente a causa dei fenomeni di propagazione della elettricità lungo la linea da cui gli apparecchi stessi sono congiunti.

Si è perciò che il comportamento della linea ha formato oggetto di profondi studi da parte di eminenti scienziati fra cui è da citare Oliver Heaviside, il profeta della telefonia a grande distanza, il quale mise in rilievo la funzione delle qualità fisiche di una linea elettrica: la resistenza del conduttore, la conduttanza del dielettrico, la capacità, la induttanza. Gioverà in proposito ricordare che se ad una estremità di una linea elettrica che ci conviene in un primo tempo considerare, per semplicità, di lunghezza infinita, noi applichiamo una f. e. m. armonica semplice, si manifestano lungo la linea onde armoniche semplici smorzate di tensione e di corrente, rappresentate dalla seguente ben nota curva (fig. 6).

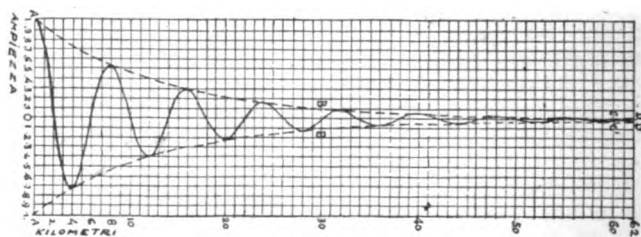


Fig. 6. — Curva di un'onda sinusoidale smorzata.

Le ampiezze della tensione e della corrente in un punto si ottengono moltiplicando i valori, che queste grandezze hanno all'origine, per un fattore esponenziale (fattore di smorzamento) la cui base è quella dei logaritmi neperiani ed il cui esponente, di segno negativo, è in valore assoluto uguale al prodotto della distanza del punto considerato dall'origine per una costante, detta *costante di attenuazione o di smorzamento*. Se l'impedenza del generatore dell'armonica è nulla, i valori che le ampiezze della tensione e della corrente hanno all'origine sono uguali rispettivamente alla ampiezza della f. e. m. impressa ed al quoziente dell'ampiezza medesima per un'altra costante, detta *impedenza caratteristica*. I valori istantanei della tensione e della corrente si ottengono poi moltiplicando le loro ampiezze come sopra definite per un fattore uguale ad un coseno che ha per argomento quello che tensione e corrente hanno all'origine, diminuito dell'angolo equivalente al prodotto della distanza del punto dall'origine per una costante, detta *costante della lunghezza d'onda*.

Le tre costanti sopra indicate (impedenza caratteristica, costante di attenuazione, costante della lunghezza d'onda), costanti che potremo chiamare secondarie per poterle distinguere dalle primarie (resistenza del conduttore, conduttanza del dielettrico, capacità, induttanza), variano con la frequenza dell'armonica impressa; dimodoché, nella ipotesi che la f. e. m. impressa fosse un'armonica complessa (tale si è detto è quella prodotta dal microfono), le ampiezze delle varie componenti risulterebbero diversamente attenuate, ciò che principalmente determina la distorsione dell'armonica. E se in un punto della linea considerata, sufficientemente lontano dall'origine, inseriamo un telefono, e riceviamo in esso la voce prodotta da un microfono, la voce medesima ci apparirà ridotta nel volume ed alterata nel carattere. Se prescindiamo dalla reazione prodotta dal telefono e della conseguente deviazione dalla legge di propagazione sopra illustrata che come si è detto si riferisce al caso teorico di una linea di lunghezza infinita, possiamo affermare che la riduzione di volume e la distorsione saranno tanto più piccole quanto più saranno piccole e indipendenti dalla frequenza la *impedenza caratteristica* e (ciò che ha maggiore importanza) la *costante di attenuazione*.

In pratica, le linee hanno lunghezza finita e non infinita, come innanzi si è supposto; ed in tal caso, sia che l'estremità lontana venga mantenuta isolata sia che venga chiusa sopra un apparecchio di utilizzazione, l'onda di tensione o di corrente generata viene in parte assorbita all'estremità ed in parte riflessa; quest'ultima a sua volta viene del pari all'origine in parte assorbita ed in parte riflessa, e così successivamente. La conseguenza è che all'estremità finale l'ampiezza di ciascuna componente dell'armonica impressa acquista un valore, il quale, oltre che dipendere dalla impedenza caratteristica e dalla costante di

attenuazione, dipende anche da altri elementi introdotti dalla riflessione, elementi che variano anch'essi con la frequenza e tendono ad aumentare la distorsione (distorsione per riflessione).

Comunque complessi possano essere questo e gli altri fenomeni che si presentano nella pratica e che verranno illustrati in seguito, tuttavia si può in massima ritenere che i desiderati per una linea telefonica siano quelli messi sopra in rilievo per una linea di lunghezza infinita, e cioè *piccolezza e indipendenza dalla frequenza della impedenza caratteristica* e più che tutto della *costante di attenuazione*.

Ora dalle espressioni di queste costanti secondarie (le quali, com'è noto, dipendono da quelle primarie: resistenza, conduttanza, capacità, induttanza della linea) si deduce che in condizioni pratiche normali esse diminuiscono, com'è del resto intuitivo, con il diminuire della resistenza, e ciò spiega l'utilità dell'impiego dei conduttori di rame ed in particolare dei fili di

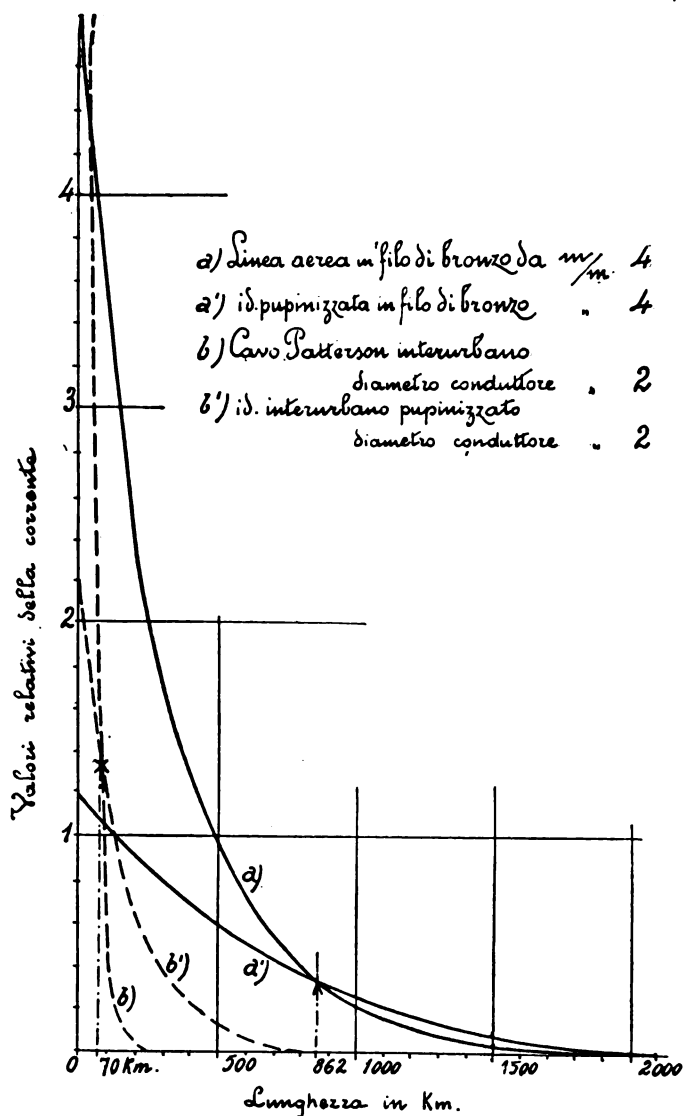


Fig. 7. — Decremento dell'ampiezza.

grosso diametro nelle lunghe linee aeree; si deduce che ogni diminuzione di capacità è benefica, in quanto diminuisce allora la costante di attenuazione, per quanto aumenti la impedenza caratteristica, e ciò spiega l'affermarsi dei cavi di relativamente piccola capacità come quelli Patterson nei quali i conduttori sono isolati con carta ed aria; si deduce (e siffatta deduzione costituisce uno dei tanti meriti di Heaviside, il quale allorché la mise in rilievo dovè difenderla contro il parere di molti tecnici) che ogni aumento di induttanza, purché contenuto entro certi limiti determinati dal valore delle altre costanti primarie, è benefico, in quanto, sebbene ne risulti aumentata la impedenza caratteristica e ciò per effetto della sua reattanza, tuttavia ne viene di molto diminuita la costante di attenuazione per effetto della sua proprietà conservativa rispetto all'energia.

L'induttanza è anche benefica nei riguardi della distorsione, giacché la costante di attenuazione tende a diventare indipendente dalla frequenza con l'aumentare di essa, e tende quindi a compensare l'effetto distorcente della capacità, la quale attenua le armoniche alte più delle basse.

Le curve della fig. 7, che per linee di diverso tipo rappresentano con le loro ordinate le correnti nei vari punti corrispondenti alle distanze dall'origine, mostrano come sia vantaggioso l'effetto della induttanza.

#### § 4. — I circuiti con induttanza aggiunta.

I primi tre lustri del presente secolo segnano un rilevante progresso nella telefonia a grande distanza, dovuto alla realizzazione delle idee di Heaviside, relative alla favorevole funzione della induttanza; realizzazione che si ottenne mediante l'aggiunta di induttanza artificiale ai circuiti ordinari che ne hanno poca (i circuiti aerei posseggono una induttanza propria di circa 2 millihenry, quelli in cavo di circa 2/3 ad 1 millihenry per km). Due sono stati i tipi di conduttori del genere introdotti nella tecnica, il primo che ha avuto la sua principale applicazione nei cavi sottomarini suggerito dall'Ing. Krarup dei telegrafi danesi, consistente nell'avvolgimento intorno al conduttore di uno o più strati di filo di ferro; l'altro di più larga applicazione studiato prima dal Prof. M. Pupin della Università di Columbia negli Stati Uniti d'America e poi da George A. Campbell della American Telegraph and Telephone Cy, e consistente nella inserzione, in punti opportuni del conduttore, di rocchetti (bobine) induttivi. La inserzione di rocchetti in punti arbitrari non potrebbe riuscire efficace, non ostante l'aumento di induttanza che ne conseguirebbe, in quanto tali rocchetti costituirebbero delle barriere per le onde elettriche e darebbero luogo a fenomeni di riflessione, che determinerebbero una maggiore attenuazione e distorsione.

Al Prof. Pupin, il quale nelle sue ricerche (riassunte da chi scrive in una Relazione pubblicata sugli Atti della A. E. I., vol. VI, fasc. 1°, 1902) fu guidato dalla analogia che il problema presentava con il moto di una corda carica di pesi studiata dal celebre matematico Lagrangia, spetta appunto il merito di aver trovata la legge di distribuzione dei rocchetti lungo la linea, legge che si può esprimere dicendo che, in corrispondenza di una data armonica, l'approssimazione per ciò che concerne la impedenza caratteristica, la costante di attenuazione e la costante di lunghezza di onda fra il conduttore non uniforme (munito di rocchetti ugualmente distanziati) e quello uniforme corrispondente (avente le stesse costanti totali, ma uniformemente distribuite) è tanto più grande quanto più grande è l'approssimazione fra il rapporto del numero  $\pi = 3.1416$  al numero di rocchetti coperti da una lunghezza d'onda, ed il seno circolare di detto rapporto. La esperienza poi dimostrò che la inserzione di 6 ad 8 rocchetti per la lunghezza d'onda corrispondente all'armonica 800 assicurava in pratica una sufficiente approssimazione col corrispondente conduttore uniforme senza che per altro venisse sensibilmente alterato il carattere della voce, non ostante la rilevante attenuazione delle armoniche di frequenza superiore a quella cosiddetta propria del circuito pupinizzato (variabile da 2000 a 3000, in relazione alla induttanza ed al distanziamento dei rocchetti); armoniche la cui conservazione sarebbe pur giovata alla migliore conservazione del carattere della voce stessa.

Gli anni che seguirono alla invenzione del Pupin, il quale pubblicò la sua prima Memoria nel 1899, furono dedicati al perfezionamento costruttivo dei rocchetti ed al loro impiego pratico, per modo che poterono impiantarsi all'aperto e sotterra, nelle linee aeree e nei cavi, dei dispositivi che l'ingegnere elettricista aveva per l'innanzi utilizzati soltanto nel suo laboratorio o all'interno degli uffici.

Dovendosi, per evitare inconvenienti di ingombro e di spesa, adoperare rocchetti con nucleo di ferro fu necessario ridurre al minimo le perdite per isteresi e per correnti di Foucault così da rendere più piccola che fosse possibile la resistenza effettiva introdotta nella linea dai rocchetti medesimi la quale altrimenti avrebbe molto diminuiti i vantaggi dell'alta induttanza; le prime furono rese trascurabili impiegando una speciale qualità di ferro dolce; le seconde furono diminuite costruendo i nuclei con filo estremamente sottile ricoperto da uno strato di materiale isolante. Mercè la forma toroidale scelta per i nuclei e la disposizione degli avvolgimenti si riuscì poi a rendere nullo il campo magnetico esterno in guisa da evitare le perdite di energia che altrimenti si sarebbero prodotte per la eventuale presenza di materiali magnetici od elettricamente conduttivi e di permettere che i rocchetti potessero essere collocati l'uno vicino all'altro senza che fossero soggetti a mutua induzione. Si ottennero così delle bobine, nelle quali la resistenza effettiva non risultava eccessivamente grande di fronte a quella per corrente continua e non eccessivamente variabile con la frequenza.

Ad assicurare poi la simmetria dei circuiti, gli avvolgimenti







tuni accorgimenti vennero impiegati durante la posa dei cavi, consistenti o nello scambiare le varie coppie dei tratti contigui o i conduttori della stessa coppia in modo da ottenere le condizioni accennate (metodo del bilanciamento della Western Electric americana) ovvero nel compensare le differenze di capacità mediante l'aggiunta di piccoli condensatori collocati in apposite cassette in corrispondenza dei giunti delle varie tratte di cavi (metodo di compensazione della Siemens Halske di Berlino). I due metodi sono illustrati nella fig. 11. Le figure 12 e 13 mostrano come i condensatori sono preparati e collocati nelle cassette.

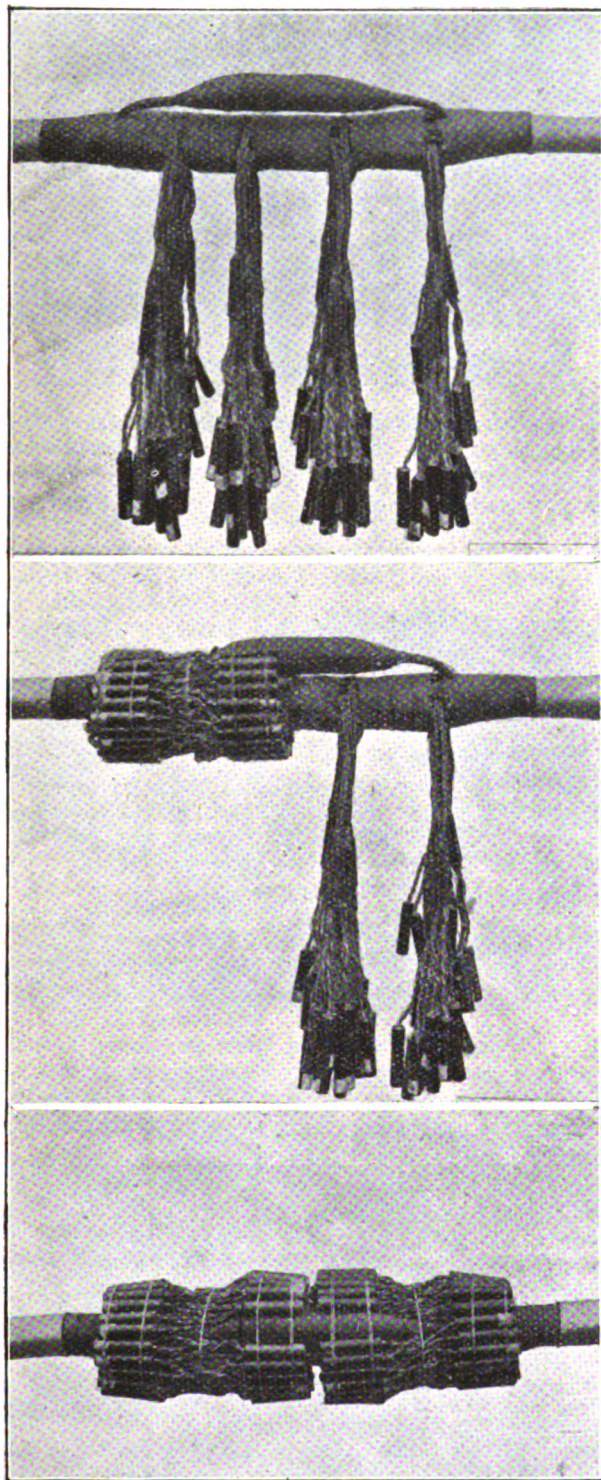


Fig. 12. — Condensatori impiegati per l'equilibrio.

Mercè l'accurata costruzione delle bobine Pupin e dei cavi, mercè il perfezionamento di tutti quei particolari che hanno tanta importanza nella pratica, un grande impulso fu dato alla telefonia a grande distanza.

In America sino al 1910 furono pupinizzati 136 mila chilometri di linee aeree fra cui la linea New York-Denver lunga km 3400 circa e furono posati 150 km di cavo sotterraneo (New York-Philadelphia).

In seguito fu posato il cavo Washington-New York-Boston

lungo km 764, costituito da 74 paia di conduttori del diametro di mm 1,29; 1,83; 2,58.

In Inghilterra venne posato il cavo Londra-Birmingham, lungo km 322, costituito da 52 paia di conduttori del diametro di mm 2; 2,46; 2,84; 3,48.

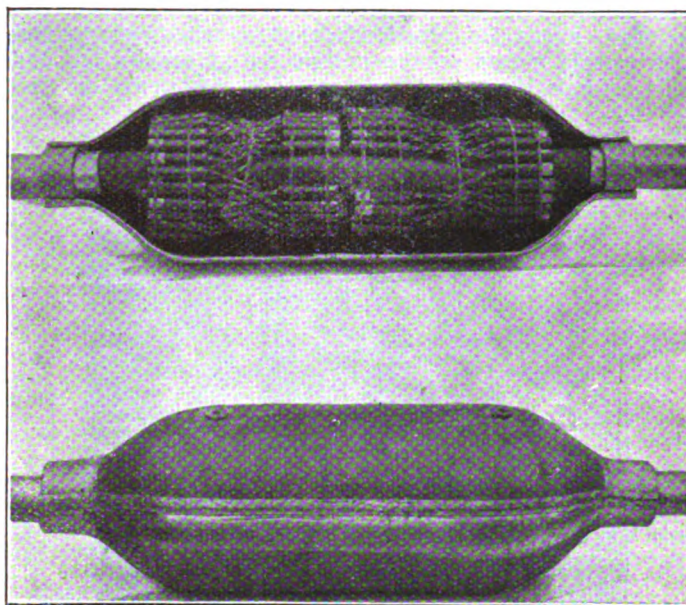


Fig. 13. — Muffole contenenti i condensatori di equilibrio.

In Germania fu pure posato prima il cavo Berlino-Magdeburgo e poi altri cavi.

L'aggruppamento delle bobine in cassette di ferro, il modo con cui queste sono impiantate e connesse ai cavi sotterranei od aerei viene mostrato rispettivamente nelle figure da 14 a 22.



Fig. 14.  
Pezzo di cavo a bicoppie.

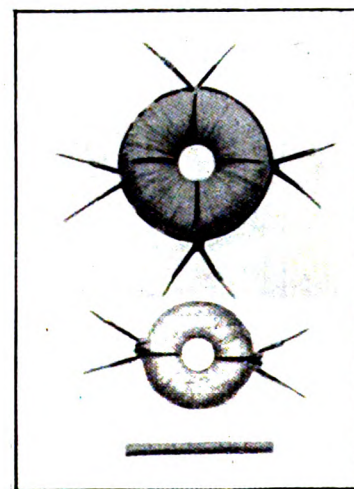


Fig. 15.  
Rocchetti Pupin  
per circuiti reali e virtuali.

La fig. 14 mostra un pezzo di cavo sottopiombo parzialmente scoperto, la fig. 15, nuclei singoli di rocchetti Pupin con avvolgimento; le figure 16, 17, 18 mostrano il metodo seguito dalla Western nell'allestimento delle cassette di rocchetti Pupin e nel loro collocamento sia nelle camerette allorchè trattasi di cavi sotterranei, sia sulle traverse allorchè trattasi di cavi aerei, di cui si fa largo impiego negli Stati Uniti. Le figure 19, 20, 21 e 22 mostrano tipi di cassette analoghe impiegate dalla Siemens.

##### § 5. — La valvola termoionica.

L'impiego della valvola termoionica ha consentito uno sviluppo inatteso della telefonia a grande distanza e perciò conviene dare di essa un cenno sommario per la maggiore comprensione di quanto sarà detto in seguito.



Come è noto, la detta valvola termoionica è da considerare come una applicazione delle brillanti ed importanti ricerche fisiche degli ultimi trent'anni, ricerche concernenti il passaggio della elettricità attraverso i gas, le scariche elettriche nei tubi a gas rarefatti, ecc., e che costituiscono il fondamento della teoria elettronica. Questa applicazione così pratica e così utile deriva dunque, come tante altre, dalla più pura speculazione scientifica, nuova dimostrazione della fecondità della scienza, anche quando questa sembra unicamente perseguire fini di filosofia naturale inerenti alla più profonda conoscenza del vero.

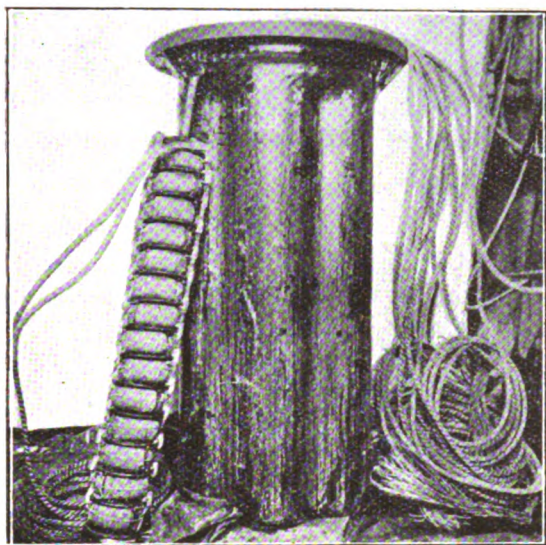


Fig. 16. — Cassa di rocchetti Pupin.

Le esigenze di brevità non consentono la illustrazione dell'opera dei pionieri. Fra questi giova tuttavia ricordare Edison, il quale scoprì nel 1883 il noto fenomeno che porta il suo nome, consistente in ciò, (fig. 23) che se mediante un filo si congiunge l'estremo positivo del filamento incandescente di una comune lampadina elettrica con una laminetta metallica (denominata comunemente placca) chiusa nell'interno della lampadina stessa, il filo suddetto viene percorso da una corrente elettrica, che non si manifesterebbe qualora esso facesse capo all'estremo negativo del filamento.

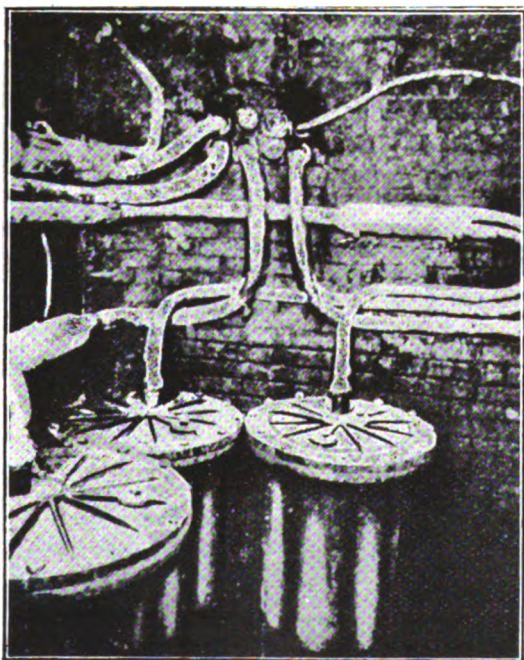


Fig. 17. — Cameretta con casse di rocchetti Pupin.

Questo fenomeno fu argomento di studio da parte di fisici eminenti, e specialmente di J. J. Thomson e di O. W. Richardson, e si spiegherebbe secondo quest'ultimo nel seguente modo.

In ogni conduttore sono contenute piccolissime particelle di materia aventi una carica elettrica negativa (denominate elettroni o ioni negativi) le quali, come le molecole di un gas, sono

in un costante stato di moto, posseggono energia cinetica, e sono costrette a rimanere nel conduttore da una forza che agisce

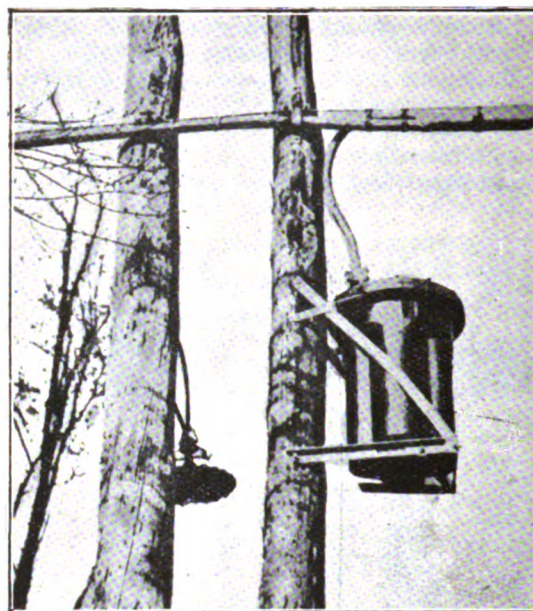


Fig. 18. — Cassa di rocchetti Pupin fissata su palo.

alla superficie di esso. Quando però il conduttore è portato ad un'alta temperatura, l'energia cinetica aumenta e un certo nu-

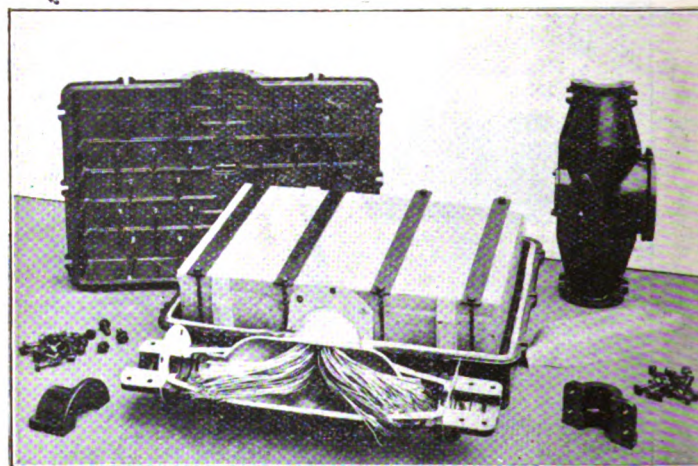


Fig. 19. — Cassa contenente bobine Pupin non chiusa, tipo Siemens.

mero di elettroni, (numero che dipende dalla temperatura e dalla natura del materiale), vincendo la forza anzidetta, sfugge

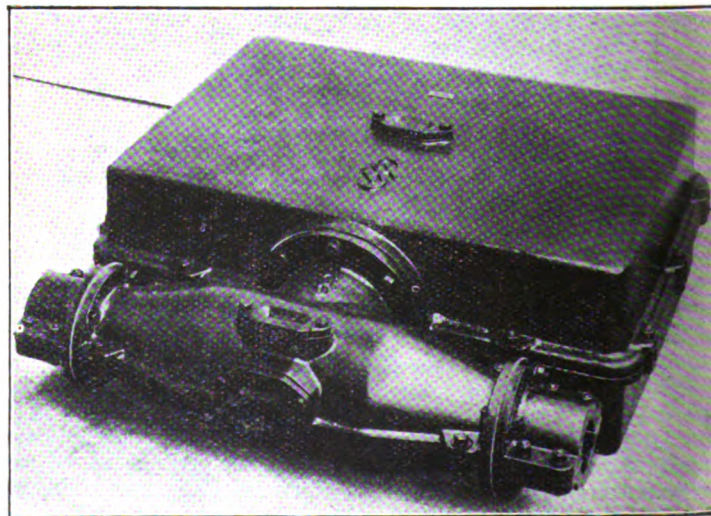


Fig. 20. — Cassa contenente bobine Pupin chiusa, tipo Siemens.

dal conduttore incandescente, e, se in vicinanza di esso ed in condizioni adatte si pone un corpo carico positivamente, gli



elettroni vengono da questo attratti, dando origine ad una corrente elettrica, denominata termoionica, rispetto alla quale il conduttore incandescente e l'altro conduttore fungono rispettivamente da catodo e da anodo. Nel fenomeno Edison pertanto il filamento incandescente emette degli elettroni che vengono at-

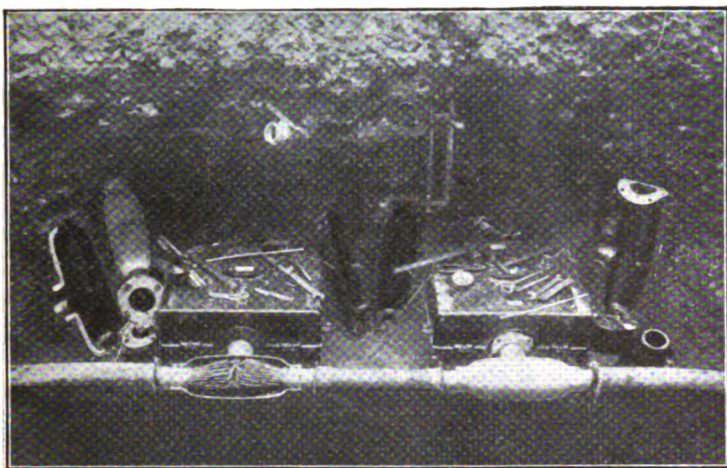


Fig. 21. — Bobine Pupin in due casse aperte.

tratti dalla placca quando questa è portata ad un potenziale positivo, venendosi così a produrre una corrente termoionica, la quale non si manifesterebbe se il potenziale della placca si rendesse negativo.

Una emissione del genere si manifesta ogni volta che entro un tubo od entro un globo di vetro (che chiamasi generalmente valvola) in cui sia stato fatto il vuoto trovansi introdotti un filamento incandescente (catodo) ed una placca metallica (anodo).

Se è stato raggiunto un alto grado di vuoto, fra il catodo e l'anodo non si troveranno che elettroni, e si avrà una pura scarica elettronica. Ma se entro il tubo sono rimaste particelle di gas, ed alla placca viene applicato un voltaggio sufficientemente elevato, allora gli elettroni che viaggiano con una grande velocità vengono in collisione con le molecole del gas, provocando la dissociazione di queste in elettroni ed in ioni positivi. Si produce allora il cosiddetto fenomeno della ionizzazione, in virtù della quale il mezzo diventa sempre più conduttivo e la corrente raggiunge valori sempre più alti sino a dar luogo alla formazione di un arco elettrico. Per gli scopi di cui parleremo, è necessario che il vuoto sia tale da non permettere la ionizzazione, ciò che costituisce per la valvola un delicato problema di costruzione, non essendo facile eliminare le impurezze che, per quanto in piccolissima quantità, si trovano entro di essa o sono occluse nel vetro.

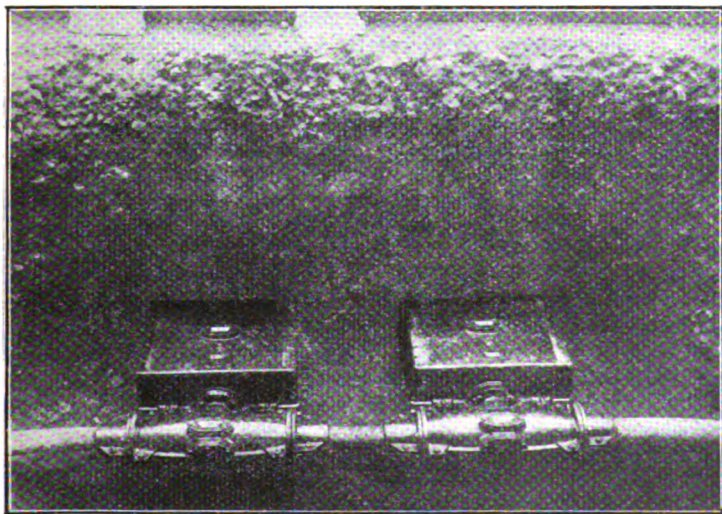


Fig. 22. — Bobine Pupin in due casse chiuse.

Non è superfluo a questo punto ricordare (e ciò non può farsi senza un senso di grande ammirazione per gli scienziati che si sono occupati di questo argomento) che dagli enti fisici sopra citati, ioni positivi e ioni negativi, si sono potuti determinare gli elementi quantitativi. Noi sappiamo che la massa degli elettroni corrisponde al peso di  $9 \cdot 10^{-28}$  grammi ossia ad una

massa uguale ad  $1/1800$  di quella dell'atomo dello idrogeno e che la sua carica elettrica è uguale a  $15,91 \cdot 10^{-10}$  Coulomb, mentre il ione positivo, pur avendo in valore assoluto la stessa carica elettrica, ha una massa più grande, uguale a quella dell'atomo dell'idrogeno. E noi sappiamo altresì determinare in base alla formula di Richardson il numero degli elettroni, in funzione della temperatura del corpo riscaldato e di costanti dipendenti dalla natura del materiale.

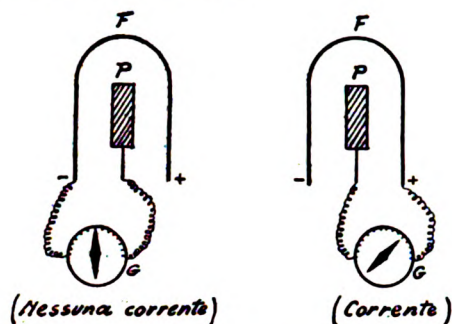


Fig. 23. — Illustrazione del fenomeno Edison.

Queste così importanti ricerche ebbero finalità esclusivamente scientifiche sino al 1905, quando Fleming pensò di usare la valvola termoionica contenente due elettrodi, filamento e placca, per rivelare le onde elettromagnetiche di alta frequenza

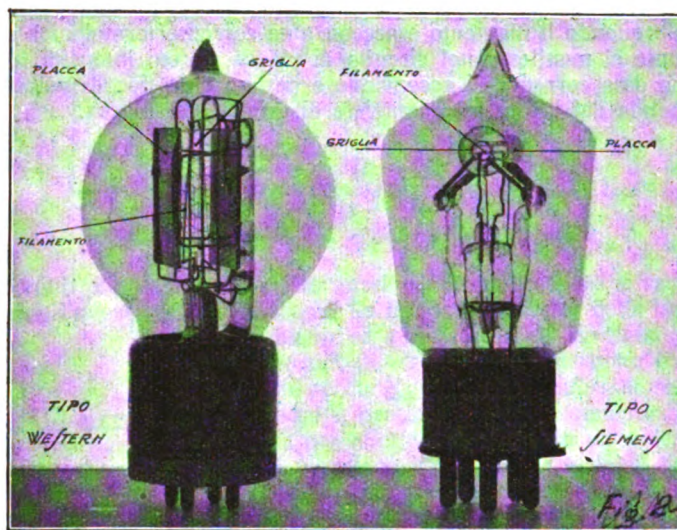


Fig. 24. — Triodi amplificatori.

emesse dalle stazioni radiotelegrafiche e renderne così possibile la ricezione col telefono. Poichè la valvola possiede una conduttività in un sol senso, avviene che dei treni di correnti oscillanti di alta frequenza, ricevute nel circuito di placca-fila-

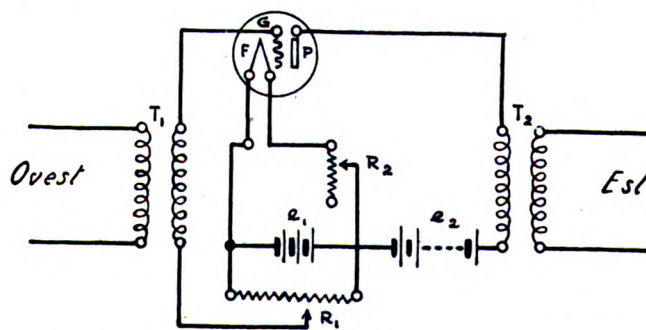


Fig. 25. — Schema di inserzione in un circuito esterno della valvola termoionica.

mento, essa lascia passare soltanto le successive semionde per le quali il filamento risulta elettrizzato negativamente rispetto alla placca. In detto circuito si manifestano quindi le correnti di un sol senso, equivalenti a correnti alternate aventi una frequenza uguale a quella dei treni di onde e tale da permettere il funzionamento di un telefono che, com'è noto, non sarebbe capace di funzionare per frequenze così elevate come sono quelle delle correnti costituenti i treni di onde.



Ma un più grande passo fu fatto nel campo delle applicazioni mediante l'impiego della cosiddetta valvola a tre elettrodi, nella quale un terzo elettrodo a forma di reticella o serpentino, chiamato *griglia*, collocato fra il catodo e l'anodo, è destinato, con la variazione del suo potenziale, a far variare il potenziale di placca. Questa valvola, che sotto il nome di audion fu introdotta nel 1907 da De Forest come valvola rettificatrice per le radioricezioni, ha trovato un larghissimo uso nella telefonia e telegrafia con fili, dando allo sviluppo di queste un grandissimo ed insperato impulso mercè principalmente gli studi degli ingegneri dell'American Telegraph and Telephone Cy.

Nella figura 24 sono rappresentati due tipi di valvole a tre elettrodi che sono adoperate per la telefonia a grande distanza nel modo che vedremo.

La figura 25 rappresenta schematicamente la valvola ed il modo come essa viene fatta funzionare.

Entro il bulbo di vetro *a*, in cui è stato praticato il vuoto, sono posti la placca *P*, la griglia *G* ed il filamento *F*. La prima è portata ad un certo potenziale (generalmente volt 130 a 220) mediante pile a secco od accumulatori, la seconda è portata ad un potenziale che può essere modificato variando il contatto sulla resistenza  $R_1$ ; l'accensione del filamento è ottenuta mediante una f.e.m. *e*, che produce una corrente dell'ordine di 1 Ampère, la cui intensità può essere modificata variando la resistenza  $R_2$ . I due trasformatori di entrata e di uscita  $T_1$  e  $T_2$  collegano induttivamente il circuito esterno Ovest, adduttore di energia, a quello che collega la griglia al filamento (circuito di griglia), ed il cui circuito esterno utilizzatore Est a quello che connette la placca col filamento (circuito di placca).

Il funzionamento della valvola avviene nel modo seguente. Allorché il filamento è acceso, una corrente termoionica costante si manifesta nel circuito di placca, la cui intensità, per una data corrente di accensione e per un dato tipo di valvola, dipende dai valori del potenziale di griglia e di placca.

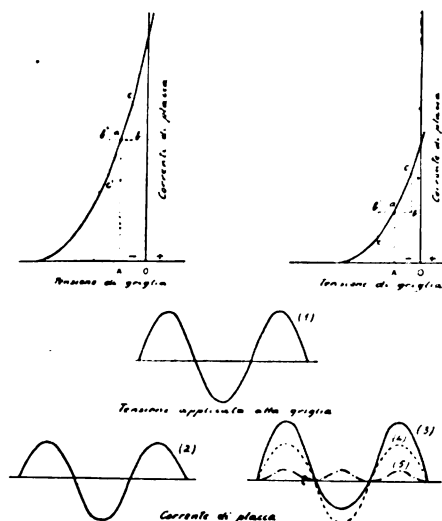


Fig. 26. — Variazione della corrente di placca in funzione della tensione di griglia.

Nella figura 26 sono tracciate alcune curve che vengono chiamate le caratteristiche della valvola, curve di cui le ordinate rappresentano i valori delle correnti di placca corrispondenti ai voltaggi di griglia riportati sull'asse delle ascisse. Si osserverà che le correnti, piccole per un certo potenziale di griglia negativo, vanno aumentando con l'aumentare di detto potenziale; esse tendono a raggiungere un valore pressoché costante.

Si osserverà altresì che tali curve presentano una parte intermedia quasi rettilinea, mentre le parti adiacenti a questa sono curvilinee. Ora, se in una maniera qualunque ed in particolare utilizzando l'energia proveniente dal circuito Ovest, si varia il potenziale di griglia mantenendo fisso il potenziale di placca, si avrà in corrispondenza una variazione della corrente di placca, la quale produce una f.e.m. sull'avvolgimento del trasformatore inserito nel circuito est; e l'energia raccolta in questo circuito può rendersi notevolmente superiore a quella disponibile nel circuito ovest.

Noi possiamo calcolare mediante una nota formula di Langmuir, e possiamo altresì misurare, la corrente di placca in funzione del voltaggio di griglia e di placca e siamo quindi in grado di valutare l'effetto che produce l'applicazione di un voltaggio sinusoidale sulla griglia. Si dimostra che in corrispondenza di tale voltaggio la corrente di placca è rappresentata da un in-

sieme di termini, di cui il primo è invariabile col tempo e corrisponde ad una componente continua, il secondo è sinusoidale ed ha la stessa pulsazione del voltaggio impresso sulla griglia, gli altri sono sinusoidali e costituiscono le successive armoniche del primo. La valvola dunque è un organo distortore in quanto ad una f.e.m. di griglia armonica semplice corrisponde una corrente di placca armonica complessa. Essa però si può adoperare in condizioni tali da rendere trascurabile le armoniche superiori di fronte alla fondamentale, annullando così praticamente le sue proprietà distorcenti, nel qual caso viene utilizzata come *amplificatore*; mentre sotto altre condizioni possono essere messe a profitto le dette proprietà distorcenti, impiegando la valvola, secondo quanto diremo appresso, come *modulatore* o *demodulatore*.

## § 6. — La valvola amplificatrice e la sua applicazione alla telefonia a grande distanza.

Dalle curve superiori della Fig. 26, le quali rappresentano due *caratteristiche* generiche della valvola e che per dati valori dei voltaggi di placca forniscono con le ordinate dei vari punti le correnti di placca in corrispondenza dei voltaggi di griglia riportati sull'asse delle ascisse, si rileva come innanzi si è accennato che, per un certo campo di valori di voltaggi di griglia, l'andamento delle curve stesse è rettilineo; per cui la relativa corrente di placca si può esprimere linearmente mediante la f.e.m. di griglia. Se pertanto a questa si sovrappone un voltaggio che sia una funzione armonica semplice del tempo ed il cui valore sia compreso in detto campo, anche la corrente sarà una funzione armonica semplice del tempo, talchè la valvola non introdurrà alcuna distorsione.

Ciò si rileva chiaramente dalla fig. 26 dalla quale si scorge che se la tensione costante di griglia è  $OA$  e se l'ampiezza della f. e. m. armonica impressa sul circuito di griglia varia fra  $ab$  ed  $ab' = -ab$  allora l'ampiezza della corrente di placca varierà fra  $Aa + bc$  e  $Aa - b'c' = Aa - bc$  essendo  $b'c' = bc$  e tale corrente sarà rappresentata unicamente dall'armonica semplice indicata con la curva (2).

Si può dimostrare che in questo caso la corrente di placca è uguale a quella che si otterrebbe in un circuito nel quale agisse un generatore di corrente alternata, la cui resistenza fosse uguale alla resistenza interna della valvola (resistenza fra la placca ed il filamento) e la cui f.e.m. fosse uguale al voltaggio alternato impresso sulla griglia moltiplicato per un coefficiente di amplificazione. Risulta poi che il rapporto delle energie disponibili nel trasformatore di uscita e in quello di entrata è molto grande: il suo valore dipende dalle caratteristiche della valvola e dei trasformatori.

Se ora supponiamo di inserire il dispositivo indicato nella Fig. 25, in un punto opportuno di un circuito telefonico, nel quale la trasmissione avvenga da ovest ad est, la energia ricevuta dal trasformatore ovest si troverà amplificata nel trasformatore est, e le correnti telefoniche in questo trasformatore, data la utilizzazione della parte lineare della caratteristica, saranno simili a quelle ricevute nel trasformatore ovest, per modo che nella trasformazione considerata la voce non subirà distorsione.

Ecco dunque trovato il ripetitore telefonico, di cui la tecnica da molti decenni andava in cerca e che non si era potuto realizzare neanche coi dispositivi elettro-meccanici ingegnosi di Edison, a causa della inerzia introdotta da tali dispositivi. Il ripetitore dianzi illustrato è un dispositivo puramente elettrico e non ha inerzia.

Il rapporto fra l'energia amplificata e quella ricevuta è di circa 600, equivalente, cioè, al rapporto fra l'energia trasmessa e quella ricevuta in un circuito telefonico avente una costante di smorzamento totale di circa 3, numero questo che, volendo riferirsi ad un caso concreto, corrisponde alla costante di smorzamento di un circuito aereo in filo di bronzo di mm. 5 lungo 1500 km. La inserzione di un ripetitore in un circuito di 5 mm. dotato dell'amplificazione indicata, equivale quindi alla soppressione di 1500 km. di circuito: il che si esprime dicendo che il ripetitore introduce una costante di smorzamento negativa. Il vantaggio che così si ottiene è notevolissimo sia dal punto di vista tecnico che da quello economico. In verità l'amplificazione nella misura accennata si può approssimativamente ottenere, come vedremo meglio in seguito, soltanto in casi particolari, e cioè nei cosiddetti circuiti a 4 fili, nei quali due fili servono per la trasmissione in un senso e due fili per la trasmissione in senso contrario, mentre per gli ordinari circuiti a due fili essa si riduce alla metà, quando la trasmissione si effettua nei due sensi (in duplex) e non in un solo senso come abbiamo supposto. Come facilmente si comprende, la valvola amplificatrice può essere, ed è, convenientemente utilizzata nelle trasmissioni ra-

diotelefoniche. Per comprenderne il funzionamento basta immaginare uno dei trasformatori della fig. 25 collegato all'antenna della stazione ricevente e l'altro al telefono di ascolto.

La corrente derivata nel ripetitore ha per effetto l'amplificazione della corrente di placca la quale circola nell'avvolgimento del trasformatore, producendo f.e.m. indotte nei due

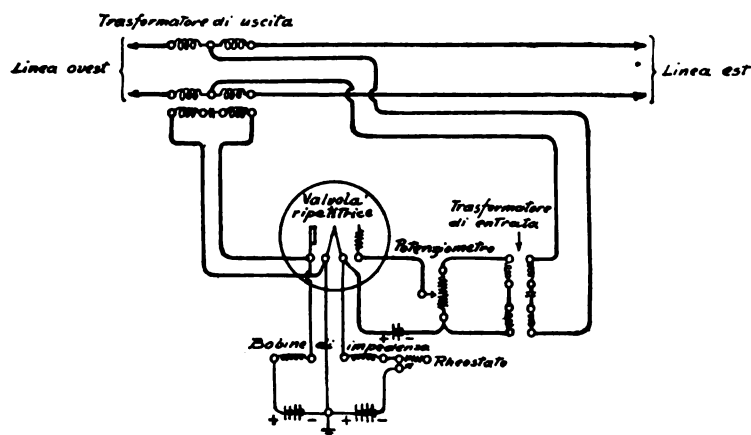


Fig. 27. — Schema di inserzione di un solo amplificatore.

Vediamo ora come la valvola viene inserita nei circuiti telefonici.

#### a) Schema di inserzione nei circuiti a doppio filo.

In pratica si è riconosciuta la opportunità di impiegare nella stazione amplificatrice due ripetitori: uno destinato a rinforzare la voce proveniente da un lato della linea, l'altro destinato a rinforzare quella proveniente dal lato opposto.

L'impiego di un solo amplificatore (vedi fig. 27) per l'uno e per l'altro scopo non è consigliabile, in quanto, a causa delle inevitabili dissimetrie delle due parti della linea da esso separate e della conseguente differenza di impedenza di tali due parti misurata dai punti di inserzione dell'amplificatore, si cade nelle condizioni per cui questo produce oscillazioni persistenti, dando luogo al cosiddetto fischio ed impedendo la conversazione.

Per quanto il dispositivo della Fig. 27 non sia adoperato, è utile tuttavia illustrarlo per la migliore comprensione di ciò che sarà detto in seguito notando anzitutto che il trasformatore di uscita è costituito da tre avvolgimenti, divisi ciascuno in due sezioni uguali, di cui uno è connesso al circuito placca-filamento della valvola e gli altri due sono inseriti nei due fili del circuito telefonico, e notando altresì che dai punti medi di questi ultimi due avvolgimenti è derivato il primario del trasformatore di entrata.

Si consideri ora una corrente telefonica che da ovest viaggi verso l'est ed arrivi al ripetitore: in tal caso una parte della corrente prosegue sulla linea verso l'est ed un'altra parte (ed è la maggiore) è derivata dal trasformatore

avvolgimenti inseriti sui fili di linea; f.e.m. che, data la simmetria, risulteranno eguali. Vengono in conseguenza generate

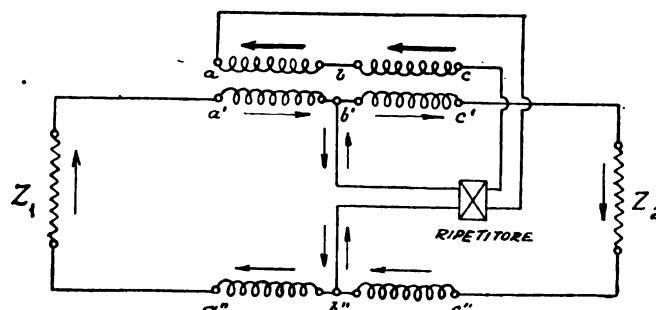


Fig. 27-bis. — Ripetitore e trasformatore di uscita.

correnti che vanno verso l'est producendo effetto utile e vanno verso l'ovest senza utile scopo. Se le due impedenze della linea

a destra ed a sinistra degli avvolgimenti sono uguali, sarà nulla la tensione fra i punti su cui è derivato il trasformatore di entrata e perciò il ripetitore non funzionerà per effetto delle correnti amplificate che viaggiano verso l'ovest e verso l'est della linea. Ma se le impedenze sono disuguali detta tensione non sarà nulla ed il ripetitore funzionerà, producendo altre correnti che agiranno di nuovo sul ripetitore il quale così diventa generatore di oscillazioni persistenti e dà luogo ad un fischio che ostacola la conversazione.

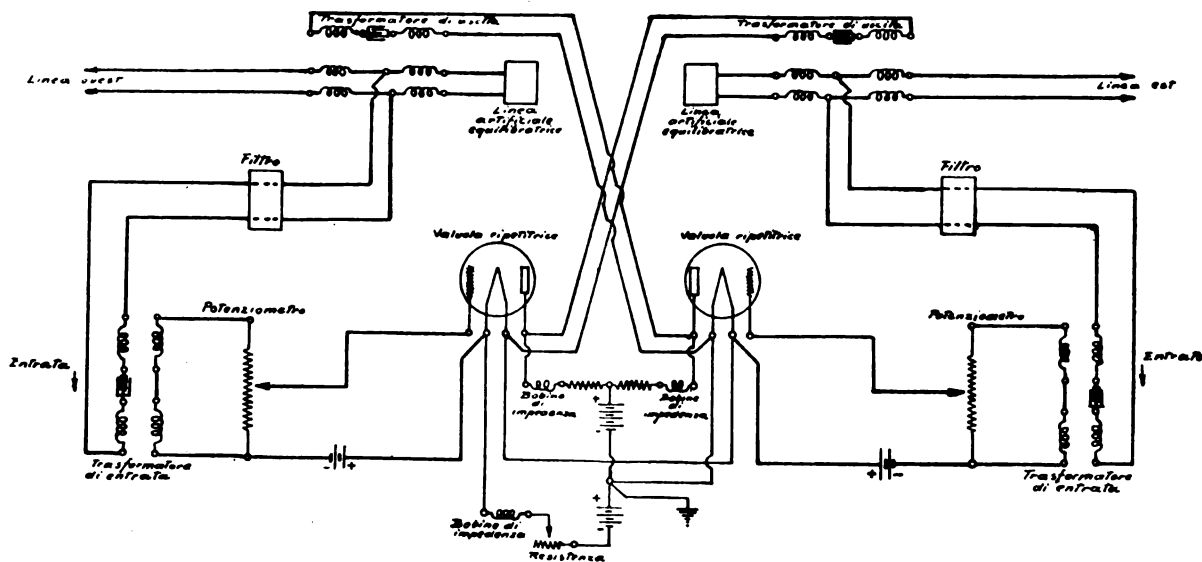


Fig. 28. — Schema di inserzione di due amplificatori.

di entrata del ripetitore; inoltre si produce una f. e. m. indotta nell'avvolgimento del trasformatore di uscita connesso al circuito placca-filamento, la quale però non ha alcun effetto sulla valvola amplificatrice.

Ciò avviene naturalmente, giacché è praticamente impossibile che le impedenze della linea a destra ed a sinistra del ripetitore possano essere eguali, e per conseguenza il dispositivo non può essere utilizzato.

Il fenomeno si spiega chiaramente con l'ausilio della figura 27-bis, in cui  $R$  rappresenta il gruppo ripetitore,  $a b c$ ,  $a' b' c'$ ,  $a'' b'' c''$  i tre avvolgimenti del trasformatore di uscita,  $Z_1$  e  $Z_2$  le impedenze misurate verso destra e verso sinistra della linea a partire dai punti  $b'$  e  $b''$ .

Nei due circuiti di destra e di sinistra che hanno comune come derivazione il primario del trasformatore di entrata del ripetitore, le correnti sono di senso uguale, e quindi nel ramo derivato tali correnti hanno senso contrario. Se le impedenze  $Z_1$  e  $Z_2$  sono eguali la corrente risultante nel ramo derivato è nulla ed il ripetitore non funzionerà; se dette impedenze sono disuguali il ripetitore funzionerà, dando luogo alla produzione di oscillazioni.

Lo schema adoperato per un circuito a due fili nel caso dell'impiego di due amplificatori (schema conosciuto sotto il nome di circuito duplex) è quello indicato nella Fig. 28 in cui i rettangoli con cui terminano le due linee est ed ovest stanno a rappresentare linee artificiali aventi la medesima impedenza delle linee con cui sono abbinate, ed i rettangoli inseriti sui circuiti derivati dalle linee medesime rappresentano i gruppi amplificatori costituiti dalla valvola termoionica e da quanto occorre per il funzionamento di essa nonché dei trasformatori di entrata e di uscita.

Allorquando la corrente telefonica arriva dall'ovest, una piccola parte dell'energia è dissipata nella linea artificiale, mentre la maggior parte è inviata direttamente al trasformatore di entrata del ripetitore N. 1 ed induttivamente al trasformatore di uscita del ripetitore N. 2. Quest'ultima energia è dissipata senza che il ripetitore N. 2 funzioni, agendo esso sul circuito di placca e non di griglia. La parte che entra nel ripetitore N. 1 è amplificata e la energia amplificata è trasmessa per una metà alla linea est e per l'altra metà alla linea artificiale a mezzo del trasformatore di uscita del ripetitore N. 1 i cui avvolgimenti secondari sono connessi in modo che il senso della corrente circolante negli avvolgimenti contigui alla linea artificiale risulti uguale a quello della corrente che percorre gli altri. In tali condizioni, se l'impedenza della linea artificiale è uguale a quella della linea reale ad essa associata, la differenza di potenziale fra i punti medi dei secondari sarà nulla e nessuna corrente sarà derivata sul ripetitore N. 2. Che se invece tali due impedenze non fossero perfettamente uguali, allora una parte dell'energia derivata, sia pur piccola, verrebbe amplificata dal ripetitore N. 2; essa ad ogni modo sarebbe trasmessa soltanto alla linea ovest senza nocumento per la corrispondenza se le impedenze di detta linea e della relativa linea artificiale fossero eguali. Ma se questo non fosse, allora una parte dell'energia sarebbe derivata nel ripetitore N. 1 ed amplificata. Il processo si ripeterebbe indefinitamente e si produrrebbe un suono (fischio) che ostacolerebbe la conversazione. Da tutto ciò desumesi quanto importante sia il raggiungimento della condizione che per tutte le frequenze della parola la impedenza caratteristica della linea artificiale sia per quanto possibile uguale a quella della linea reale.

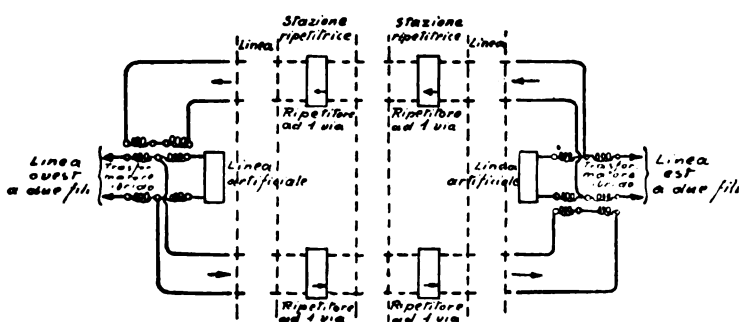


Fig. 29. — Schema di inserzione degli amplificatori nei circuiti a 4 fili.

Con la inserzione dei ripetitori nel modo innanzi descritto viene utilizzata soltanto la metà della amplificazione che può essere ottenuta dalla valvola, essendo l'altra metà dissipata nella linea artificiale. Con tutto ciò l'amplificazione che si ha nei circuiti duplici può raggiungere valori corrispondenti ad una diminuzione della costante di smorzamento di circa 1,2 ed 1,5.

b) Schema di inserzione nei circuiti a 4 fili.

L'amplificazione della valvola può essere completamente utilizzata nei cosiddetti circuiti a 4 fili (mostrati schematicamente nella Fig. 29).

Un circuito a due fili è adoperato per la trasmissione da Ovest ad Est ed un altro circuito pure a due fili per la trasmiss-

sione in senso contrario. I due circuiti sono alle estremità connessi a linee contigue a doppio filo, ovvero a circuiti di abbinato mediante trasformatori e linee artificiali del tipo impiegato per i circuiti duplex, di cui sopra si è parlato.

Quando la corrente telefonica arriva dall'Ovest una parte dell'energia è dissipata senza effetto utile nella linea artificiale e nel circuito di trasmissione est-ovest, mentre l'altra parte è utilizzata nel circuito di trasmissione ovest-est, analogamente a quanto si è detto innanzi per l'analogo dispositivo inserito nei circuiti duplex.

L'amplificazione dei ripetitori viene completamente utilizzata nel circuito di trasmissione ovest-est e, se le impedenze della linea est a doppio filo e della corrispondente linea artificiale sono uguali, tutta l'energia viene trasmessa nella detta linea est. Se tale uguaglianza non sussistesse una parte dell'energia verrebbe inviata sul circuito ovest-est ed allora si avrebbe circolazione di corrente con fischio e distorsione.

Sebbene circuiti di questa specie richiedano quattro fili invece di due, tuttavia, potendosi ridurre il loro diametro in conseguenza della maggiore permessa amplificazione, essi presentano vantaggi tecnici ed economici allorché la loro lunghezza è rilevante (superiore a circa 500 km.).

Una delle esigenze cui debbono soddisfare i triodi impiegati in telefonia è che l'amplificazione sia la medesima per tutte le più importanti frequenze della parola; chè altrimenti si introdurrebbe distorsione.

Con ciò in verità non si elimina completamente la distorsione, in quanto la differenza fra l'attenuazione del circuito che aumenta con la frequenza e l'amplificazione (supposta costante) sarebbe diversa per le varie frequenze.

La Siemens provvede alla eliminazione di tale inconveniente inserendo nel trasformatore di entrata delle capacità ed utilizzando il fenomeno della risonanza in guisa che il ripetitore amplifichi più le alte che le basse frequenze e che quindi risulti costante per tutte le frequenze la differenza fra l'attenuazione e l'amplificazione.

Con le precauzioni e le limitazioni di cui si parlerà in appresso, è possibile inserire in un circuito un gran numero di ripetitori ed ottenere una piccola *attenuazione residua*, uguale alla differenza fra l'attenuazione totale del circuito e la somma delle amplificazioni.

## § 7. — Valvola modulatrice e demodulatrice e sua applicazione alla telefonia multipla.

Si è accennato che se la valvola viene utilizzata in corrispondenza del tratto non lineare della caratteristica, allora la corrente di placca dovuta ad un voltaggio sovrapposto armonico semplice sarà espressa da una armonica complessa. Ciò si può spiegare analiticamente osservando che la corrente di placca può esprimersi mediante una serie di potenze del voltaggio di griglia la quale dà luogo appunto ad una armonica complessa. E' da rilevare che i coefficienti di tale serie si vanno rapidamente impicciolendo, per cui è sufficiente per gli scopi pratici arrestarsi alla 2<sup>a</sup> potenza. Se in tale ipotesi alla f.e.m. di griglia si sovrappone un voltaggio alternato sinusoidale, la corrente di placca, in conseguenza di quanto si è detto, sarà costituita oltre che da una componente continua, dalla armonica fondamentale e dalla seconda armonica.

Ciò risulta illustrato nella Fig. 26. Se supponiamo che la tensione costante di griglia sia  $OA$  (vedi curva superiore a destra) e l'ampiezza della f.e.m. armonica semplice impressa sul circuito di griglia sia  $a$ , talché il potenziale di griglia vari tra  $OA + a b'$  ed  $OA - a b'$ , la corrente di placca subirà una variazione compresa fra  $Aa + b c$  e  $Aa - b' c'$ ; e poichè  $b c$  è più grande di  $b' c'$ , dato che la caratteristica nel campo dei valori di griglia considerati non è rettilinea, così ne risulterà una armonica distorta, ossia complessa, come può rilevarsi dalla curva 3) (fig. 26) nella quale la parte al disopra dell'asse dei tempi è maggiore di quella che trovasi al disotto. Le curve 4) e 5) rappresentano rispettivamente l'armonica fondamentale e la seconda armonica, le sole che in pratica sia necessario di considerare.

Ora supponiamo che alla tensione costante di griglia sia sovrapposto un voltaggio costituito non da una sola armonica semplice, ma dalla somma di due armoniche semplici. In tale caso si dimostra che come conseguenza di quanto si è detto la corrente di placca risulterà uguale alla somma delle due corrispondenti armoniche fondamentali, delle due seconde armoniche, e di due nuove armoniche aventi rispettivamente per frequenza la somma e la differenza delle frequenze delle due armoniche fondamentali. Così se, come in Fig. 30, sul circuito di griglia

sono impresse da due generatori due voltaggi sinusoidali che superremo di frequenza 2.000 e 10.000, la corrente di placca sarà uguale alla somma di armoniche di frequenza 2.000; 10.000;  $2.000 \times 2 = 4.000$ ;  $10.000 \times 2 = 20.000$ ;  $10.000 + 2.000 = 12.000$ ;  $10.000 - 2.000 = 8.000$  di cui le ultime due avranno la medesima ampiezza. Ora, se, avvalendoci dei dispositivi speciali (filtri elettrici) di cui parleremo in seguito, non lasciamo passare nel circuito esterno che le correnti di frequenza 10.000, 12.000 ed 8.000, troveremo in questo una corrente risultante quale appare dalla curva C della Fig. 30 in cui le curve A e B rappresentano rispettivamente le correnti di alta e bassa frequenza (10.000 e 2.000). La curva C rappresenta così la somma dell'armonica di alta frequenza (supposta uguale a 10.000) e delle due armoniche, di uguale ampiezza, aventi rispettivamente per frequenze la somma e la differenza dell'alta e della bassa frequenza (e cioè 12.000 ed 8.000 nell'esempio addotto).

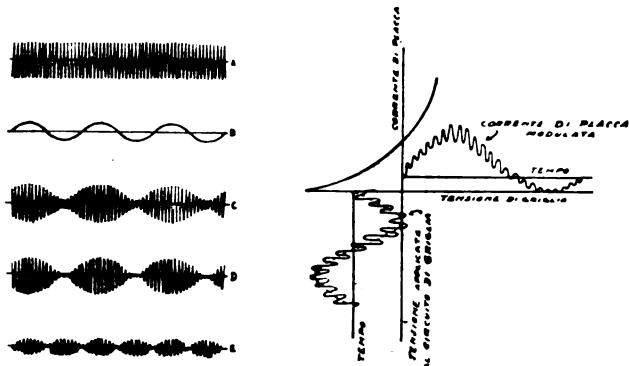


Fig. 30. — Illustrazione del fenomeno della modulazione.

La detta curva C, come da essa si scorge e come del resto si può facilmente dimostrare, ha la stessa forma di quella che si ottiene allorché l'ampiezza della corrente di alta frequenza si suppone costituita dalla somma di un termine costante e di un termine variabile armonicamente con periodo uguale a quello della corrente a bassa frequenza (2.000). Merita di essere rilevato che la corrente risultante è involupata da due sinusoidi simmetriche rispetto all'asse dei tempi, aventi il periodo della bassa frequenza.

La curva C si trasforma nella D quando la ampiezza della corrente di alta frequenza è doppia di quelle delle altre due adiacenti; si trasforma nella curva E quando si sopprime la corrente di alta frequenza e si lasciano le altre due.

La funzione compiuta dalla valvola in tal caso è conosciuta sotto il nome di modulazione, e la valvola viene denominata modulatrice, la corrente di bassa frequenza si dice corrente modulante, quella di alta frequenza corrente vettrice o trasportatrice; corrente modulata si dice invece quella risultante dalla composizione di quest'ultima con le altre due di frequenze uguali alla somma ed alla differenza delle frequenze della corrente modulante e trasportatrice. Per effetto del fenomeno suaccennato si viene a trasformare la somma di due correnti sinusoidali semplici in una corrente modulata. Ma è facile comprendere come lo stesso tipo di valvola permetta di rivelare la corrente di bassa frequenza. Immaginiamo infatti che, mediante l'interposizione, come di consueto, di un trasformatore venga sul circuito di griglia di una valvola applicato un voltaggio dovuto alla corrente modulata; per fissare le idee, supponiamo che tale corrente sia quella rappresentata dalle tre armoniche indicate nell'esempio precedente, e cioè di frequenza 8.000, 10.000, 12.000. Per rendere più semplice il fenomeno supponiamo ancora che mediante un filtro si lascino passare nel circuito di griglia soltanto due delle tre armoniche, per es. le armoniche 10.000 e 12.000. Se allora pensiamo a quanto abbiamo detto sopra circa la funzione modulatrice della valvola, rileviamo che nella corrente di placca si dovrà fra le altre trovare una armonica di frequenza uguale alla differenza fra 12.000 e 10.000, ossia di frequenza 2.000.

Tale funzione della valvola, in virtù della quale essa dalla corrente modulata separa una armonica di frequenza uguale a quella della corrente modulante, chiamasi funzione demodulatrice, e la valvola prende perciò il nome di « demodulatrice ».

Con la sua doppia funzione la valvola ci permette dunque di trasformare la somma di una corrente trasportatrice, di alta frequenza, e di una corrente modulante di bassa frequenza e di ritrasformare poi queste in guisa che si ritrovi l'armonica di bassa frequenza. E se la corrente modulante anziché costituita

da una armonica semplice è costituita da una armonica complessa, ad esempio quella prodotta da un microfono azionato dalla voce, nella quale le componenti più importanti hanno una frequenza inferiore a 2.000, allora le dette componenti si assoceranno alla corrente trasportatrice dando origine a una corrente modulata la quale, attraverso la valvola demodulatrice, si trasformerà in varie componenti, fra cui saranno comprese tutte quelle di bassa frequenza. E, poichè si dimostra che le ampiezze di queste ultime sono proporzionali a quelle delle corrispondenti componenti della corrente modulante, così ne consegue che la forma delle due armoniche complesse viene conservata e non si verificherà distorsione. In particolare se la corrente modulante è quella prodotta da un microfono, il telefono azionato dalla corrente demodulata riprodurrà la voce trasmessa senza distorsione.

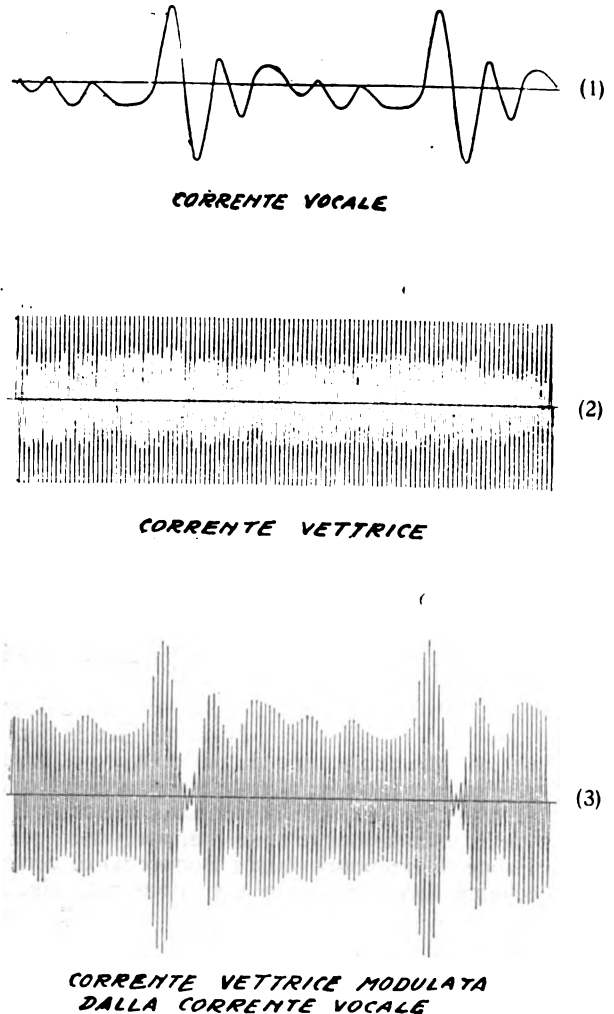


Fig. 31. — Modulazione della corrente vocale.

Nella figura 31 la curva (1) rappresenta la corrente modulante prodotta da un microfono azionato dalla voce, la curva (2) rappresenta la corrente portatrice, la curva (3) la corrente modulata.

La Fig. 32 mostra schematicamente l'effetto della modulazione e della demodulazione di una armonica complessa, le cui componenti abbiano frequenze comprese fra 200 e 2.000, che sono da considerare come i limiti della zona delle frequenze più importanti della parola. La modulazione può essere pensata come un trasporto della zona di frequenze dalla sua posizione normale (indicata in basso nella figura) ad una posizione adiacente alla frequenza trasportatrice (indicata in alto); mentre la demodulazione può essere considerata come un trasporto inverso.

Le proprietà della valvola considerata come modulatore e demodulatore costituiscono il fondamento della telefonia multipla e cioè della trasmissione contemporanea sullo stesso circuito di più conversazioni telefoniche.

Possiamo facilmente spiegarci il meccanismo della telefonia multipla, tenendo presente lo schema indicato nella figura 33 in cui sono contemplate 4 trasmissioni contemporanee in un sol senso (il numero potrebbe essere maggiore), di cui una fatta col metodo ordinario: trasmissioni che per ora suppo-



niamo eseguite in un sol senso. In ciascuna delle valvole modulatori (modulatori) sono inviate la corrente telefonica prodotta da un microfono e la corrente vettrice ad alta frequenza prodotta da un oscillatore (funzione questa ultima che come vedremo può essere compiuta dalla stessa valvola quando sia convenientemente utilizzata); la corrente modulata passa attraverso ad uno speciale dispositivo elettrico (il filtro elettrico), di cui parleremo in seguito, il quale permette il passaggio solo alle correnti di una determinata zona di frequenza arrestando le altre. Dai tre filtri dei dispositivi trasmissivi escono quindi per essere immesse sulla linea tre zone di frequenze (per es. da 5.000 a 7.000; da 7.500 a 9.500; da 10.000 a 12.000). Que-

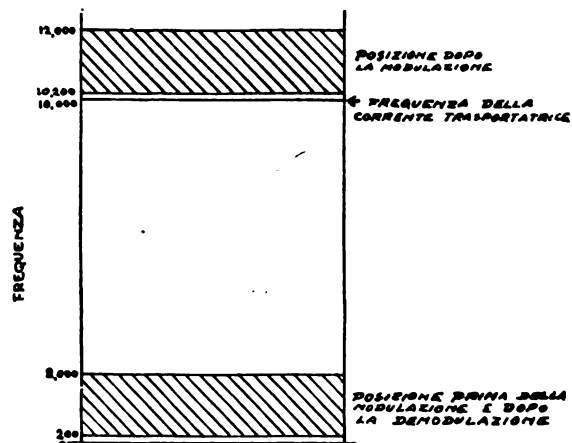


Fig. 32. — Rappresentazione schematica della modulazione e demodulazione.

ste correnti che viaggiano tutte sulla linea sono separate dai tre filtri della stazione ricevente in guisa che per ognuno non passi che una delle indicate zone di frequenze. Le correnti di ciascuna zona azionano i rispettivi demodulatori, i quali rivelano la corrente telefonica, che può esser ricevuta in un telefono. Speciali filtri all'origine ed alla fine della linea impediscono che correnti di bassa frequenza come quelle indotte dalle linee di trasmissione di energia possano pervenire agli apparecchi trasmissivi e riceventi.

Mediante opportuni dispositivi è possibile realizzare trasmissioni multiple in duplex, tali da permettere la contemporanea trasmissione nei due sensi e da poter essere utilizzate dagli abbonati di una rete come se si trattasse di ordinari circuiti indipendenti. E' inoltre possibile sovrapporre alle trasmissioni telefoniche delle trasmissioni telegrafiche, riservando per queste, particolari zone di frequenza (bassa frequenza) di correnti vettrici. Lo schema delle connessioni è riportato nella fig. 34.

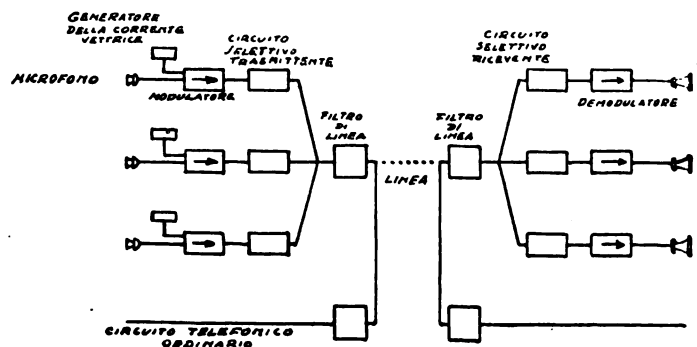


Fig. 33. — Schema di principio dei collegamenti nella telefonia multipla con correnti vettrici.

E' infine da notare che il sistema innanzi accennato si può applicare con le necessarie limitazioni e modificazioni alle trasmissioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche, in quanto esso rimane nei principi immutato allorché alla propagazione nei fili si sostituisce la propagazione nell'etere.

#### § 8. — La valvola impiegata come generatore di oscillazioni.

Un'altra importante proprietà della valvola è quella in base a cui essa può generare oscillazioni elettriche.

Consideriamo una valvola in cui il circuito di placca (placca-filamento) ed il circuito di griglia (griglia-filamento) siano

accoppiati in modo che possano elettricamente reagire l'uno sull'altro (fig. 35).

Nella figura è considerato uno degli accoppiamenti adoperati, l'accoppiamento induttivo, realizzato mediante un trasformatore, di cui uno degli avvolgimenti di induttanza  $L_2$  fa parte del circuito di placca, e il secondo avvolgimento di induttanza  $L_1$  fa parte del circuito di griglia; il coefficiente di mutua induzione è  $M$ . Fra gli estremi dell'avvolgimento di induttanza

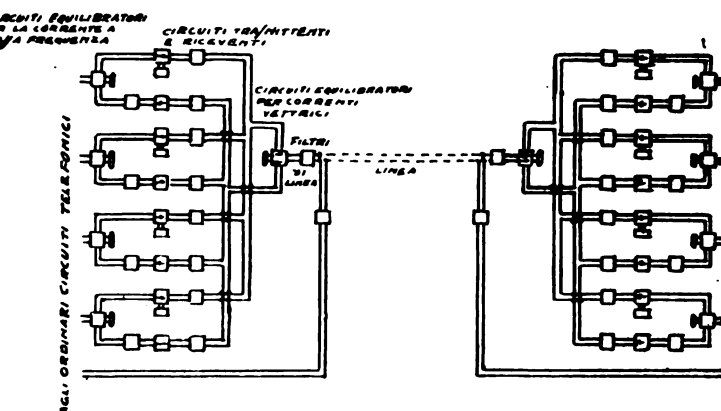
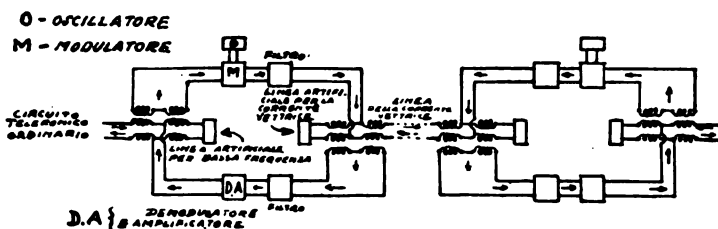


Fig. 34. — Schema dei circuiti in un impianto di telefonia multipla con correnti vettrici.

$L_1$ , dopo che a questo è stata aggiunta in serie una resistenza  $R$ , viene derivato un condensatore  $C$ , in modo da formare il circuito  $L_1 R C$ , nel quale si manifesteranno oscillazioni elettriche persistenti. Il funzionamento della valvola come generatore si spiega pensando che quando si inserisce nel circuito di placca la relativa batteria si manifesta una corrente di placca la quale, percorrendo l'avvolgimento  $L_2$ , provoca nell'avvolgimento  $L_1$  una f.e.m. indotta e quindi una variazione del potenziale di griglia a cui consegue una variazione della corrente di placca, ed una successiva variazione del potenziale di griglia.

Il processo non ha termine, e, quando sia soddisfatta una particolare relazione fra le costanti interne della valvola e quelle dei circuiti esterni, si manifesteranno nel circuito  $L_1 R C$  oscillazioni non smorzate, il cui periodo dipenderà dai valori scelti

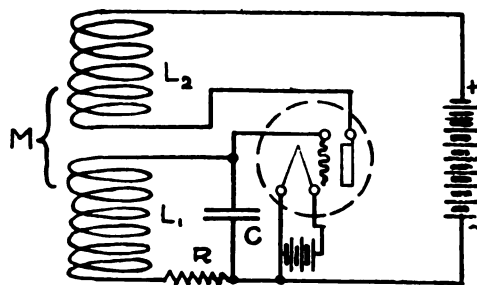


Fig. 35. — Valvola impiegata come generatore di oscillazioni.

per  $L_1 R$  e  $C$ . Si ha in questo modo il mezzo di produrre oscillazioni anche di alta frequenza, e la valvola può servire per generare le correnti elettriche portatrici di cui abbiamo parlato.

#### § 9. — Linee artificiali.

Si è rilevato come l'impiego dei ripetitori renda indispensabile l'uso di linee artificiali atte a riprodurre certe proprietà delle linee reali od a realizzare tipi di circuiti soddisfacenti a speciali requisiti.

Tali linee artificiali (quando si faccia astrazione da tipi speciali, come quello Muirhead, adottati per la telegrafia duplice nei lunghi cavi sottomarini, ed in cui le costanti sono unifor-

mamente distribuite) risultano generalmente costituite da una successione di uguali aggruppamenti (sezioni), connessi in serie, di resistenze, induttanze, mutue induttanze e capacità localizzate; avendo detti aggruppamenti due estremità per l'entrata e due estremità per l'uscita della corrente.

sono uguali, ma possono presentarsi casi in cui tali dispositivi risultano dissimmetrici e le dette due impedenze disuguali.

Ora, riferendoci al caso dei dispositivi simmetrici, è da osservare che essi possono, per una determinata frequenza, costruirsi in modo da riuscire equivalenti ad una linea simmetrica a

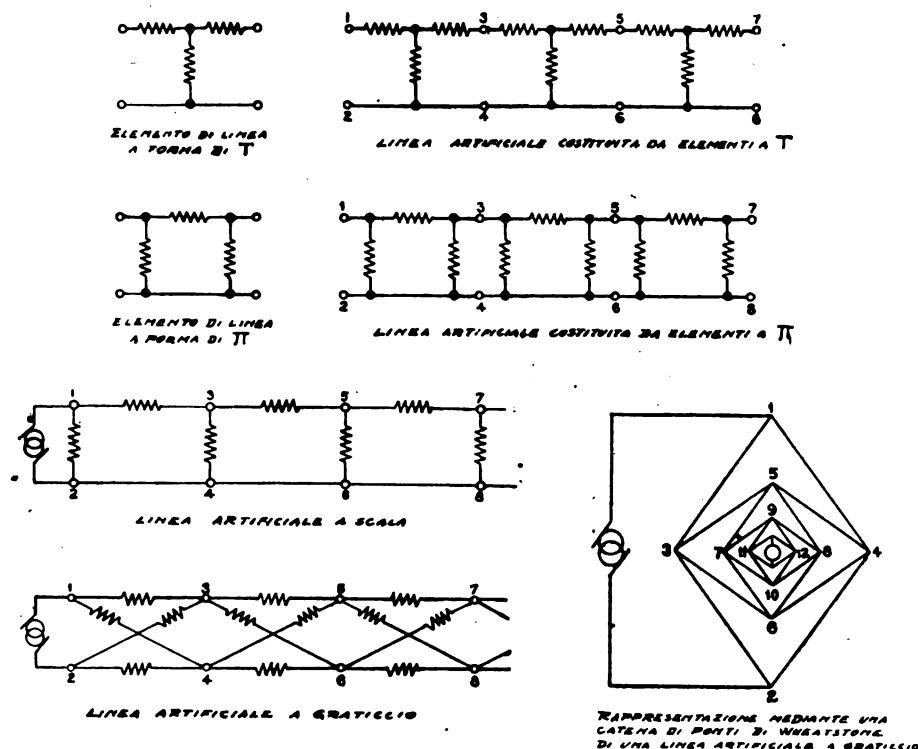


Fig. 36. — Vari tipi di linee artificiali.

Si può dimostrare che quando gli aggruppamenti in discorso, i quali possono essere formati da reti qualsivogliano, sono percorsi da correnti armoniche semplici, possono essere pensati come costituiti, siccome ad essi equivalenti, da tre impedenze

costanti uniformemente distribuite, equivalenti nel senso che se il potenziale e la corrente all'origine della linea reale e della linea artificiale (dispositivi a  $T$  od a  $\pi$ ) sono eguali, eguali pure risultano il potenziale e la corrente alla fine. Si può allora, sem-

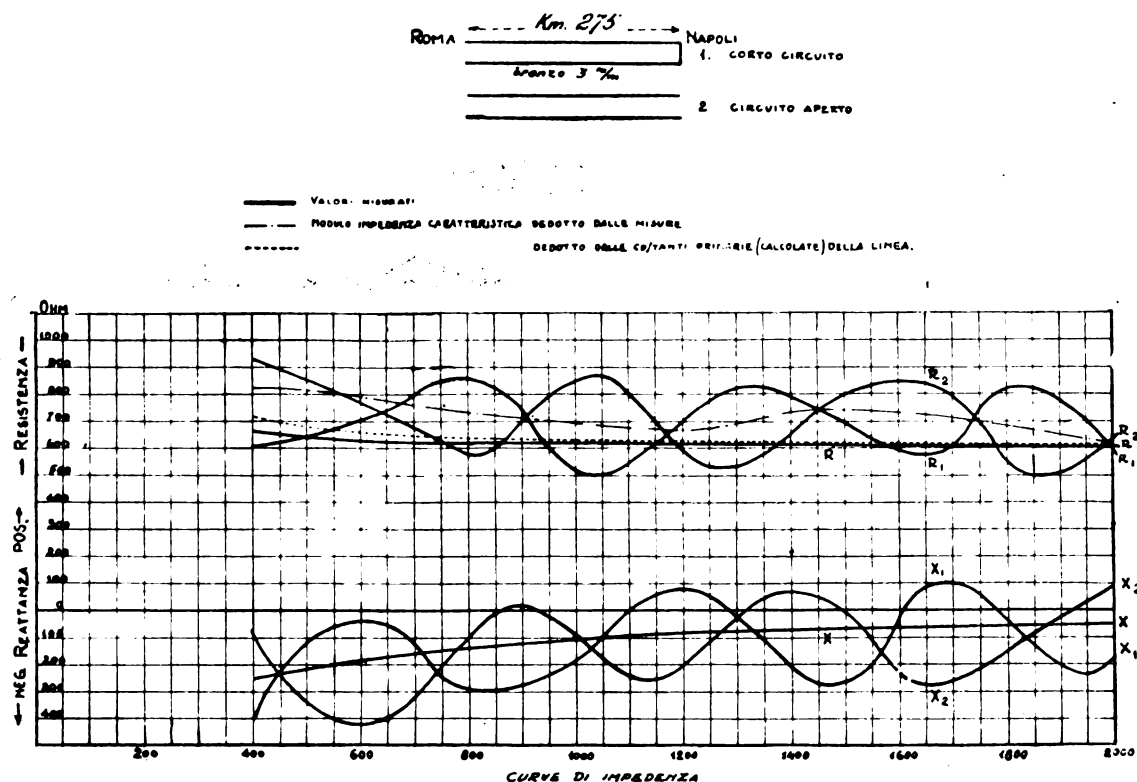


Fig. 37. — Curve di impedenza (circuit Roma-Napoli).

complesse disposte a  $T$  o da tre impedenze complesse disposte a  $\pi$  (fig. 36).

I dispositivi a  $T$  ed a  $\pi$  considerati nella fig. 36 sono simmetrici, ed appunto perciò le due impedenze in serie nel primo dispositivo e le altre due impedenze in derivazione nel secondo

pre in relazione alla frequenza prescelta, assimilare la linea artificiale alla reale e pensare la prima come avente la stessa impedenza caratteristica e la stessa totale costante di smorzamento della seconda.

Per le trasmissioni telefoniche, in cui la f. e. m. impressa

è una armonica complessa e non semplice, la equivalenza sopra stabilita non può essere sufficiente. Come ognuno comprende in base alla naturale intuizione una linea artificiale equivalente

di questo genere sarebbero con una stretta approssimazione equivalenti alla linea reale in quanto così la costante di smorzamento come la impedenza caratteristica sarebbero corrispondenti

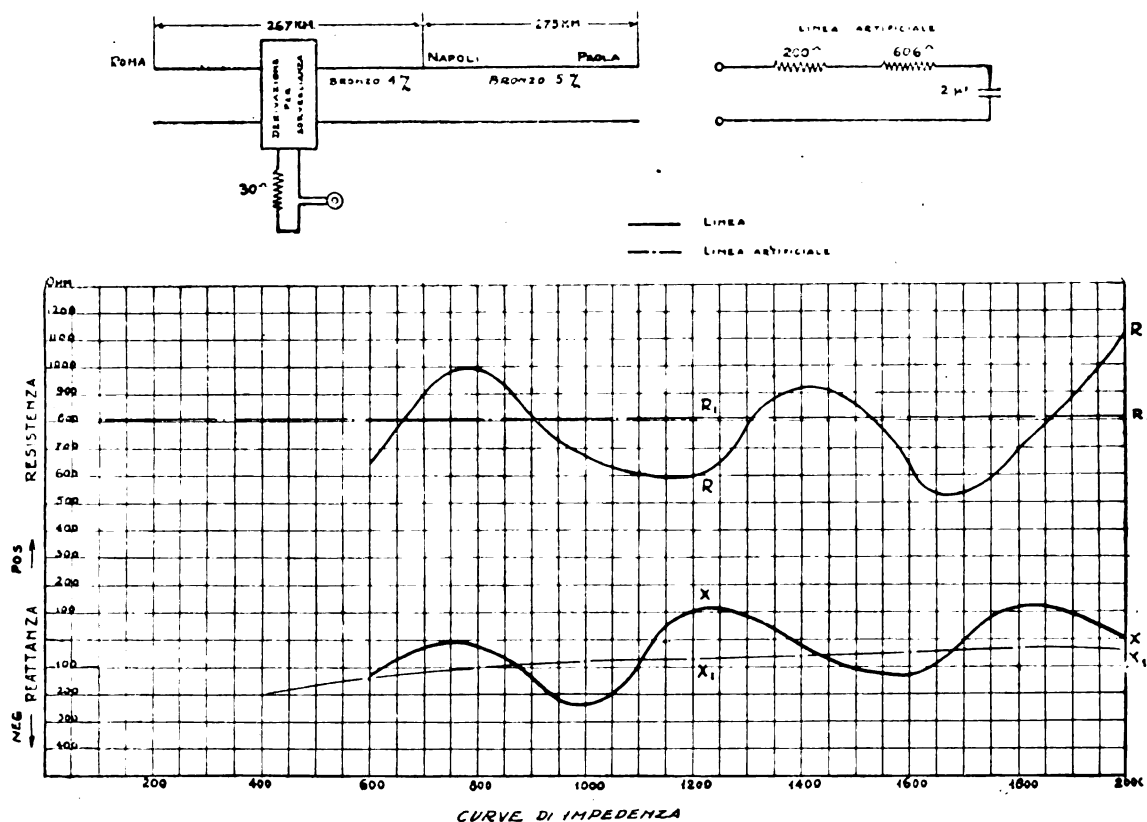


Fig. 38. — Curve di impedenza (circuit Roma-Paola).

ad una linea reale potrebbe però ottenersi suddividendo in piccole lunghezze quest'ultima e sostituendo ad ognuna di esse uno dei dispositivi considerati.

Evidentemente la equivalenza sarà tanto maggiore, quanto

temente le medesime per tutte le frequenze della parola. Esse però riuscirebbero troppo costose ed ingombranti nel nostro caso, ragion per cui si è costretti a ricorrere ad altri tipi di linee artificiali più economiche, sebbene meno perfette.

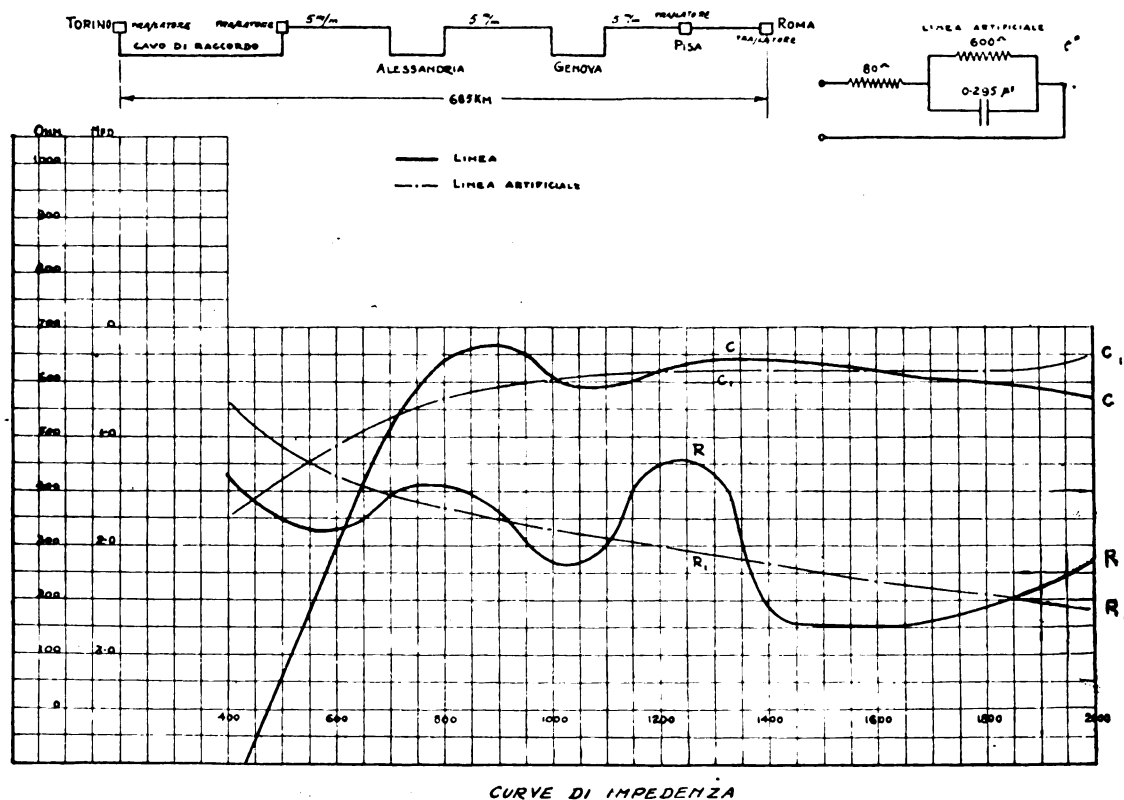


Fig. 39. — Curve di impedenza (circuit Torino-Roma).

maggiore sarà il numero delle sezioni; però la regola di Pupin innanzi ricordata ci dice qual'è il numero di sezioni praticamente sufficiente, e questo numero è di circa 8 per ogni lunghezza d'onda corrispondente alla più alta frequenza della parola. Linee

A questo punto occorre osservare che per gli scopi di cui ci occupiamo basta che siano eguali le correnti all'inizio della linea reale e della linea artificiale, ossia che siano eguali le impedenze all'origine dell'una e dell'altra. Ciò però non scema la

difficoltà in quanto la impedenza all'origine (anche nel caso più semplice di linee uniformi in cui l'onda riflessa sia stata assorbita dall'apparecchio ricevente; caso in cui la detta impedenza diventa uguale alla impedenza caratteristica) è elemento che non si può a rigore rappresentare mediante qualsiasi aggruppamento di grandezze elettriche in numero finito; e soltanto può approssimativamente rappresentarsi con le linee artificiali a gruppi uguali ricorrenti. La difficoltà aumenta quando la linea reale anziché uniforme è invece non uniforme come è infatti generalmente una linea telefonica, la quale può risultare costituita da conduttori di varia natura (filì aerei e cavi) e da apparecchi diversi (traslatori ed altri organi delle centrali) ed essere affetta da dissimmetrie varie. Pur nelle linee pupinizzate la impedenza caratteristica, non potendosi eliminare completamente le riflessioni, non risulta uguale a quella della corrispondente linea uniforme. Per linee di tal genere i fenomeni della propagazione della corrente a causa delle riflessioni sono molto complessi, e quindi non è possibile applicare risultati dedotti nella ipotesi di linee uniformi. Conviene allora misurare a varie frequenze la impedenza della linea nel punto in cui si inserisce l'amplificatore, e tracciare le curve che rappresentino in funzione della frequenza le componenti della impedenza (resistenza e reattanza), per poi passare alla determinazione di quell'aggruppamento di resistenza, induttanza e capacità la cui impedenza complesso in corrispondenza delle varie frequenze sia presso che uguale a quella della linea reale. Ciò non si fa senza accorgimento, intuito e pazienza e senza la necessaria pratica.

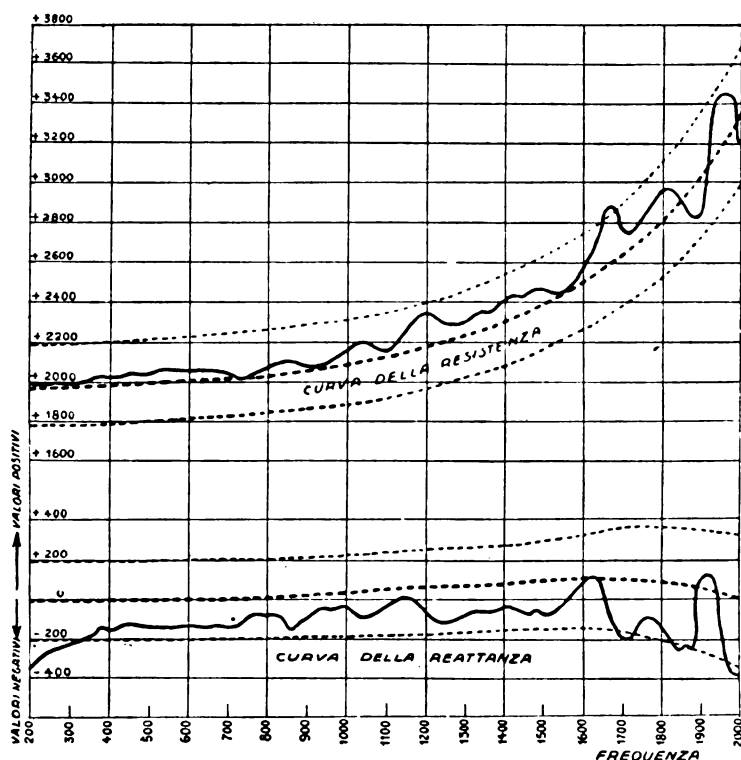


Fig. 40. — Curve di impedenza del circuito reale S. Giuliano-Torino.

Nella Fig. 37 sono tracciate le curve d'impedenza di un circuito aereo in filo di bronzo di 3 mm (uno dei circuiti Roma-Napoli).

In essa le curve  $R_1 - X_1$ ,  $R_2 - X_2$  rappresentano le due componenti della impedenza (resistenza e reattanza in ohm) misurata all'origine (Roma) nei due casi in cui la estremità lontana (a Napoli) era messa rispettivamente od in corto circuito ovvero lasciata a circuito aperto; le curve  $R-X$  rappresentano le componenti della impedenza caratteristica del circuito dedotta dalle due suddette impedenze; la curva a tratti e punti rappresenta il modulo di tale impedenza caratteristica; la curva punteggiata rappresenta il modulo della impedenza caratteristica calcolata in base alle costanti primarie teoriche del circuito.

La mancata coincidenza delle due ultime curve dimostra che il circuito non si comportava come una linea perfettamente uniforme.

Ben difficilmente però si ottengono per le linee in uso, a causa della loro non completa uniformità e degli apparecchi in esse inserite, delle curve che abbiano un andamento regolare.

Nella Fig. 38 sono rappresentate le componenti della impedenza all'origine del circuito Roma-Napoli-Paola (a Paola era

inserito un gruppo ripetitore termoionico) per la corrispondenza di Palermo con l'Alta Italia attraverso l'amplificatore di Roma. Le linee piene  $R$  ed  $X$  si riferiscono alla resistenza ed alla reattanza di tale impedenza; quelle a tratti e punti si riferiscono alle componenti della impedenza della linea artificiale indicata in alto nella figura, a fianco dello schema del circuito.

Nella Fig. 39 sono rappresentate le analoghe componenti della impedenza misurata all'origine del circuito Torino-Roma; di esse la resistenza è espressa in Ohm, mentre invece della reattanza (nel nostro caso negativa) è, indicata la corrispondente capacità.

Come si scorge dalle figure 38 e 39 le impedenze della linea reale e della prescelta linea artificiale sono sensibilmente diverse fra loro: da ciò consegue una riduzione del grado di amplificazione.

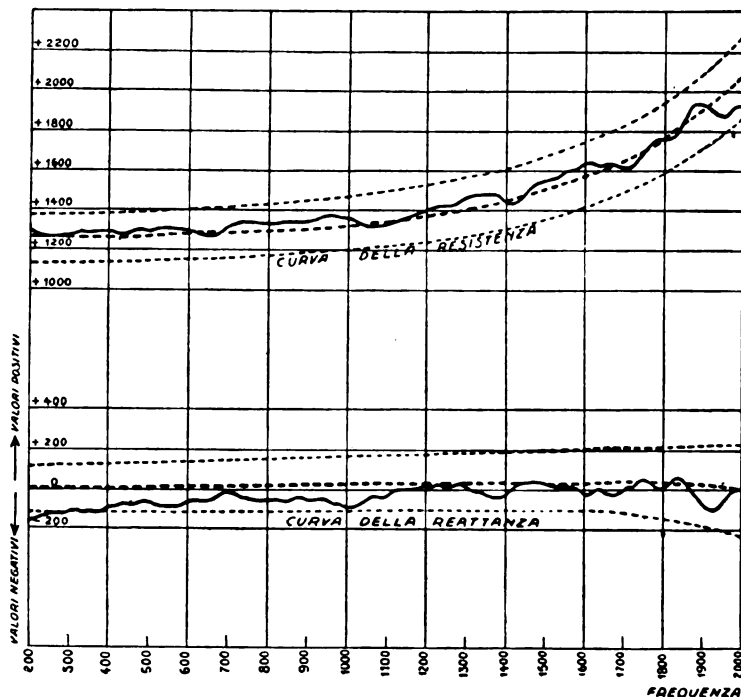


Fig. 41. — Curve di impedenza del circuito virtuale S. Giuliano-Torino.

Nelle Figg. 40 e 41 sono tracciate le componenti delle impedenze di due circuiti contenuti nel cavo pupinizzato Torino-Milano-Genova: uno reale, l'altro virtuale; le impedenze vennero misurate dalla stazione amplificatrice di S. Giuliano; i circuiti erano chiusi alle estremità (Torino) sopra due adatte linee artificiali. Le linee mediane punteggiate rappresentano le curve di impedenza della linea artificiale: le linee estreme punteggiate danno con le loro ordinate valori delle impedenze diversi del  $\pm 10\%$  da quelli delle impedenze della linea artificiale: limite entro cui si prescrive debbano rimanere i valori delle impedenze dei circuiti reali nella zona di frequenza che si considera.

## § 10. — Filtri elettrici.

Sono ben noti nella elettrotecnica i fenomeni di risonanza in una rete di circuiti con costanti localizzate allorchando viene ad essa applicata una f. e. m. armonica complessa. Si sa che in tal caso possono manifestarsi massimi di corrente in corrispondenza di ciascuna delle armoniche semplici della f. e. m. allorchè la frequenza di una delle dette armoniche coincide con quella di una delle oscillazioni naturali del sistema. Un caso semplice di risonanza è quello che si ha in un circuito costituito da una induttanza in serie con una capacità. Per tale circuito l'ampiezza della corrente corrispondente ad una f. e. m. armonica semplice di frequenza variabile e di ampiezza costante è rappresentata dalle ordinate di una curva che ha andamento analogo a quella della fig. 42 nella quale le ascisse rappresentano le pulsazioni.

Circuiti del genere, che permettono mediante opportuna predeterminazione delle loro costanti di esaltare le correnti corrispondenti ad una o più armoniche semplici della f. e. m. impressa (in numero però discontinuo e finito), trovano largo impiego nelle Radiotrasmissioni.

Ora accanto a tali circuiti ne sono stati introdotti altri (i



cosiddetti filtri elettrici) che hanno trovato largo impiego nella telefonia e disimpegnano una funzione essenziale nella telefonia multipla con correnti trasportatrici. Siffatti circuiti differiscono dai primi in ciò che mentre questi possono essere costruiti in modo da esaltare correnti corrispondenti ad una o più frequenze (in numero finito o discontinuo) essi invece possono essere costruiti in guisa da esaltare correnti relative ad uno o più gruppi continui di frequenze e ridurre correnti corrispondenti ad altri gruppi di frequenze. In sostanza i filtri presenterebbero una impedenza piccola in corrispondenza di alcuni e grandissima in corrispondenza di altri gruppi continui di frequenza, ciò che si esprime anche dicendo che essi lasciano passare correnti relative ad alcuni gruppi di frequenza e non lasciano passare correnti appartenenti ad altri gruppi.

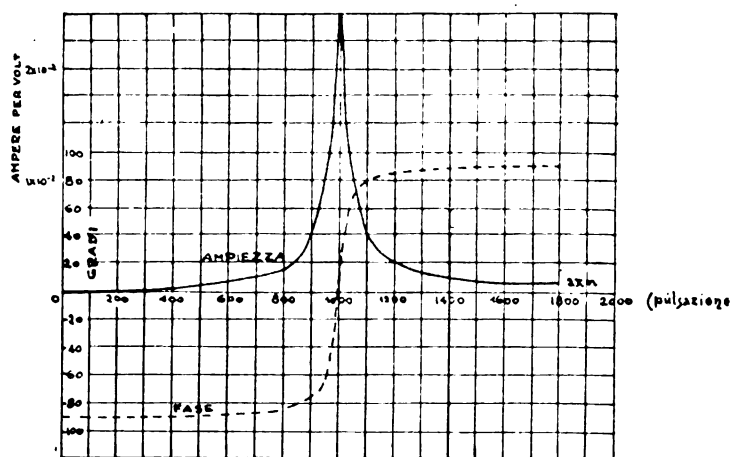


Fig. 42. — Circuito risonante.

La teoria dei filtri è connessa a quella della propagazione delle tensioni e correnti elettriche nei circuiti con costanti uniformemente distribuite. E' noto che nei conduttori ordinari la corrente si va attenuando lungo la linea con le leggi cui al principio di questa relazione si è accennato, e che l'attenuazione diventa nulla quando diventano nulle le costanti che causano la dissipazione di energia, e cioè la resistenza del conduttore e la conduttanza del dielettrico. Questa ipotesi che non trova riscontro nella realtà potrebbe approssimativamente verificarsi nel caso in cui la resistenza del conduttore e la conduttanza dell'isolante fossero trascurabili di fronte alla reattanza induttiva ed all'ammettenza condensiva, il che avverrebbe meglio per correnti di alta frequenza, sempre che queste non producano un aumento delle costanti dissipative. In questo caso le correnti di varia frequenza vengono tutte trasmesse con *attenuazione nulla*, e ciò si dimostra dipendente dalla condizione analitica che il prodotto della reattanza, dovuta all'induttanza, per l'ammettenza, dovuta alla capacità della linea, è positivo. Se noi pertanto realizziamo coi criteri discussi al § 4 una linea artificiale corrispondente al conduttore uniforme di resistenza e conduttanza nulle, avremo in questa una trasmissione di attenuazione nulla per tutte le frequenze. Ad altri tipi di conduttori uniformi dovremmo ricorrere ove volessimo costruire una linea artificiale che realizzasse le proprietà del filtro per un gruppo di frequenze.

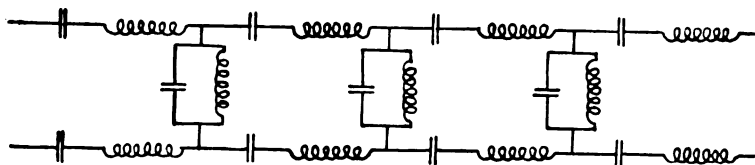


Fig. 43. — Un tipo di filtro.

Uno di tali conduttori potrebbe essere quello rappresentato nella fig. 43 nella quale l'elemento in serie è costituito da una induttanza in serie con una capacità, e l'elemento in derivazione da una capacità in parallelo con una induttanza.

In questo speciale circuito la reattanza effettiva è uguale alla differenza fra la reattanza relativa alla induttanza e la reciproca dell'ammettenza relativa alla capacità in serie con la induttanza medesima, mentre l'ammettenza effettiva è uguale alla differenza fra l'ammettenza relativa alla capacità in derivazione e l'inversa della reattanza relativa alla induttanza in

parallelo con la capacità. Ora tali differenze possono essere positive e negative e quindi vi è il mezzo di rendere il loro prodotto positivo o negativo. Nel primo caso la trasmissione si effettua con attenuazione nulla, nel secondo caso con attenuazione non nulla; e ciò in corrispondenza di determinati gruppi di frequenza, i cui limiti si desumono dalla condizione di positività o di negatività del prodotto suddetto. Costruendo una linea artificiale corrispondente al conduttore uniforme considerato, si avrebbe il relativo tipo di filtro.

Ma tipi di filtri anche più generali si possono ottenere supponendo che gli elementi in serie ed in derivazione della linea uniforme siano reti di resistenza, induttanze, capacità, mutue induttanze in guisa che le impedenze dei detti elementi siano rispetto alla frequenza funzioni di qualsiasi grado.

E' allora possibile determinare vari gruppi di frequenze per cui il prodotto considerato è o positivo (attenuazione nulla) ovvero negativo (attenuazione non nulla).

Data la natura ed i limiti di questa Relazione non è possibile addentrarsi nell'argomento, che per esser ben compreso deve essere studiato col sussidio della analisi matematica. Le curve e gli schemi seguenti (fig. 44) costituiscono una efficace illustrazione di quanto sopra si è detto in merito ai filtri.

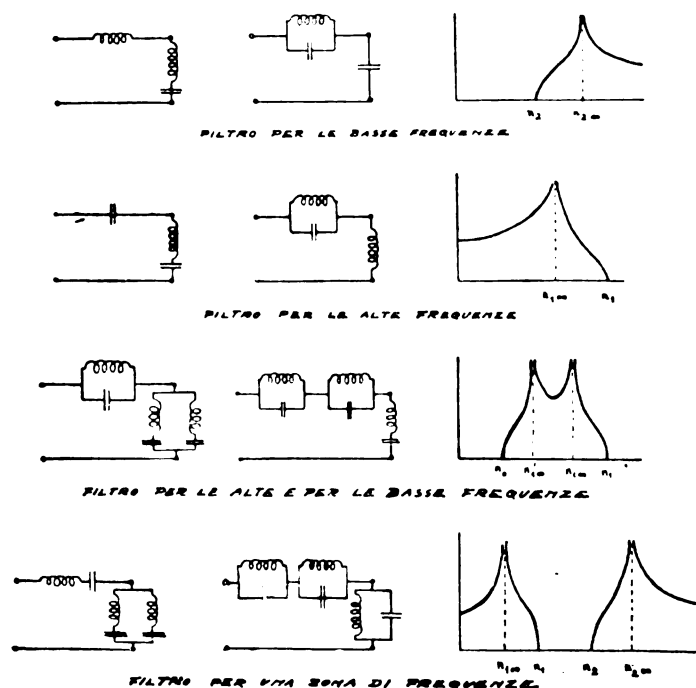


Fig. 44. — Vari tipi di filtri.

Gli schemi a sinistra rappresentano rispettivamente i tipi degli elementi costituenti i filtri destinati a far passare correnti di bassa frequenza (filtro passa-basso); di alta frequenza (filtro passa-alto); di bassa e di alta frequenza (filtro di eliminazione); di frequenza intermedia (filtro di zona).

Le curve a destra danno con le loro ordinate grandezze proporzionali agli smorzamenti corrispondenti alle varie frequenze portate sull'asse delle ascisse.

#### § 11. — I progressi realizzati nella telefonia a grande distanza mercé l'impiego della valvola termoionica e le difficoltà che si oppongono al raggiungimento di più grandi portate.

Si è già accennato che prima della introduzione della valvola si erano raggiunte sui cavi pupinizzati distanze dell'ordine di 800 km (il cavo Washington-New York-Boston era lungo 764 km) mercé l'impiego di conduttori di grosso diametro (sino a 2,6 mm in America per il cavo ricordato) i quali rendevano gli impianti soverchiamente costosi. Con le linee aeree si erano ottenute più lunghe portate (2000 km circa in Europa con la linea pupinizzata Roma-Berlino, costituita da filo di bronzo del diametro di mm 4,5 che fu ultimata nel 1914 e che a causa della guerra non poté essere aperta all'esercizio; 3200 km in America con la linea New York-Denver costituita da filo di rame duro del diametro di mm 4,1).

Però con linee aeree pupinizzate così lunghe un regolare ed ottimo servizio non può essere assicurato principalmente perchè, a causa del basso isolamento da cui dette linee sono spesso affette, il valore utile dell'induttanza deve essere mante-

nuto relativamente basso (20 millihenry per km in corrispondenza di un isolamento di 2 Megohm per km per conduttori di grosso diametro); ragione per cui la costante di smorzamento totale del circuito viene a risultare relativamente grande (circa 1,6 per 1000 km) non ostante la piccola resistenza elettrica dei conduttori, la quale per altro non giova diminuire ulteriormente. E se l'isolamento, come avviene nei giorni di pioggia e di nebbia, scende al disotto di quello assunto per il calcolo dell'induttanza, la costante di smorzamento aumenta in modo rilevante sino a diventare sei o sette volte più grande (qualora l'isolamento di una linea pupinizzata in bronzo di mm 4,5 avente una induttanza di 20 mh per km scendesse da 2 Megohm ad 1/10 di Megohm la sua costante di smorzamento aumenterebbe da 1,3 a 10,8 per 1000 km).

Si è appunto a causa di questa instabilità elettrica delle linee aeree pupinizzate e dei guasti frequenti a cui le linee aeree in genere vanno soggette che i tecnici si sforzano da anni di rendere adatti alla telefonia a grande distanza i cavi aerei o sotterranei, i quali, oltre a garantire meglio la continuità e la regolarità del servizio, riescono, come si è detto, più economici allorché il numero dei circuiti occorrenti fra i centri da collegare è sufficientemente grande.

Or quali modificazioni il ripetitore termoionico ha prodotto nella tecnica e quali vantaggi ha permesso di conseguire?

Osserviamo anzitutto che l'uso dei ripetitori nei cavi interurbani ha reso possibile l'impiego di conduttori di più piccolo diametro, il che costituisce un grande vantaggio dal punto di vista economico. E' necessario però che tali cavi siano pur sempre pupinizzati, in quanto, indipendentemente dalla minore attenuazione la quale consente un maggior distanziamento dei ripetitori (ciò che può riuscire tecnicamente ed economicamente vantaggioso) essi permettono la trasmissione della parola senza distorsione: distorsione che invece si manifesterebbe in modo rilevante qualora si impiegassero i cavi ordinari a causa della piccola induttanza e della grande capacità di questi.

Attualmente vengono generalmente impiegati in base a ragioni tecniche ed economiche conduttori del diametro di mm 0,9 per i circuiti a 4 fili ed 1,3 per i circuiti a due fili (tali sono i diametri adottati dalla Western, mentre la Siemens adotta conduttori di mm 0,9 ed 1,4).

Quanto alle linee aeree, si è riconosciuto che l'uso di amplificatori è incompatibile con la pupinizzazione: e ciò a causa della grande influenza che ha sulle linee pupinizzate la variazione di isolamento e della conseguente difficoltà di equilibrare la linea reale con la linea artificiale, impiegata nel dispositivo amplificatore: equilibrio indispensabile per il regolare funzionamento dei ripetitori. Questi vanno dunque impiegati nelle linee aeree non pupinizzate, (che per altro a causa della non piccolissima induttanza e della piccola capacità non introducono distorsione); ed è ammesso che basti adottare il diametro di mm 3 per i conduttori in filo di rame e di bronzo fosforato ad alta conducibilità. Rimarrebbe perciò in generale inutile adoperare fili di più grosso diametro, come quelli di mm 3,5; 4,5 che prima venivano usati: ciò che rappresenta un rilevante vantaggio economico.

Ma è possibile raggiungere con l'impiego dei ripetitori qualsiasi distanza?

In merito a tale importante questione conviene mostrare le barriere che la teoria e l'esperienza hanno messo in evidenza.

a) Limitazione imposta dagli effetti di mutua induzione (crosstalk o diafonia).

E' risaputo che, specie per effetto della induzione elettrostatica, la conversazione trasmessa in un circuito può essere ricevuta, per quanto in modo molto più debole, in un altro circuito vicino. Tale effetto è maggiore nelle linee aeree, minore nei cavi, nei quali tuttavia, non ostante gli accorgimenti accennati nel § 4, l'inconveniente non può essere totalmente eliminato, talchè la trasmissione per induzione da un circuito ad un altro vicino può essere considerata come effettuantesi su un circuito diretto avente una costante di smorzamento non maggiore di 7 ad 8; valore questo, che misura la diafonia, che è soltanto di tre volte maggiore di quello (2,5) che era ammesso in Europa per i circuiti interurbani, prima della introduzione degli amplificatori, come limite pratico per una buona conversazione ed è di circa sei volte maggiore del limite attualmente assunto (1,3).

E' da notare che il valore indicato della diafonia consente ancora di comprendere qualche parola del discorso. Questo fenomeno viene naturalmente esaltato con l'aumentare del potenziale generato dagli organi di trasmissione o di ripetizione; per cui è gioco forza rinunciare alla utilizzazione di tutta la potenza

che i ripetitori stessi potrebbero produrre. Lo stesso fenomeno impedisce altresì di inserire i ripetitori a grande distanza e di farli funzionare con piccole tensioni di griglia giacchè essi allora potrebbero essere azionati dalle correnti indotte provocate dai circuiti telegrafici e telefonici vicini o da linee di trasmissione di grande potenza. In particolare è da tener conto che, venendo i ripetitori dei vari circuiti di uno stesso cavo generalmente collocati nella medesima stazione, potrebbe verificarsi che le correnti della voce azionanti il ripetitore destinato ad amplificarle fossero dello stesso ordine di grandezza di quelle indotte agenti su di esso e dovute alle correnti amplificate di un ripetitore inserito sopra un circuito vicino. Lo effetto di crosstalk potrebbe essere rilevante. L'inconveniente si manifesta specialmente nei circuiti a quattro fili siccome quelli nei quali gli amplificatori lavorano con la maggiore potenza e viene ridotto curando che i circuiti componenti a due fili i quali trasportano le correnti della voce in un senso non rimangano vicini a quelli che trasportano la corrente in senso contrario, ovvero che gli uni sieno elettricamente schermati rispetto agli altri. Le esigenze dipendenti dal crosstalk debbono essere tenute ben presenti dall'ingegnere che progetta la formazione di un cavo ossia la conveniente distribuzione nella sezione di esso delle coppie da 0,9 o da 1,3 mm destinate alla costituzione di circuiti semplici e combinati a due od a quattro fili.

b) Limitazione imposta dalla ineguaglianza delle impedenze della linea reale e della linea artificiale.

Come già si disse nel § 6 affinché non si manifesti l'inconveniente del fischio negli amplificatori è necessario che le impedenze dei tratti di linea misurate ad ovest e ad est del punto in cui viene inserito l'amplificatore siano uguali a quelle delle corrispondenti linee artificiali. Ora tale eguaglianza è difficile raggiungere in modo rigoroso per tutte le frequenze più importanti della parola in quanto la impedenza della linea reale, specie quanto questa non è uniforme, è una funzione così complessa della frequenza da non potersi facilmente rendere eguale a quella di una linea artificiale di non elevato costo e costituita da resistenze, induttanze e capacità localizzate.

La difficoltà aumenta allorché trattasi di linee aeree pupinizzate, nelle quali la impedenza varia sensibilmente con l'isolamento. In tali casi la linea artificiale dovrebbe essere continuamente corretta, il che non è praticamente possibile. Come già si osservò, questa è appunto la ragione per la quale gli amplificatori non possono essere impiegati sulle linee aeree pupinizzate, e per cui quindi non conviene più inserire rochetti Pupin sulle linee aeree.

Ma anche quando l'isolamento è costante come nel caso dei cavi (i quali debbono pupinizzarsi per poter essere impiegati nella telefonia interurbana) la uguaglianza delle impedenze non può essere raggiunta in modo perfetto e ciò a causa della non uniformità del circuito dovuta ad inevitabili differenze dei valori delle costanti dei rochetti Pupin e della distanza a cui questi devono essere collocati, valori che non possono essere mantenuti costanti. Anche solo in conseguenza di siffatte irregolarità, la possibile amplificazione (rapporto fra le energie emesse e assorbite dal ripetitore) non può esser superiore a quella misurata dal rapporto fra le energie alla origine ed alla fine di un cavo standard lungo 25 miglia inglesi, la cui costante di smorzamento è di circa 2,7; il che significa che detta amplificazione non può essere superiore a quella corrispondente al decremento di costante di smorzamento che si otterrebbe qualora non facendo uso di amplificatori, si sopprimesse una parte del circuito corrispondente a 25 miglia di detto cavo. Siffatto limite può però di molto ridursi allorché la non uniformità del circuito si presenta in misura maggiore di quella sopra considerata od allorché nel circuito stesso sono inseriti apparecchi, la cui impedenza è diversa dalla impedenza caratteristica del circuito. Si comprende allora come nei punti in cui la impedenza caratteristica è discontinua ed in particolare in quelli sui quali trovansi inseriti i ripetitori si generino delle riflessioni che non potendo essere sufficientemente compensate mediante l'uso della linea artificiale debbono essere diminuite, diminuendo l'amplificazione del ripetitore. Si è costretti così a ridurre l'amplificazione ad un valore che varia con le peculiarità del circuito e che generalmente corrisponde a circa 15 miglia di cavo standard.

c) Limitazione imposta dagli effetti di eco.

Allorché, all'origine di un circuito telefonico uniforme, viene impressa la f. e. m. generata dal microfono, si manifestano, come è noto, correnti telefoniche le quali, dopo aver subito una certa attenuazione vanno ad azionare il ricevitore inserito all'altra estremità del circuito.

Poichè però questo in tale estremo presenta una disconti-

nuità in quanto la sua impedenza caratteristica è generalmente diversa dalla impedenza del dispositivo di ricezione, ne risulta che una parte soltanto delle correnti viene assorbita dal ricevitore telefonico, mentre l'altra parte viene riflessa e può far funzionare il telefono connesso all'apparecchio di trasmissione. Anche questo apparecchio costituisce una discontinuità e perciò le correnti riflesse ora ora considerate che ad esso pervengono sono a loro volta riflesse ed indi ricevute nel telefono dell'apparecchio corrispondente.

Per quanto tale processo si possa immaginare come indefinito, pure esso ha praticamente un termine, in quanto le correnti successivamente riflesse subiscono una così grande attenuazione e diventano così piccole da risultare improduttive di effetto.

In merito alle conseguenze di siffatto fenomeno è da osservare che, se la velocità di propagazione è sufficientemente grande (molto prossima alla velocità della luce, come si verifica nei circuiti in filo di bronzo) e se il circuito non è molto lungo, gli effetti delle correnti trasmesse e riflesse si succedono nel tempo tanto rapidamente da non essere avvertiti dai due corrispondenti che conversano, così come chi parla non avverte l'effetto delle correnti prodotte dalla propria voce sul suo ricevitore telefonico. Ma se a causa insieme della limitata velocità di propagazione e della considerevole lunghezza dei circuiti gli effetti suddetti sono separati da intervalli di tempo non piccoli, allora questi non sfuggono all'orecchio dei due corrispondenti, i quali da essi rimangono notevolmente frastornati e distratti. In particolare chi parla avrà l'impressione di essere continuamente interrotto da voci, le quali non sono altro che la riproduzione della propria voce. E' questo appunto il fenomeno che si è chiamato fenomeno di eco.

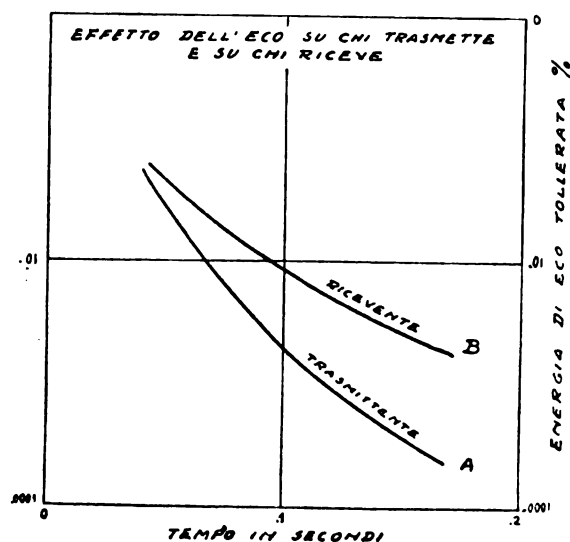


Fig. 45. — Effetto dell'eco.

Si comprende dopo ciò come tale fenomeno possa più facilmente presentarsi nei circuiti dotati di ripetitori, in quanto per tali circuiti, che sono generalmente pupinizzati, la velocità di propagazione è relativamente piccola, in quanto altresì i ripetitori sono causa di riflessioni, costituendo essi delle discontinuità, ed in quanto infine le correnti riflesse, a causa della piccola costante di attenuazione dei circuiti pupinizzati nonché della amplificazione prodotta dai ripetitori, possono assumere valori non piccoli. Giova rilevare che nei circuiti a quattro fili (v. fig. 29) le riflessioni prevalenti sono quelle prodotte dai rispettivi terminali in conseguenza dell'imperfetto equilibrio fra la linea artificiale e la linea dell'abbonato; mentre nei circuiti a due fili sono sorgenti di riflessione oltre che gli apparecchi estremi, anche i diversi ripetitori, a causa della imperfezione di equilibrio fra le linee artificiali e le corrispondenti linee reali.

Evidentemente gli effetti di eco dipendono così dalla energia prodotta dalle riflessioni e raccolta dai ricevitori come dall'intervallo di tempo che intercede fra la trasmissione (per chi parla) o la ricezione (per chi ascolta) ed il sopraggiungere delle correnti di eco.

Più grande è questo intervallo di tempo e più piccola è la energia dovuta all'eco che può senza inconvenienti essere tollerata, più piccolo è il primo e più grande è la seconda. Le curve della fig. 45 mostrano la tolleranza per gli effetti di eco di chi parla e di chi ascolta in funzione dell'intervallo di tempo su menzionato. Le ascisse rappresentano detti intervalli espres-

si in secondi, le ordinate rappresentano per la curva *a*) le potenze massime dovute agli effetti di eco, che possono esser tollerate dall'orecchio di chi parla, espresse tali potenze in percentuali della potenza direttamente trasmessa, mentre per la curva *b*) rappresentano le corrispondenti potenze tollerate dall'orecchio di chi ascolta, espresse in percentuali della potenza ricevuta.

La pratica ha dimostrato che per ovviare ai dannosi effetti di eco si rende necessario aumentare la velocità di propagazione della elettricità nel circuito. In proposito è da osservare che detta velocità nei circuiti pupinizzati è con grande approssimazione espressa per tutte le frequenze dalla inversa della radice quadrata del prodotto della induttanza per la capacità chilometrica, per cui, non essendo possibile diminuire la capacità, occorre, per aumentare la velocità di propagazione, diminuire la induttanza. Si è perciò che in America, dove per i circuiti interurbani venivano impiegati cavi pupinizzati dotati di media induttanza (0,097 Henry per km), vengono ora impiegati cavi dotati di più piccola induttanza (circa 1/4 di quella indicata ossia di 0,024 Henry per km), con che la velocità di propagazione nei secondi è doppia di quella che si ha nei primi. Tale velocità, essendo la capacità dei circuiti uguale a circa 0,041 microfarad per km, risulta di 16.000 km per i primi e di 32.000 km per i secondi. Diminuendo la induttanza viene però aumentata la costante di smorzamento e per conseguenza deve essere aumentato il numero dei ripetitori, ciò che aumenta il numero delle riflessioni.

L'aumento della velocità di propagazione è tuttavia, rispetto ai fenomeni di eco, benefica al punto da far accettare gli inconvenienti ora accennati. E' da aggiungere che la frequenza propria dei circuiti dotati di piccola induttanza è molto alta, per cui è molto ampia la gamma delle frequenze per le quali la costante di smorzamento si mantiene costante. Le curve della figura 46 mettono bene in rilievo tale circostanza.

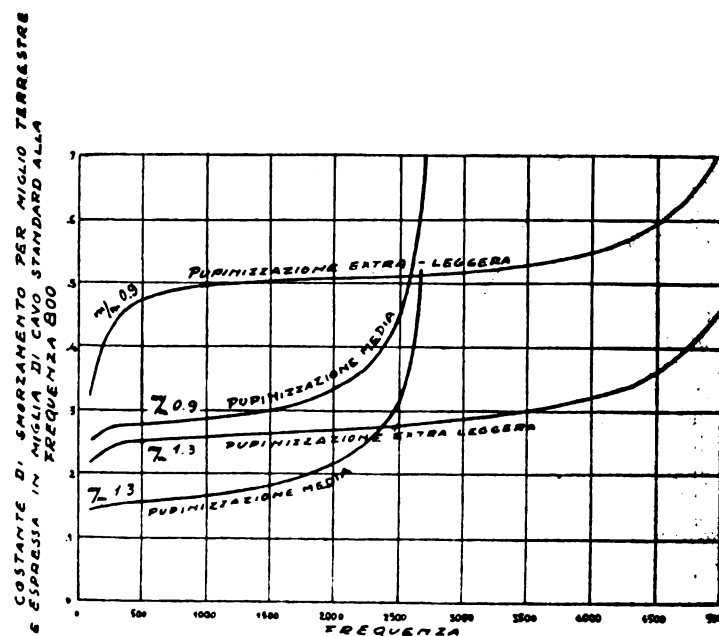


Fig. 46. — Attenuazione di circuiti reali di cavi pupinizzati.

In merito a tale argomento, giova notare che la velocità di propagazione nelle linee aeree è molto superiore a quella dei cavi. Nelle linee aeree in filo di bronzo che hanno una induttanza di circa 2 millihenry ed una capacità di circa sei millesimi di microfarad, la velocità di propagazione per frequenze elevate è di circa 290 mila chilometri.

Questa è una delle ragioni per cui nei lunghi circuiti aerei non si sono avvertiti fenomeni di eco. Da questo punto di vista l'impiego delle linee aeree sarebbe più vantaggioso dei cavi, ove in favore di questi non militassero ragioni di stabilità elettrica, di economia e di sicurezza di esercizio.

Non è da ritenere che con gli illustrati tipi di cavo si possa corrispondere a qualsiasi distanza, giacché le esperienze eseguite hanno messo in luce la impossibilità, pure adoperando circuiti a 4 fili, di poter corrispondere ad una distanza superiore ai 1600 km.

Per superare maggiori distanze, è necessario inserire ap-

parecchi speciali, i cosiddetti soppressori di eco, di cui ritengo opportuno dare un breve cenno.

Riferiamoci allo schema della fig. 29, che per comodità del lettore è riportato nella Fig. 47; schema relativo ai circuiti a

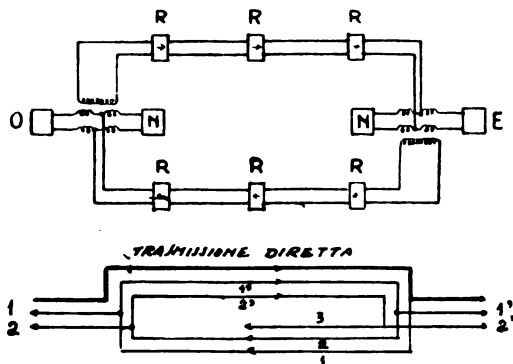


Fig. 47. — Correnti di eco nei circuiti a 4 fili.

4 fili, che vengono adoperati per grandissime portate e nelle condizioni quindi in cui l'effetto di eco diventa rilevante. Giusta quanto si è accennato innanzi, una corrente di conversazione partente dall'apparecchio trasmettente attraversa il circuito superiore, arriva al dispositivo terminale e si divide nei punti di derivazione in due parti, una dirigendosi verso l'apparecchio ricevente *E* l'altra verso la linea artificiale di equilibrio *N*. Se le due parti del dispositivo terminale *Est* (a sinistra ed a destra dei punti di derivazione) hanno la stessa impedenza, ossia se l'equilibrio è perfetto, la tensione indotta nel 3° avvolgimento del trasformatore inserito nel circuito inferiore è nulla e nessuna corrente in questo si genera; ma se l'equilibrio non è perfetto e ciò praticamente avviene anche perchè le linee di abonato hanno lunghezza e quindi impedenza diversa, allora una tensione indotta si produrrà su detto 3° avvolgimento e si genererà quindi una corrente la quale percorrerà il circuito inferiore e, dopo essersi amplificata, arriverà come 1ª corrente di eco a chi ha parlato. A causa dell'imperfetto equilibrio delle due parti del dispositivo terminale *Ovest*, tale prima corrente di eco produrrà una tensione indotta sul 3° avvolgimento del trasformatore connesso al circuito superiore, la quale a sua volta genererà in tale circuito una corrente che arriverà come 1ª corrente di eco a chi ascolta. Il processo dura indefinitamente, per quanto le successive correnti di eco diventino sempre più deboli e sempre meno perturbanti.

Nella Fig. 47 in basso, sono indicate la corrente di trasmissione nonché le prime, seconde, terze correnti di eco azionanti i ricevitori telefonici dei due corrispondenti, quello che parla e quello che ascolta.

Per eliminare una così grave perturbazione si fa uso del cosiddetto soppressore di eco, di cui esistono i seguenti due principali tipi, studiati dalla Western e dalla Siemens.

1. - *Tipo Western.* — La fig. 47-bis mostra l'inserzione dei due elementi eguali costituenti il soppressore d'eco che viene impiantato in una Centrale di amplificazione, elementi dei quali uno è derivato dai due fili del circuito superiore, dopo il ripetitore, l'altro dai due fili del circuito inferiore dopo il ripetitore corrispondente.

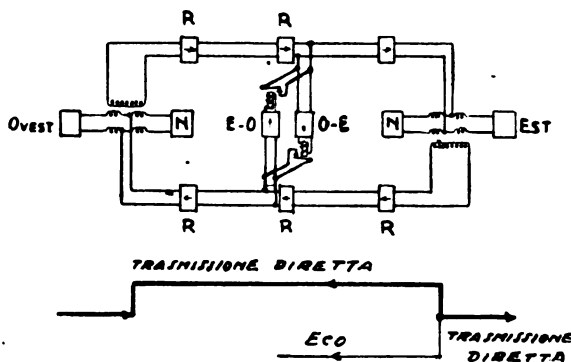


Fig. 47-bis. — Inserzione dei soppressori di eco.

Ciascun elemento (ossia ciascuna metà del soppressore) è formato da due valvole funzionanti in tandem una come amplificatrice, l'altra come amplificatrice e raddrizzatrice, delle quali la prima che presenta all'entrata una elevata impedenza è

azionata dalla corrente vocale attraversante una delle coppie del circuito a 4 fili. La corrente raddrizzata è inviata nelle spire di un relais, la cui armatura o mette direttamente in corto circuito i due fili della seconda coppia e blocca così la corrente di eco, ovvero comanda altri relais destinati a provocare tale corto circuito: contemporaneamente sono messi in corto circuito i due fili d'entrata dell'altro elemento del soppressore di eco, il quale è posto in condizione di non poter funzionare e di non poter interrompere la trasmissione che si sta effettuando.

Un certo numero di soppressori d'eco di questo tipo sono impiantati ad Harrisburg Pa negli Stati Uniti e sono attualmente in servizio sopra un gruppo di circuiti a 4 fili.

2. - *Tipo Siemens.* — Nel soppressore tipo Siemens non si fa uso di relais meccanici, ma si utilizzano fenomeni puramente elettrici. La inserzione del soppressore nel circuito a 4 fili è indicata nella fig. 48 in cui i rettangoli  $V_1$  e  $V_3$  rappre-

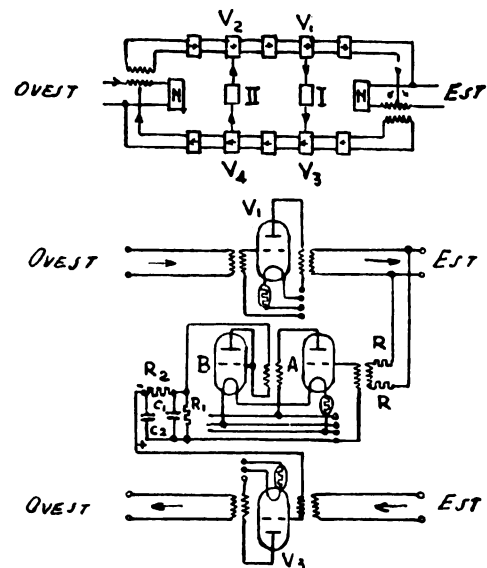


Fig. 48. — Schema di inserzione dei soppressori d'eco.

sentano un gruppo di due ripetitori, per un circuito a 4 fili (uno per la coppia superiore, l'altro per la coppia inferiore) ubicati naturalmente nella medesima Centrale amplificatrice:  $V_2$  e  $V_4$  rappresentano un altro gruppo di due ripetitori impiantato in un'altra Stazione amplificatrice. I rettangoli I e II rappresentano due soppressori di eco di cui l'uno serve a bloccare le correnti di eco circolanti in uno dei circuiti a 2 fili, l'altro a bloccare le correnti di eco circolanti nel secondo circuito a 2 fili.

Ciascun soppressore di eco è costituito essenzialmente dall'insieme di due valvole, la prima amplificatrice, la seconda raddrizzatrice.

Nella fig. 48 è rappresentato il soppressore I e la sua inserzione nel circuito a 4 fili. Il trasformatore di entrata della valvola amplificatrice del soppressore è derivato dalla coppia superiore ed alimentato dalle correnti vocali dopo che queste sono state rinforzate dal ripetitore  $V_1$ . All'ingresso del trasformatore sono inserite due resistenze  $R$  che servono a regolare la sensibilità del soppressore ed a limitare a 0.05 l'incremento di costante d'attenuazione del circuito di trasmissione dovuto alla derivazione della corrente vocale. Il trasformatore medesimo ha una frequenza propria di 800 il che impedisce che il soppressore funzioni sotto l'azione di correnti perturbatrici, le quali in generale hanno una frequenza inferiore a 500.

Le correnti telefoniche raddrizzate dalla seconda valvola generano all'uscita una tensione continua di circa 40 volt, la quale serve a spostare nella zona negativa il potenziale di griglia del triodo del ripetitore  $V_3$ , in modo che tale triodo non funziona più da amplificatore, e perciò le correnti di eco rimangono bloccate.

Detta valvola raddrizzatrice è chiusa sopra un dispositivo ritardatore costituito dalle resistenze  $R_1$ ,  $R_2$  e dalle capacità  $C_1$  e  $C_2$ , su cui è presa la tensione continua per lo spostamento innanzi accennato del potenziale di griglia.

Tale dispositivo è studiato in guisa che il soppressore non funzioni bruscamente, giacchè altrimenti si produrrebbe un impulso perturbatore nel circuito di ritorno, ed in guisa altresì che il soppressore blocchi e sblocchi tempestivamente la valvola del ripetitore  $V_3$ , e cioè la blocchi prima che sia arrivata la corrente di eco, e la sblocchi dopo. Se si indicano con  $t_1$  e  $t_2$  i tempi, in cui debbono essere effettuati il blocco e lo



sblocco e con  $t_0$  il tempo che le correnti di conversazione impiegano per andare da  $V_1$  a  $V_2$  (contati questi tempi a partire dall'istante in cui le correnti di conversazione arrivano in  $V_1$ ) deve essere evidentemente  $t_1 < t_0 < t_2$ .

piccolo, questi termini cosiddetti transitori diventano trascurabili, talchè rimangono soltanto le oscillazioni forzate e si passa così dallo stato variabile allo stato di regime. Un fenomeno della stessa natura si ha quando viene soppressa la f. e. m.; si passa

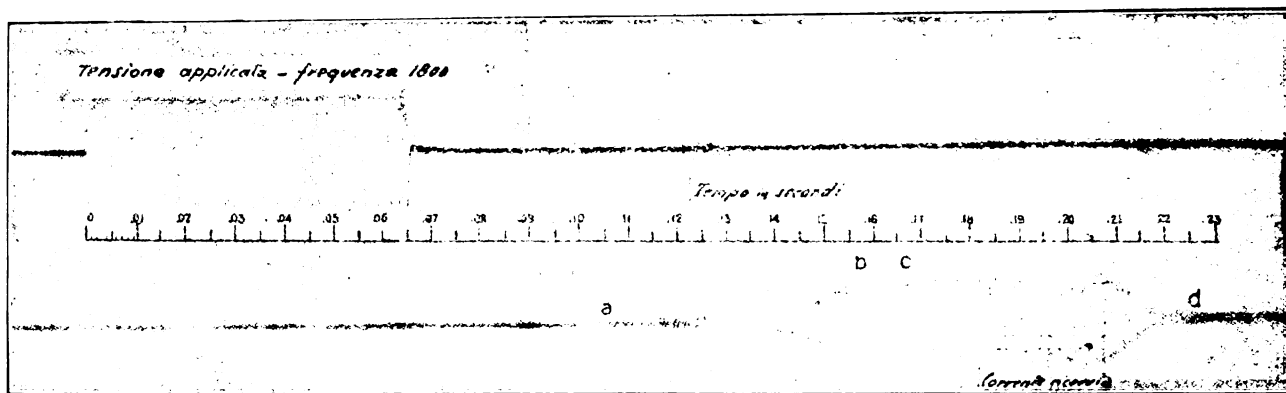


Fig. 49. — Oscillogramma della corrente nel periodo transitorio.

Si è rilevato in base ad esperimenti pratici, che, data la rapidità con cui avviene la conversazione telefonica nei due sensi, il tempo  $t_0$  non può essere superiore a 100 millisecondi: tale valore dà un criterio per determinare la distanza dalle estremità del circuito, alla quale conviene inserire i soppressori.

allora dallo stato di regime allo stato variabile. Fenomeni analoghi si hanno in generale quando in un modo qualsiasi si cambiano le condizioni elettriche del circuito. Ora in una trasmissione telefonica le condizioni iniziali vengono continuamente cambiate durante le conversazioni, in quanto con la pronuncia delle vocali, delle sillabe, delle parole si producono impulsi elet-

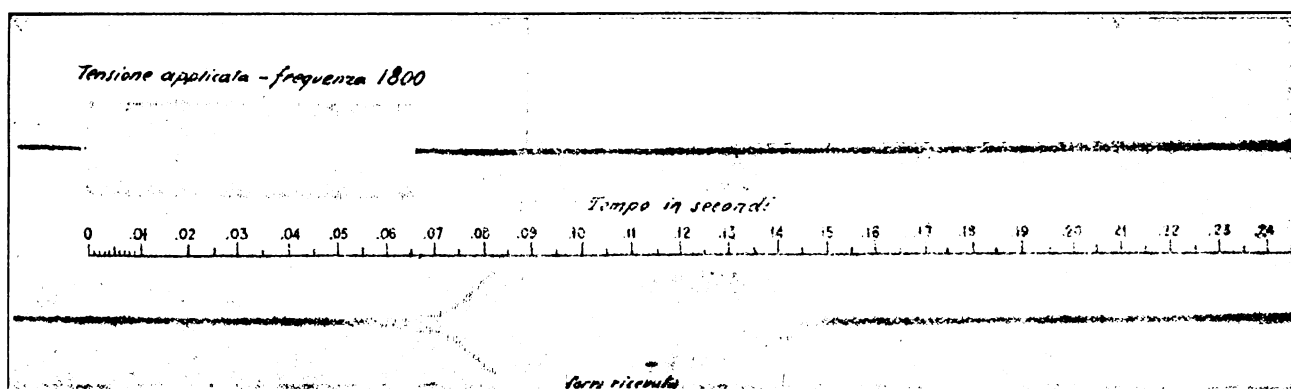


Fig. 50. — Oscillogramma della corrente nel periodo transitorio.

d) Limitazione imposta dal periodo variabile.

Com'è noto, allorché all'origine di una linea elettrica si applica una f. e. m., che, per semplicità di ragionamento, supponiamo una funzione armonica semplice del tempo, il potenziale e la corrente non sono inizialmente espressi soltanto da

trici dovuti a f. e. m. discontinue di diversa forma; e perciò le armoniche forzate corrispondenti alle f. e. m. impresse sono sempre accompagnate da oscillazioni libere. Sino a pochi anni or sono è stato però ammesso che a spiegare i fenomeni della trasmissione telefonica bastasse considerare lo stato di regime

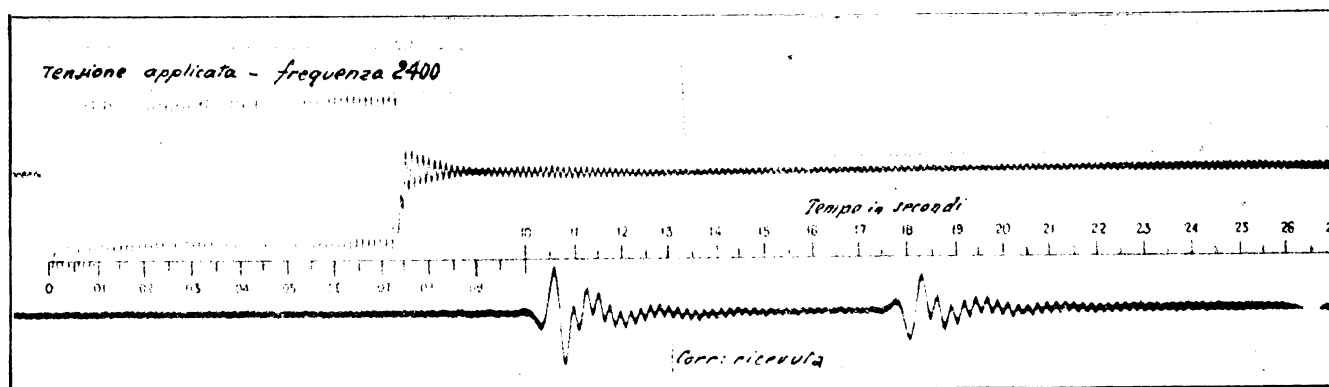


Fig. 51. — Oscillogramma della corrente nel periodo transitorio.

funzioni armoniche della stessa frequenza (corrispondenti alle oscillazioni forzate) ma altresì da un insieme di altre funzioni del tempo in numero infinito, armoniche smorzate di diversa frequenza od aperiodiche, costituenti le oscillazioni libere. Si sa che dopo un certo tempo teoricamente infinito ma praticamente

e non lo stato variabile e ciò specialmente in considerazione che nessuna discrepanza era venuta alla luce fra i risultati pratici della trasmissione telefonica e le conclusioni teoriche dedotte dallo studio del periodo di regime. Tale postulato non corrisponde più alla realtà quando la trasmissione si effettua su cavi di

grande lunghezza, giacchè la durata del periodo variabile risulta allora così lunga da impedire che si raggiunga il periodo di regime e si manifestino oscillazioni forzate in numero sufficiente da impressionare l'orecchio.

Ciò si verifica evidentemente quando la durata dell'impulso elettrico prodotto, in corrispondenza della voce, all'origine della linea e quella del periodo variabile siano dello stesso ordine di grandezza.

L'oscillogramma della fig. 49 ottenuto nei loro esperimenti da tecnici dell'American Telegraph Telephon Cy (vedi A. B. Clark; *Telephon Transmission over long Cable Circuits: The Bell System Technical Journal* Vol. 2, N. 1) mostra chiaramente il fenomeno.

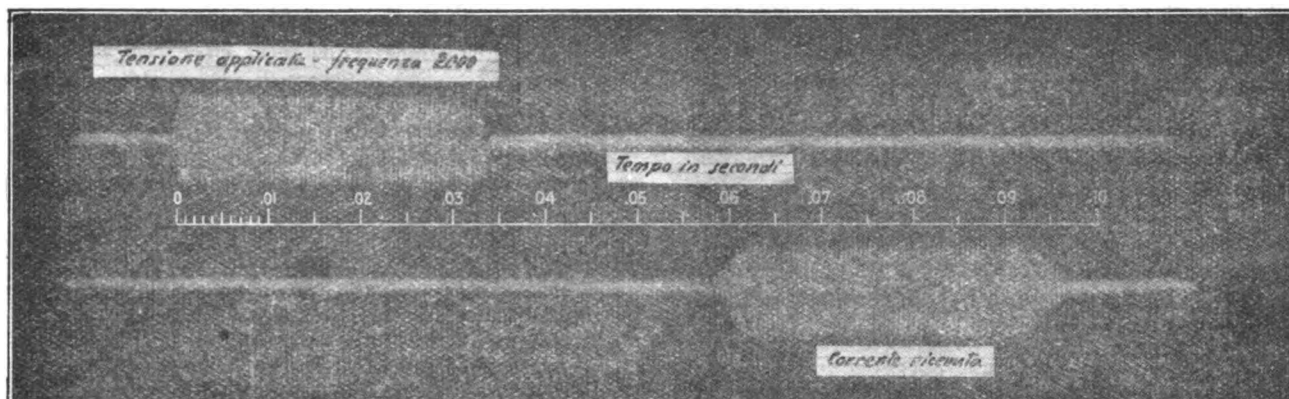


Fig. 52. — Oscillogramma della corrente nel periodo transitorio.

All'origine di un cavo pupinizzato di antico tipo lungo 1700 km (induttanza 88 millihenry per km; distanza fra le bobine km. 2,25, velocità di propagazione circa 16.000 km) è applicata una armonica di frequenza 1800 e vi è mantenuta per la durata di 65 millesimi di secondo; i primi segni della corrente ricevuta si manifestano alla fine del circuito al tempo *a* dopo 100 millesimi di secondo; il periodo variabile termina al tempo *b* dopo esser durato 55 millesimi di secondo; le oscillazioni forzate si manifestano fra i tempi *b* e *c* e cioè durante soli 10 millesimi di secondo. All'istante *c* incomincia il periodo variabile di rottura del circuito essendosi supposto uguale a 65 millesimi di secondo l'applicazione dell'armonica all'origine della linea. Tale periodo variabile di rottura può essere studiato supponendo di aggiungere all'armonica impressa una seconda armonica di ampiezza e di frequenza uguale alla prima, ma di fase opposta, in modo che la tensione applicata risultante sia nulla giusta la ipotesi fatta. Questa seconda armonica darà luogo al termine della linea, ed, a cominciare dall'istante *c*, a correnti di periodo variabile come quelle che si sono manifestate alla chiusura del circuito fra gli istanti *a* e *b*; tali correnti si sovrapporranno a quelle del periodo di regime dando luogo ad una corrente di forma uguale a quella indicata fra *c* e *d*, risultando il tempo compreso fra *c* e *d* uguale a 55 millesimi di secondo. Al principio di questo tempo le correnti di bassa frequenza del periodo variabile producono uno spostamento dell'asse della corrente relativa al periodo di regime, poi la frequenza delle oscillazioni libere si approssima a quella delle oscillazioni forzate producendosi il fenomeno dei battimenti; infine viene raggiunto il periodo di regime per la supposta seconda armonica impressa al principio della linea, ottenendosi la completa opposizione di fase delle correnti dovute alle due armoniche, ciò che produce la totale scomparsa della corrente di arrivo.

Da quanto si è detto risulta che nel circuito considerato, la corrente ricevuta anche nel caso in cui giungesse con sufficiente intensità, sarebbe fortemente distorta.

L'oscillogramma della fig. 50 mostra il fenomeno in un circuito di costanti uguale al precedente, ma di lunghezza metà. Si scorge che il tempo di propagazione è ridotto alla metà, ed alla metà è ridotta la durata del periodo variabile, per cui la distorsione deve riuscire certamente minore.

L'oscillogramma della fig. 51 mostra ciò che avviene quando la frequenza dell'armonica impressa è molto alta: possono in tal modo manifestarsi al termine della linea soltanto oscillazioni libere e nessuna oscillazione forzata.

Da considerazioni sperimentali e teoriche si è desunto che l'effetto ora illustrato dipende dalla durata del periodo variabile ed in un circuito pupinizzato cresce col rapporto della frequenza della armonica trasmessa alla frequenza propria del circuito

stesso: circostanza questa che ha consigliato di diminuire la induttanza aggiunta nei cavi per poter aumentare la frequenza propria, e ciò non ostante il conseguente aumento della costante di smorzamento.

Nei cavi di grande lunghezza che sono ora impiegati (cavi a pupinizzazione extra-leggera) la induttanza è di circa 25 millihenry per km, la pulsazione corrispondente alla frequenza propria è di circa 25.000, e la velocità di propagazione di circa 32 mila chilometri. Tale aumento di velocità giova anche, per quanto si è detto innanzi, alla diminuzione degli effetti di eco.

L'oscillogramma della fig. 52 relativo ad un cavo di questa specie lungo 1700 km all'origine del quale è applicata una armonica di frequenza 2000 mostra che la durata del periodo va-

riabile è molto ridotta, per cui le correnti telefoniche sino a quelle di frequenza 2000 passano con piccolissima distorsione.

Con gli accorgimenti ed i perfezionamenti innanzi indicati si è così riusciti a telefonare sui cavi senza impiego di soppressori di eco sino a 1700 km ed a circa 4000 km su circuiti di cavi esistenti opportunamente collegati mercè l'impiego di tali soppressori. Sarà possibile corrispondere a questa distanza in condizioni regolari di esercizio? E deve questo ritenersi un limite insuperabile?

Il problema è oggetto di indagini specie da parte degli scienziati e dei tecnici dell'American Telegraph Telephon Co. e della Siemens, indagini che mirano a diminuire gli effetti di eco e quelli dei fenomeni transitori. Ben altri ostacoli hanno saputo superare la scienza e la tecnica unite insieme per non sperare che più grandi distanze saranno raggiunte. E la fede in tale convincimento è così grande che estesissime reti interurbane in cavi si sono costruite e si costruiranno negli Stati Uniti d'America ed in Europa.

(Continua).

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

### L' ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate ..... cad. L. 100,—  
più per postali » 10,—

Abbonamento: per il Regno ..... » 100,—  
» per l'Estero ..... » 200,—

Un numero separato: per il Regno ..... » 4,—  
» per l'Estero ..... » 8,—

più per postali » 1,50

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie ..... L. 15,—  
più per postali » 2,—

CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES  
en Italie ..... L. 13,—  
più per postali » 2,—

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.  
Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di  
energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le  
terre redente ..... L. 20,—  
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica  
oi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasforma-  
zione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. » 20,—  
più per postali » 2,50

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.  
MILANO (102) - Via Annunziata, 4.

## ISOLAMENTO E PROVA DEGLI AVVOLGIMENTI

GINO REBORA

### 1. - Macchine rotanti - Prova di tensione tra due conduttori vicini.

La proposta di applicare, in sede di prova, tra i conduttori delle macchine sincrone almeno la intera tensione di esercizio per un minuto fu avanzata dallo scrivente in occasione del Congresso di Napoli (ottobre 1925) e di nuovo illustrata al Congresso di Brescia (settembre 1926). Frattanto il metodo è stato largamente applicato con successo.

Il taglio della matassa di prova e la sistemazione dei capi per rendere possibile l'applicazione della tensione si pratica oggi correntemente senza difficoltà (fig. 1).

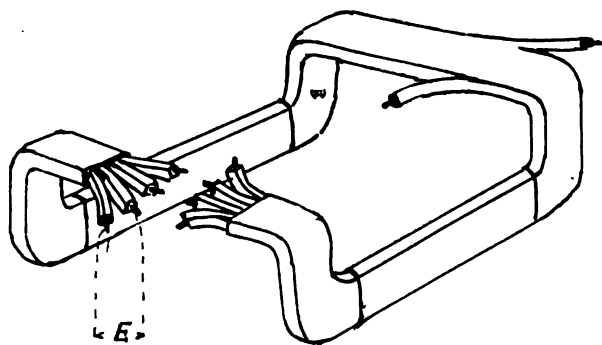


Fig. 1.

Può in qualche caso verificarsi che divaricando i conduttori si alteri un po' la compagine dell'isolamento. Ciò si osserva specie nei conduttori estremi della zona. Ma è anche vero che il fatto si rivela nel caso di isolanti rigidi imbevuti di miscele che induriscono e diventano fragili. Qualità queste non desiderabili.

Distanziati un po' i conduttori l'uno dall'altro è buona cosa calzare su di essi tubetti di micanite o simili per impedire scariche tra i capi durante la prova.

Le condizioni imposte dalla prova dielettrica tra i conduttori non è grave per le macchine grandi e medie.

Il problema diviene più difficile quando si abbia un gran numero di conduttori per canale, cioè nelle piccole macchine ad alta tensione.

In tal caso però il rimedio non consiste nel rinunciare ad un buon isolamento ma bensì nel non fabbricare una macchina che con tutta probabilità riuscirà deficiente.

In altri termini per piccole unità conviene adottare tensioni limitate e se occorre far uso di trasformatore elevatore.

### 2. - Tensione di perforazione.

Dopo la prova dielettrica tra due conduttori che si ripete per diverse coppie, è utile aumentare gradatamente la tensione fino a perforare l'isolante.

Ciò dà un'idea del limite di sicurezza e delle qualità del materiale dielettrico impiegato.

Osservo subito che la perforazione dell'isolante è fenomeno assai complesso ed ancora ricco di incognite.

Il valore della tensione che provoca la scarica distruttiva è, fra l'altro, funzione del tempo. Quindi se la variazione di tensione è fatta più o meno rapidamente si avrà la scarica a valori diversi di tensione. I confronti e le conclusioni riusciranno incerti.

Una regola consigliabile per ora è quella di salire colla tensione in modo continuo ed uniforme con un ritmo che permetta la tranquilla lettura del voltmetro.

È bene in ogni caso contare i secondi (a partire dalla applicazione della tensione di prova dopo i quali avviene l'arco. Tanto più lungo è il tempo, a parità di tensione, tanto più favorevole è il giudizio sulle qualità dell'isolamento.

Il rapporto:  $\frac{\text{tensione di perforazione}}{\text{tensione normale di prova}}$  nel corso di molte

esperienze mi è risultato variabile tra 1,3 e 3, con una buona media intorno a  $1,5 \div 2$ . (E ciò tanto in aria quanto in olio). Sottoponendo a tensione diverse coppie di conduttori l'omogeneità dei risultati sta ad indicare corretta esecuzione e buona condotta della esperienza.

### 3. - Durata della prova.

È noto che la rigidità degli isolanti varia col tempo di applicazione della tensione. Un isolante può sostenere una data d.d.p. senza esser perforato purchè la durata sia brevissima.

E si sa che se il tempo è dell'ordine dei microsecondi, gli isolanti possono resistere a tensioni che non potrebbero in nessun modo sostenere nemmeno per qualche secondo. A questa fortunata proprietà si deve spesso il buon comportamento dei nostri apparecchi e macchinari in occasione di certi fenomeni transitori.

Quando si viene a fissare il tempo delle prove, i dubbi si affacciano. Noi applichiamo oggi, di regola, tensione alternata per un certo tempo. È difficile intanto stabilire in ogni caso una equivalenza tra l'effetto di una tensione alternata sinusoidale applicata per un dato numero di secondi e l'effetto di un impulso o dei transitori in genere dai quali vogliamo proteggerci.

Nella pratica applicazione la durata della esperienza non può essere eccessivamente breve perchè si va incontro ad impossibilità materiali: tempo necessario per aumentare la tensione, tempo per leggere gli strumenti.

Pur riconoscendo che la prova a pari tempo è tanto più grave quanto maggiore è la tensione, ed a pari tensione quanto più lungo è il tempo (almeno entro certi limiti) mi sembra che per ora, in attesa di meglio, convenga per ragioni sperimentali attenersi a tempi di applicazione della tensione non troppo brevi.

È preferibile in pratica la prova di 60 sec. con tensione eventualmente un po' ridotta all'uso di una tensione più elevata applicata per qualche secondo. Per le macchine rotanti, sincrone ed asincrone qui considerate si può ritenere come accettabile la durata di 60 secondi.

### 4. - Norme per macchine sincrone ed asincrone.

Passando dalle considerazioni tecniche generali all'«Norme» da imporre ai Costruttori si riconosce l'opportunità di qualche limitazione, di valore eventualmente anche transitorio.

Molti tecnici sono d'accordo sulla base seguente:

— Macchine sincrone da 3000 kVA ed oltre: Prova tra due conduttori alla tensione  $E$  di macchina per la durata di 60 secondi.

— Macchine asincrone da 3000 kVA ed oltre: Prova tra due conduttori alla tensione  $E$  per la prima bobina. Alla tensione  $0,5 E$  per le altre. Durata 60 sec.

Le più grandi macchine asincrone probabilmente potranno essere con vantaggio assimilate alle sincrone agli effetti della prova.

### 5. - Trasformatori - Prova di tensione tra due spire vicine.

I concetti svolti per le macchine rotanti la tensione delle quali è limitata a 12.000 volt, valgono anche per i trasformatori a qualsiasi tensione.

Anche per essi l'esperienza è concorde nel segnalare che i guasti hanno nella maggior parte dei casi origine in una scarica tra spire vicine. Necessità quindi di isolarle meglio.

Si potrebbe avanzare a questo proposito qualche obiezione pregiudiziale.

L'isolamento rinforzato lungo tutto l'avvolgimento, per sè desiderabile, porta nel caso di altissime tensioni a proporzioni inaccettabili per il trasformatore, dato il grande spazio occupato dall'isolante in confronto al rame.

L'isolamento rinforzato solo per poche spire all'ingresso della linea è sempre fattibile, ma ci si può domandare a quante spire esso vada esteso. Ed esprimendoci in % riferito al numero totale di spire per nucleo ci si può chiedere se basti l'1 % o se neanche il 10 % sia sufficiente.

Non è assodato in modo definitivo fin dove la penetrazione sia in ogni caso temibile.

È un fatto che i guasti avvengono assai spesso agli ingressi.

Quindi l'isolamento rinforzato va fatto all'inizio della fase

per le connessioni a stella, e ad entrambi i capi per il triangolo.

Non infrequenti però sono anche gli effetti di sopratensione nelle spire presso il neutro. Quindi la opportunità di rinforzare l'isolamento ad ambedue i capi della fase, qualunque sia il tipo di collegamento.

Per le tensioni basse non è grave problema commisurare l'isolamento tra le spire, in modo da renderlo atto a resistere a tutta la tensione di servizio del trasformatore anche lungo tutto quanto l'avvolgimento.

Per le tensioni più elevate la questione assume invece ben altro aspetto.

## 6. - Compromesso pratico - Norme per trasformatori.

Per ora, come tentativo di conciliazione tra esigenze economiche e tecniche, in attesa di conoscere meglio i fenomeni dai quali tentiamo difenderci si ritiene sufficiente un certo isolamento scalare, decrescente a cominciare dai capi della fase.

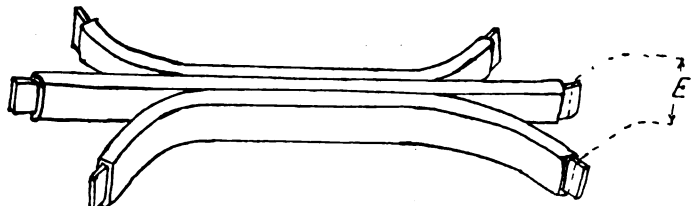


Fig. 2

La obiezione che un isolamento maggiore per le prime spire creando tra di esse una diminuita capacità elettrica provoca un aumento di sollecitazione tra le spire più isolate non deve sconsigliare un rinforzo di isolamento, poichè sta di fatto che se non si isolano maggiormente le prime spire il trasformatore si mostra assai spesso in condizioni di inferiorità.

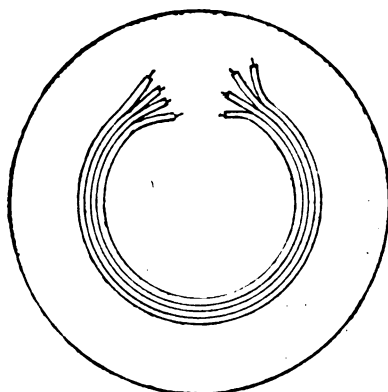
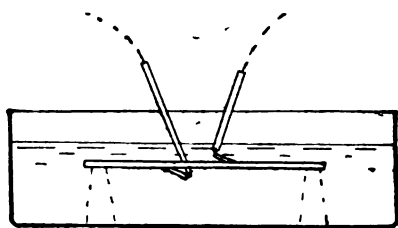


Fig. 3.

Una proposta, sia pure provvisoria, ma che darebbe modo di consolidare l'esperienza e portare a prescrizioni più precise, è la seguente.

*Trasformatori di 3000 kVA ed oltre  
(Collegamento stella o triangolo).*

% delle spire totali	Tensione di prova	Durata della prova in secondi
1 %	E	10
9 %	0,5 E	30
80 %	0,25 E	60
9 %	0,5 E	30
1 %	E	10

Oppure come variante per la « stella » :

% delle spire totali	Tensione di prova	Durata della prova in secondi
1 %	E	10
9 %	0,5 E	30
85 %	0,25 E	60
4 %	0,5 E	30
1 %	E	10

E) tensione di linea — (volt efficaci).

Non mi nascondo che la variabilità delle tensioni e dei tempi di prova relativi complica il problema.

I valori delle tabelle esposte si riferiscono a prove su bobine o su elementi « campione » disposti sotto olio ben secco (fig. 2-3) alla temperatura ambiente od a caldo  $80^{\circ} \pm 90^{\circ}$  C. Quest'ultima condizione è sperimentalmente grave e non è provato se differenza apprezzabile vi sia in confronto alla prova a freddo.

## 7. - Costatazioni di laboratorio.

In una serie di ricerche eseguite presso le Officine Tecnomasio Italiano Brown Boveri di Milano nell'aprile 1927 fu impiegato il dispositivo sperimentale rappresentato in figura 4-a, b.

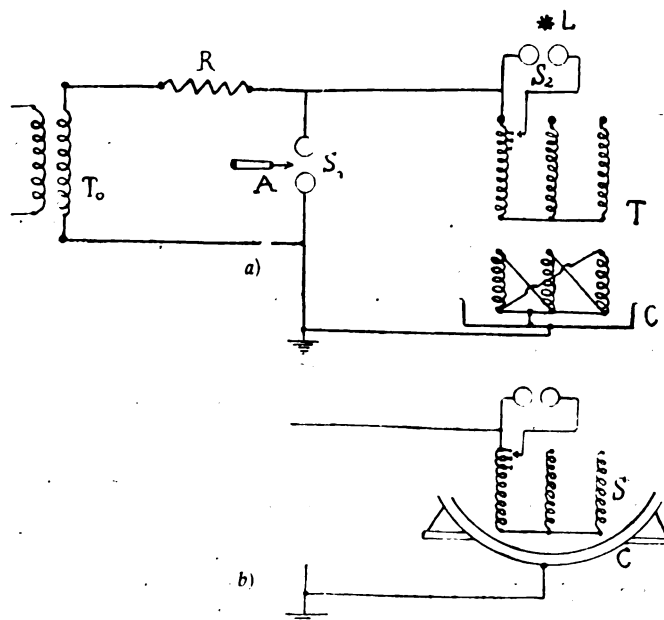


Fig. 4.

Fig. 4-a.

T<sub>0</sub>) Trasformatore alimentatore 10 kVA.

R) Resistenza liquida di 20.000 ohm.

S<sub>1</sub>) Spinterometro a sfere di 62,5 mm di diametro per la misura della tensione applicata.

A) Getto d'aria per soffiare l'arco.

S<sub>2</sub>) Spinterometro a sfere di 62,5 mm di diametro per la misura della sovratensione.

L) Lampada a vapore di mercurio.

T) Trasformatore in prova.

C) Cassone.

Fig. 4-b.

Dispositivo come in a.

S) Avvolgimento statore dell'alternatore in prova.

C) Carcassa alternatore.

Si sottoposero agli effetti di onde a fronte ripido trasformatori ed alternatori.

A titolo di esempio cito tre casi.

E) è la tensione applicata tra un capo e la terra, misurata dallo spinterometro S<sub>1</sub>.

1) Trasformatore trifase in olio 13.000 kVA, 70.600/11.050 volt. Stella-triangolo, 45 periodi.

Avvolgimenti concentrici.

Il primario, sperimentato, costituito da:

N. 3 bobine doppie 2×8 spire (di testa - Isolamento rinforzato).



N. 48 bobine doppie  $2 \times 9$  spire.  
 N. 1 bobina doppia  $2 \times 8$  spire (di centro - Isolamento rinforzato).

Totale spire per fase 928.

Prova:

Tensione ai capi della prima spira =  $0,2 \div 0,25$  E  
 " " " " prima bobina doppia =  $0,5 \div 0,6$  E  
 " " " " seconda " " =  $0,4$  E  
 " " " " ultima " " =  $0,25 \div 0,3$  E

2) Trasformatore trifase in olio 86 kVA, 18.000/270 V, stella - zig-zag, 45 periodi.

Avvolgimenti concentrici.

Il primario, sperimentato, costituito da:

N. 8 bobine doppie  $2 \times 191$  spire.

Totale spire per fase 3056.

Prova:

Tensione ai capi della prima bobina doppia =  $0,95$  E  
 " " " " ultima " " =  $0,25$  E

3) Alternatore trifase 14.000 kVA, 8 poli, 8400 volt,  $42 \div 50$  periodi.

Avvolgimento in 120 canali - 6 conduttori p. canale - Stella doppia (2 metà in parallelo).

Prova: (fig. 4-b).

Tensione ai capi della prima spira =  $0,25$  E  
 " " " " bobina =  $0,75$  E

Per « bobina » si intende quella formata dai conduttori posti in un canale.

## 8. - Osservazioni critiche.

I dati citati vanno considerati quali elementi indicativi di notevole interesse, ma non tali da permettere allo stato attuale degli studi conclusioni generali.

Non va dimenticato che tanto il metodo di produzione quanto quello di misura delle onde a fronte ripido presentano parecchi punti dubbi.

La esperienza poi è stata eseguita con apparecchio di piccola potenza (10 kVA) il che attenua certamente tutti gli effetti distruttivi. Si ammette come dimostrato la equivalenza tra l'azione dell'onda prodotta col dispositivo sperimentale della fig. 4 e quella dei transitori più temibili che si verificano in pratica. Ciò richiede una conferma.

Ammettendo anche nella più favorevole delle ipotesi come buoni i dati riscontrati si vede che le proposte di prova anzi fatte non sono fuori luogo. Bisogna pensare che la tensione di prova deve essere per diverse ragioni notevolmente superiore a quella che può stabilirsi in occasione dei transitori. Ci deve essere innanzi tutto un certo margine di sicurezza. Poi l'esperimento praticato su qualche filo di una matassa deve dare garanzie tanto larghe da far ritenere che in nessuna parte dell'avvolgimento esista un punto debole.

Infine non si deve dimenticare che la prova viene fatta su un avvolgimento nuovo e la macchina deve resistere per anni in condizioni di isolamento che inevitabilmente peggiorano di giorno in giorno.

## 9. - Rilievi sperimentali.

L'osservazione dei fenomeni che intervengono durante le prove degli avvolgimenti in aria ed in olio è feconda di insegnamenti.

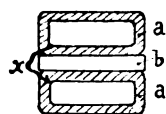


Fig. 5.

L'isolamento tra le spire nei trasformatori e nelle macchine rotanti è fatto di regola mediante isolante applicato essenzialmente in due modi, fig. 5:

- 1) Isolante *a* che fascia completamente il conduttore.
- 2) Isolante *b* tra due conduttori.

Non mi occupo qui dell'isolamento verso massa.

Ho eseguito un notevole numero di prove sottoponendo a d.d.p. alternata a frequenza industriale, due conduttori vicini isolati tra loro come si è detto.

I conduttori facevano parte o di spezzoni preparati quali avvolgimento-campione o di vere matasse finite e poi sezionate.

La prova avveniva in « aria » per i tipi relativi a macchine rotanti e in « olio » a  $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$  C. per quelli appartenenti a trasformatori.

L'isolante *a* può essere:

— cotone (nastro o rivestimento spirale-treccia)

— carta (in strati multipli)

— nastro-mica - micanite - mica negli avvolgimenti in aria.

Oppure infine *a* risulta dalla varia combinazione dei detti materiali.

Lo spessore *b* fig. 5 varia in pratica tra  $0,1$  e  $5$  mm. ed è in micanite o cartoncino per gli avvolgimenti in aria: in cartoncino o in carta a più strati per i tipi in olio.

Punti sui quali occorre far convergere particolare cura sono: gli spigoli della sezione rame; gli angoli del conduttore: l'attraversamento dei capi.

In tutte le prove con piattine la scarica avviene di preferenza sugli spigoli del conduttore. Necessità quindi di arrotondare gli spigoli della piattina.

Certo non è escluso che esista lungo il conduttore qualche punto anormale, qualche asperità. Bisogna perciò cercare per quanto è possibile di usare conduttori ben lisci e puliti.

Le scariche sono più facilmente riscontrate negli angoli, dove cioè il conduttore subisce una piegatura.

Particolarmente delicato è il punto in cui per necessità costruttiva un capo dell'avvolgimento deve attraversare le altre spire della matassa.

## 10. - Posizione della scarica.

Ho avuto modo di constatare che sia in aria, sia in olio la scarica non perfora l'isolante *b* ma l'arco « salta » lo spessore *b*. L'andamento caratteristico è secondo *x*. Fig. 5.

La scarica allunga il suo percorso anche in olio senza danneggiare il diaframma. Fig. 6. Abolito lo spessore *b* l'arco si forma secondo la minima distanza.

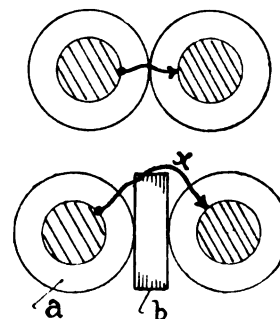


Fig. 6.

Anche nei guasti di esercizio si nota sempre la identica tendenza alla formazione dell'arco sopra il cartoncino divisorio. Ciò deve consigliare a disporre il materiale isolante tutto all'ingiro del conduttore come vero rivestimento e non come diaframma. Tale disposizione spreca spazio con ben scarso effetto. La abolizione dello spessore *b* fig. 5-6 spesso modifica di poco la rigidità dielettrica del sistema.

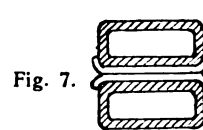


Fig. 7.

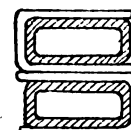


Fig. 8.

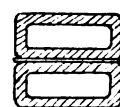


Fig. 9.

Il particolare fig. 5 viene migliorato in fig. 7 e fig. 8 ma dal punto di vista esecutivo va rammentato che riesce difficile mantenere in esatta posizione i cartoncini specie nei tratti fuori del pacco, lungo le curve e le piegature delle zone.

Migliore cosa è portare tutto l'isolante come avvolgimento del conduttore, riservando allo spessore *b* la sola funzione di eventuale riempimento e riducendolo al minimo fig. 9.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

## Per la storia dei trasformatori.

Riceviamo:

La lettera — molto opportuna — inserita a pag. 442 di questo Giornale, con la quale la Società An. Ganz di Elettricità di Budapest riconosce i meriti eminenti del sommo Galileo Ferraris a proposito della invenzione dei trasformatori, avendone egli dato per primo una teoria completa, mi ha indotto a rivedere una frase da me scritta a pag. 295 del Numero speciale pubblicato in onore di Volta dalla Rivista «L'Energia Elettrica» (colonna 1<sup>a</sup>, alinea 1<sup>a</sup>) con la quale facevo dipendere la richiesta del brevetto Ganz sui trasformatori dalla conoscenza che gli ingegneri Zipernowsky e Deri ebbero della magistrale Memoria del grande Maestro.

L'esame delle Memorie del Prof. Ferraris inserite nel volume 1<sup>o</sup> delle sue Opere e più ancora quello delle Perizie giudiziale (Ferraris, Grassi e Roiti) e stragiudiziale (Ascoli, Battelli, Zunini) che si ebbero in occasione della causa intentata dalla S. A. Ganz alla Ditta Siemens e Halske per l'impianto di Grosseto mi hanno convinto di essere stato inesatto. Le date dei successivi brevetti richiesti dalla S. A. Ganz nei vari Stati dimostrano come essa si occupasse attivamente di questi apparecchi ancora nel 1884 e come il successo completo del sistema di illuminazione con correnti alternate con apparecchi in derivazione sia stato bensì la conseguenza di perfezionamenti introdotti nella costruzione dei trasformatori (dei quali le Memorie del Ferraris servirono a precisare lo svolgimento dei fenomeni) ma anche in misura non piccola dovuto ai perfezionamenti introdotti nella costruzione degli alternatori; che, rimasti fin allora con poli sporgenti sull'indotto, assunsero (per la prima volta in Italia - Grosseto, 1892) la forma liscia con cave, per la suddivisione dell'avvolgimento indotto, costruzione che per le sue peculiari proprietà rimase poi definitiva.

Con distinti saluti.

Ing. Prof. G. SARTORI.

\* \*

## Sulla marcatura delle lampade.

Riceviamo:

Leggo nel numero del 15 giugno la lettera del vecchio amico, Prof. Piazzoli, sulla marcatura delle lampade, e non posso mancare di avanzare qualche osservazione in merito.

Si può dire che in tutto il mondo fuorchè in Italia le lampade sono tarate in watt e volt e non è mai capitato un solo caso su centinaia di milioni di lampade vendute annualmente, di un cliente che, come suppone il Prof. Piazzoli, si sia trovato ad aver acquistato un apparecchio inservibile credendola una lampada, mancando la indicazione delle candele o dei lumen.

Può essere che qualche cliente abbia trovato che la lampada acquistata gli dava pochi lumen, o che ne dava molti ma durava poco, o che a suo giudizio presentava difetti ed in tal caso si rivolse ai laboratori di prova i quali verificarono se le Norme erano soddisfatte ed in conseguenza diedero ragione o torto al consumatore insoddisfatto.

Che differenza troverebbe il Prof. Piazzoli se il cliente vedendo segnato 500 lumen e riscontrandoli esatti si accorgesse che il consumo è di 100 watt. Crede che il cliente pagherebbe tutta l'energia in più, pago di aver chiesto ed avuto una lampada che a tanti volt dava tanti lumen? No di certo. Ricorrerebbe ai laboratori che giudicherebbero secondo le norme, cioè le cose andrebbero esattamente come nell'altro caso.

Ma è inutile riaprire la questione ricordando argomenti già detti e molti altri che in pratica hanno un grande valore.

Soprattutto poi mi pare che bisogna anche un po' fidarsi dei competenti che dovettero studiare a fondo il problema.

Non si deve pensare che i fabbricanti di lampade abbiano solo in vista la possibilità di imbrogliare i clienti. Una industria così importante non può sperare di vivere di frode ma deve basare le sue possibilità di vita e sviluppo sul principio di servire il cliente meglio che può nel di lui interesse che spesso il cliente ignora come è facile rilevare in molti casi in cui il cliente spende due per ottenere un effetto uno, per ignoranza.

E' anche ingenuo il pensare che i fabbricanti di lampade sieno riusciti in tutto il mondo a gabbare i Comitati tecnici, le Università, le Aziende statali, ecc., con cui discussero le Norme ormai quasi uniformi in tutto il mondo.

Io sono convinto che anche «L'Elettrotecnica» non vorrà sostenere una campagna per ottenere che l'Italia sola nel mondo adotti una marcatura che può sembrare più conveniente ad inesperti compratori ma che i tecnici non possono approvare.

Cordiali saluti.

Ing. CARLO CLERICI.

## SUNTI E SOMMARI

## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

R. G. ARNOLD — **Le centrali elettriche e l'importanza dell'industria dell'illuminazione.** (E. T. Z., 20 gennaio 1927, anno 48, N. 5, pag. 69).

La scoperta della lampada a filamento di carbone, cioè, l'entrata nell'uso comune della illuminazione elettrica, ha grandemente accresciuto l'impiego dell'energia elettrica.

La prima centrale costruita nel 1882 da Edison a Chicago, si è ampliata sino a raggiungere oggi una potenza di circa un milione di kW, con una produzione annuale di circa 3 miliardi di kWh, sebbene non serva tuttora che il 10 per cento, circa, dei clienti possibili. Gli allacciamenti per motori invece raggiungono già il 42 per cento di tutti quelli possibili (fig. 1).

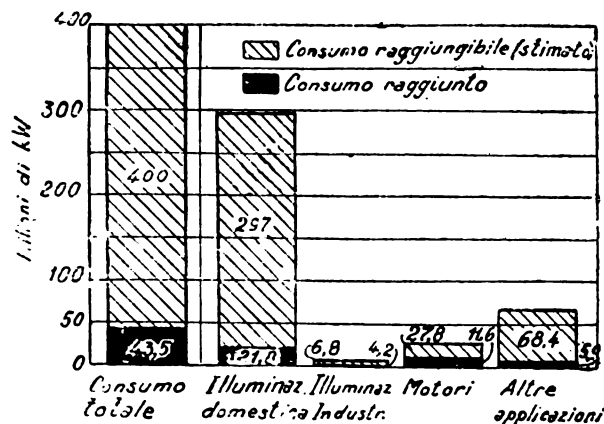


Fig. 1.

Il prezzo della corrente fu fissato inizialmente in base a quello del prodotto di concorrenza, cioè il gas illuminante; ma tale criterio comparativo non può essere sempre mantenuto. All'unica considerazione del valore industriale dell'energia si devono aggiungere considerazioni relative alla perfezione del nuovo sistema di illuminazione, in relazione alle proprietà fondamentali dell'occhio; se e come, cioè, si possa con esso evitare l'abbagliamento; se e come si possa evitare il contrasto eccessivo fra zone d'ombra e di luce; quale composizione abbia lo spettro della luce artificiale; se e come si possa ottenere una distribuzione uniforme della illuminazione, ecc.

Fin dal 1881, Rathenau profetizzò che l'invenzione di Edison avrebbe abolita la notte; ma subito sorsero due difficoltà: 1<sup>a</sup>) Una errata politica dei prezzi, che portò l'illuminazione elettrica fra le illuminazioni di lusso; 2<sup>a</sup>) La difficoltà tecnica di creare unità luminose semplici, grandi e pratiche. Solo intorno al 1900 si fu in grado di costruire lampade (a filamento di carbone) da 100 candele, che consumavano 3,5 W per candela orizzontale. Le centrali richiedevano inoltre allora forti capitali di impianto ed erano relativamente poco perfezionate, sicché l'energia elettrica costava molto.

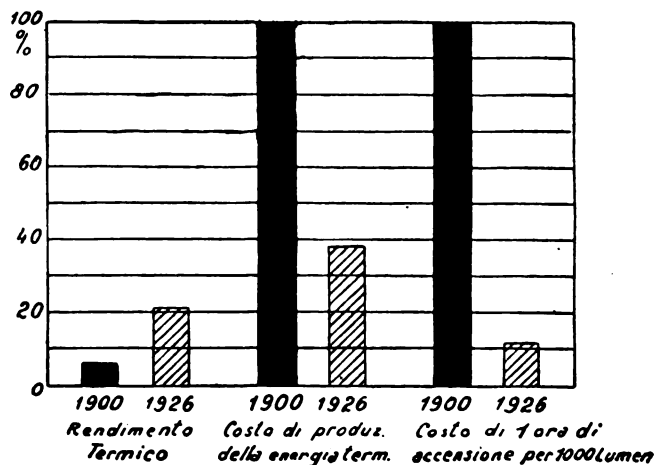


Fig. 2.

La fig. 2, relativa alla centrale elettrica di Berlino dà una idea del progresso fatto dal 1900 al 1926 nel costo della corrente elettrica e, quindi, nel costo della luce.

Ma dall'epoca della produzione di energia prevalentemente per luce si passò presto alla prevalenza dell'uso per forza motrice, che

dura tuttora. Nelle più grandi centrali elettriche tedesche, come la Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk e la Vereinigten-Elektrizitätswerken Westfalen, il 94 per cento della produzione è destinata alla forza motrice ed all'uso termico, e solo il 6 per cento alla illuminazione. In Europa la percentuale di energia a scopo di illuminazione difficilmente supera il 10 o 12 per cento; negli Stati Uniti si arriva al 25-30 per cento, cioè più del doppio.

La durata di utilizzazione delle centrali ha grande importanza, perchè crescendo esse, diminuiscono molti coefficienti del costo; anche qui vale la legge che quanto più si produce, tanto meno il prodotto costa. Non è vero che sia trascurabile il piccolo utente di luce a causa della breve durata di utilizzazione, e che si debba quindi dare maggior importanza all'utente per forza motrice. Si deve soltanto tener conto di questo elemento nelle tariffe.

Lulofs stima che ad Amsterdam la durata media della illuminazione domestica sia di 1570 ore all'anno, e forse questo numero è inferiore al vero. A Kiel, in seguito alla applicazione di una tariffa conveniente, si è ottenuto un aumento del 90 per cento nei kWh per uso luce, con un aumento delle punte solo del 40 per cento. Gioverà certamente a questo riguardo che le centrali lavorino d'accordo.

Il collegamento delle tre principali officine elettriche degli Stati Uniti ha procurato loro una economia mensile di circa 150.000 lire-oro.

L'industria sana attira inoltre il capitale. Una tariffa ben studiata aumenta le entrate e l'utile. A ciò è necessaria una accurata analisi del costo, per ciascun tipo di utente. Per la valutazione dei costi si suddividerà il capitale di impianto, per gruppi di utenti, dalla prima sbarra della centrale, lungo la rete, fino al singolo utente. Occorrerà determinare per ciascuna annata l'introito lordo e il netto, e deliberare in relazione i nuovi impianti necessari. Si dovrà tener conto delle particolarità di ciascun gruppo e non accontentarsi di valori medi. Negli Stati Uniti da medie ricavate da 22 officine, ciascuna della potenza di oltre 60.000 kW, il servizio del capitale costa per ogni kWh l'80 per cento più del carbone. Converrà quindi impiantare unità sempre più grandi e caricarle per quanto è possibile in modo uniforme.

In quanto al costo del kWh per uso luce, l'autore non conosce ricerche attendibili su di esso. Troppi sono i fattori che hanno una importante influenza su di esso; fra i quali, forse, poco conta il costo del carbone. Fanno carico al costo del kWh di luce: 1) le letture dei contatori e i relativi conteggi; 2) la revisione, le riparazioni, il ricambio dei contatori, operazioni costose specialmente nelle campagne; 3) l'interesse, l'ammortamento dei contatori stessi e delle loro fabbriche; 4) l'esercizio delle officine per le loro verifiche; 5) le perdite nella rete; 6) l'interesse e l'ammortamento degli impianti di distribuzione; 7) il consumo proprio; 8) gli ammanchi e i mancati pagamenti. Tutti questi fattori fanno sì che il costo del kWh luce sia molto elevato, ma per la sua determinazione si deve adottare un criterio analogo a quello adottato per la tarifficazione dell'energia per forza e calore, basandosi sul prezzo di costo dell'energia stessa e non sul monopolio che di essa si ha nel campo dell'illuminazione. A titolo di notizia, si riporta che negli Stati Uniti un prezzo frequente per kWh di luce è di circa 32 pf.

In quanto alla produttività delle officine elettriche, essa è definita dal rapporto fra l'introito lordo e il capitale di impianto. Per l'industria elettrica nelle campagne è circa del 20 per cento. Evidentemente l'affluenza dei capitali sarà piccola. Altre industrie commerciali hanno invece nei grandi impianti un prodotto dei loro capitali del 100 per cento e più. Per dare una misura del pericolo di scendere colla produttività al disotto del 20 per cento si fa presente che in Norvegia la produttività della fornitura di elettricità nelle campagne arriva all'11 per cento. Nel 1924 ne derivò una perdita media del 7 per cento.

Per migliorare quindi l'industria elettrica, poichè per ora sul servizio capitale e sul costo del carbone non si può influire molto, si deve ricorrere specialmente ai seguenti metodi principali:

a) Aumento del consumo. Ciò ci offre la possibilità di vendere più energia con la stessa capacità di impianto, e così di aumentare il reddito. Bisognerà però trovare nuovi clienti, per il che è necessaria una tariffa conveniente. L'industria della luce richiede una continua ricerca di clienti.

b) Tariffe. Di massima importanza è la determinazione del prezzo dell'energia elettrica. La « forza di attrazione » delle tariffe è grandissima. Premesso che in questa discussione sulle tariffe abbiamo presente il piccolo utente, l'espressione generale del prezzo dell'energia dovrebbe essere del tipo:

$$P = x + ay + bz,$$

dove  $a$  e  $b$  sono coefficienti;  $x$  il costo del cliente,  $y$  quello della fornitura per kW,  $z$  quello della mano d'opera per kW. Vi sono poi le tariffe temporanee o mobili, che giovano a regolare il carico della centrale. Così sono quelle per le vetrine, per la réclame, ecc., ecc. Per tali usi si concede talvolta la metà del prezzo normale, e anche meno. In terzo luogo viene la tariffa a forfait, con contatore per il maggior consumo. E' una tariffa che tiene conto della durata della utilizzazione mediante il contatore del maggior consumo. Industrialmente parlando, noi abbiamo bisogno di un minimo di energia per m<sup>2</sup> di abitazione. Si potrebbe forse arrivare a fissare per legge un minimo di consumo per m<sup>2</sup>.

c) Il servizio dei clienti. Accontentare il cliente soddisfando ai suoi bisogni nel miglior modo. Non addormentarsi nella sicurezza del monopolio, ma servire il cliente come esso desidera. Ma di ciò si parlerà più oltre.

d) Tensione normale. Si hanno ora da 4000 a 5000 tipi di contatori, e circa 6000 tipi di lampade. E' chiaro quale economia di impianto e di manutenzione si realizzerebbe normalizzando le tensioni e unificando i tipi. In Germania sono usate cinque tensioni, negli Stati Uniti solo tre.

e) Perdite elettriche e termiche, invecchiamento delle officine e loro messa fuori servizio. Le perdite si possono ridurre mediante un controllo dell'esercizio e una buona scelta delle dimensioni da assegnare alle reti; lo stesso dicasi delle perdite termiche. Dalla fig. 3, per quanto si riferisce all'effetto termico, si vedono, dalle medie ricavate da 22 centrali americane con un macchinario per ciascuna di oltre 60.000 kW, le kg calorie consumate per ogni kW. Una officina è invecchiata quando il capitale occorrente per rimuovere il macchinario, è compensato dal risparmio di carbone ottenuto con un nuovo impianto. Come prima approssimazione, costruendo la curva differenziale di quella dei consumi, avremo la curva di invecchiamento della centrale.

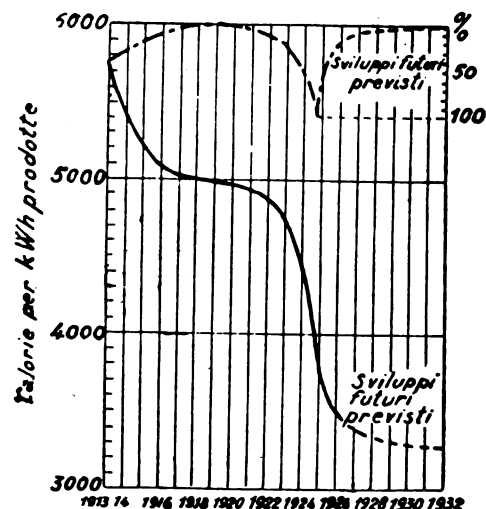


Fig. 3.

La fig. 3 prova che la messa fuori servizio di un'officina si deve basare sull'invecchiamento per il quale non si delinea un andamento lineare. Possiamo quindi farci la domanda: qual'è industrialmente il grado di vecchiaia di una centrale? Non è il caso di fare una vera stima, perchè i soliti motivi di deterioramento sono e possono diventare un fattore finanziario del costo del kWh. Tuttavia è buona norma farsi un concetto chiaro del grado di convenienza della messa fuori servizio mediante accurate raccolte di dati statistici. A questo scopo servono: 1) La svalutazione degli impianti in conseguenza di nuove invenzioni; 2) La svalutazione degli impianti per il tempo, l'uso, ecc.; 3) La svalutazione degli impianti per il deprezzamento della moneta. Mediante questi fattori si può ricercare se alla Società, dopo un certo numero di anni convenga rinnovare il suo capitale di investimento. Su questo esame, da farsi ad ogni bilancio, si baserà la determinazione del prezzo della corrente e l'andamento dell'azienda.

f) Diminuzione di costo degli impianti. Si può ritenere che il costo del kWh dipende più dal servizio capitale che dall'efficienza termodinamica, per cui converrà ricorrere a impianti più economici, cioè a unità sempre maggiori. D'altra parte, si potrebbe considerare il possibile risparmio di carbone, che potrebbe derivare da un aumento di efficienza termica. Ma però assai presto il servizio capitale assorbirebbe questo vantaggio; perchè il mercato dei capitali è molto teso, mentre il lavoro minerario oggi è fiacco. Molto importa elevare la durata di servizio delle macchine; e a questo riguardo prevale la centrale idroelettrica su quella a vapore.

g) Riunione delle centrali. Non solo conviene la riunione delle centrali, ma anche quella dei centri di produzione. La Germania dovrebbe riunire con una rete a 400 kV i suoi tre centri di produzione: Rhein-Ruhr, Sud e Mitteldeutschland per raggiungere una buona utilizzazione delle sue ricchezze naturali.

Per migliorare il reddito delle officine elettriche non bastano le forze isolate di ciascuno ma è necessario lavorare industrialmente insieme, e unificare le norme. Fondamento dell'industria è aumentare il consumo e nell'industria elettrica occorre completare la curva di carico colmando le valli del diagramma, ed elevare il consumo unitario per abitante. Ciò si è cercato di fare per l'energia ad uso termico e di forza, ma per ragioni di concorrenza è necessario avvicinarsi sempre più al prezzo di costo. Il principio di ridurre il prezzo del kWh per date applicazioni è buono, ma la curva della vendita, definita dal rapporto fra la vendita e il prezzo del kWh, cresce rapidamente quando si oltrepassano certi limiti, che variano col variare delle località. Da quanto si è sopra esposto appare che contemporaneamente ai nuovi impianti per calore e forza, converrà estendere il campo alla illuminazione, quando si pensi che l'erogazione di energia per luce in Europa ammonta all'8 ÷ 15 per cento della produzione, e negli Stati Uniti al 27 per cento. Notisi ancora che tale estensione offre ancora maggiori guadagni alle officine elettriche, per la mancanza di altri sistemi in concorrenza.

Consideriamo ora la ripartizione dell'erogazione di corrente per luce, strade e forza e degli introiti lordi relativi (fig. 4). Negli Stati Uniti, nel 1924 si ebbe il 27 per cento per luce, 58 per cento per forza e il 16 per cento per trazione. Dalla fig. 5 si vede invece come relativamente è ripartito l'introito lordo, e precisamente 67 per cento per luce, 23 per cento per forza, 10 per cento per tram. Risultato sorprendente ottenuto dal lavoro riunito delle officine elettriche, dei fabbricanti di apparecchi e degli installatori di impianti. L'antica verità che l'aumento del consumo riduce il prezzo della merce ha convinto gli americani a impiegare denaro per il servizio di illuminazione. Così la fornitura di energia elettrica diventa un pilastro dello Stato e i banchieri le forniscono denaro a migliori condizioni. Se si riflette che l'illuminazione artificiale quasi mai arriva a 100 lux, mentre l'illuminazione solare diretta oltrepassa i 50.000 lux e che la percentuale degli allacciamenti attuali per illuminazione è relativamente piccola, mentre grande è quella per forza e per calore, si comprenderà che una nuova era di benessere si apre per l'industria elettrica. E siccome il privato dispone di pochi mezzi e di poco tempo, così giustamente si può lanciare l'idea di una Società tedesca per l'Industria della Luce. Si dovrà trovare un cliente in ogni casa. E siccome nel valore di ogni oggetto da esportare c'è una percentuale dovuta a consumo di energia elettrica, quanto minore il prezzo di questa, tanto minore sarà il costo della merce da esportare, e, « ceteris paribus », il paese meglio illuminato sarà il più forte nella concorrenza mondiale.

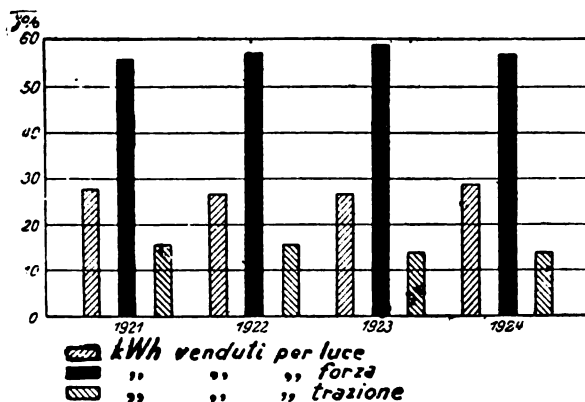


Fig. 4.

**Conclusioni.** — Chi porta luce nel buio è un benefattore dell'umanità. Aumentare il consumo di corrente per illuminazione è un problema di cultura. Si devono poi sfruttare le ricchezze naturali. Quando mancasce il carbon fossile si farà ricorso alla lignite. I tedeschi hanno dal 10 al 15 per cento della produzione mondiale di carbon fossile e l'80 per cento di lignite. Questa termicamente val meno; ma se confrontiamo il costo di cavatura del fossile e della lignite ne viene che da una giornata di operaio in lignite ricaviamo il 50 per cento in più di unità di calore, che non da una giornata di operaio in fossile. Ora questa ricchezza naturale gioverà molto all'industria tedesca.

Sarà interessante studiare come abbiano fatto gli Stati Uniti ad ottenere un così grande sviluppo di consumo di energia ad uso luce, poichè malgrado la minor densità di popolazione essi superano la Germania nel consumo di kWh per abitante.

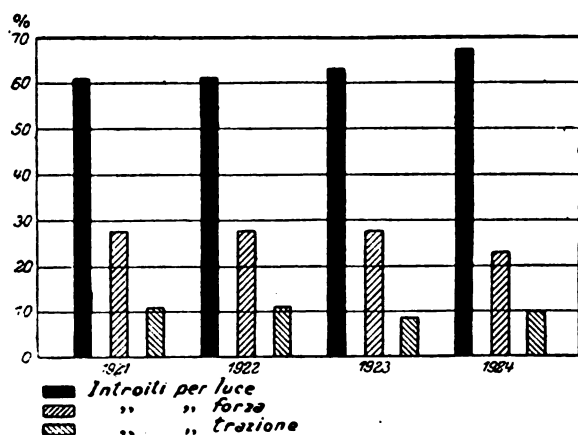


Fig. 5.

Si è pure riconosciuto che dove c'è più luce c'è una maggior produttività. Con 230.000 operai, una industria tedesca produce 1,2 miliardi di marchi-oro di merci. La concorrenza americana, con lo stesso numero di operai, produce per 1,3 miliardi di dollari, cioè quattro volte tanto per operaio. Poco conta la diversa potenza d'acquisto dei due paesi, quantunque le singole merci siano più care negli Stati Uniti. Per contro, le merci americane sul mercato mondiale si vendono a prezzo minore delle corrispondenti nostre. Per tempo essi hanno compreso che la luce è uno strumento. E' bene ricordarsi dell'origine dell'industria elettrica. La corrente per luce sarà sempre uno dei pilastri

dell'industria elettrica. Per misurare e seguire i progressi della produzione elettrica occorre una serie di dati che oggi sono assai incerti.

Occorrono: 1) L'erogazione in kWh per ogni marco-oro di capitale investito; 2) l'erogazione in kWh per ogni kW installato; 3) Il capitale investito per ogni kW installato; 4) Il consumo in kWh per ogni abitante e per ogni consumatore; 5) L'introito per le diverse categorie di consumatori suddivisi in luce, forza, calore, strade.

E dal passato potremo approssimativamente prevedere il futuro. L'apprezzamento dello sviluppo dell'industria elettrica è all'ordine del giorno negli altri paesi. Possiamo dire che anche gli Stati Uniti sono all'inizio dell'elettrificazione e noi speriamo che siano accordate speciali autorizzazioni per le forniture di energia elettrica per raggiungere lo scopo della elettrificazione delle campagne. Il programma per una razionale elettrificazione è stato brevemente e efficacemente schizzato dal Curtis. E' in corso una razionale ricerca di dati per rispondere alle seguenti domande:

1°) Vi sono errori nella politica dei prezzi dell'energia? 2°) Sono essi determinabili? 3°) In quale rapporto sono i prezzi dell'energia in Germania con quelli dell'anteguerra e con quelli all'estero? 4°) Quali norme legislative sono vigenti all'estero? 5°) Occorrono queste in Germania?

Dice il Curtis che da alcuni recenti provvedimenti legislativi riguardanti l'industria elettrica il Governo inglese si aspetta un risparmio di almeno 44 milioni di sterline all'anno, cioè un miliardo di marchi-oro all'anno. Se questo si verificherà, ciò provocherà sul mercato mondiale una pericolosa concorrenza per l'industria tedesca. Per cui è assolutamente necessario che la Germania razionalizzi e rialzi l'industria elettrotecnica. Come lo Stato non può disinteressarsene, così è doveroso che autorità, officine elettriche, fabbricanti e utenti si uniscano allo scopo di estendere la illuminazione. Non basta fabbricare, ma occorre il migliore e il più vasto impiego dei prodotti di fabbricazione. La Società Tedesca per le industrie di illuminazione avrà il compito di ricercare e di fornire al cliente il modo per utilizzare la luce a vantaggio suo e di tutta la popolazione.

E. G.

## IMPIANTI.

**D. GUREWITSCH — Lo sviluppo dell'industria elettrica Russa.** (E. T. Z., 10 febbraio 1927, anno 48, N. 6, pag. 172).

Dalla relazione per il Consiglio Superiore russo dell'Economia, sullo stato dell'industria elettrica nella Russia nell'anno 1925-26, risulta che nell'Unione vi sono le seguenti centrali:

Centrali	N.	Potenza kW
1) Centrali nelle città . . . . .	693	530.000
2) Centrali nei villaggi . . . . .	321	6.750
3) Centrali nelle officine . . . . .	3793	977.000
4) Centrali ferroviarie . . . . .	408	43.250
5) Centrali per il servizio delle poste e telegrafi . . . . .	43	1.000
<b>Totale</b>	<b>5258</b>	<b>1.558.000</b>

Questa potenza totale è del tutto insufficiente per la Russia, ciò che appare evidente se si calcola la produzione per abitante. Le centrali cittadine hanno dato nel 1922-23, 884.925 milioni di kWh ciò che corrisponde ad appena 6,8 kWh per abitante. Considerando anche le centrali per officine questa cifra si eleva a 19 kWh per abitante, mentre in California se ne producono 1300, negli Stati Uniti 500, in Germania 170 kWh ed in Italia altrettanto. La maggior parte delle centrali russe è poco utilizzata poichè esse lavorano prevalentemente con carico di luce; perciò il prezzo medio per kWh è molto elevato.

A seconda della potenza le centrali si dividono:

Potenza	% della potenza totale
fino a 50 kW . . . . .	41,5
da 50 a 250 kW . . . . .	27,8
» 250 » 1.000 » . . . . .	14,9
» 1000 » 5.000 » . . . . .	13,3
» 5000 » 10.000 » . . . . .	1
più di 10.000 kW . . . . .	1,5

Prevalgono quindi centrali di piccola potenza (fino a 250 kW) che rappresentano oltre due terzi della potenza totale. Il parco macchine è antiquato; un quarto delle macchine a vapore e dei motori Diesel necessitano di una riparazione radicale, ed un altro quarto una riparazione di media importanza; invece delle caldaie a vapore solo il 12 per cento esige una radicale revisione.

Le centrali con una potenza fino a 1000 kW, che costituiscono l'84,2 per cento delle centrali totali, sono principalmente a corrente continua; per potenze maggiori prevale la corrente alternata.

Dato l'antiquato tipo delle officine, il loro consumo in combustibile è assai notevole; e si ha secondo la relazione:

Produzione annuale in milioni di kWh	Consumo di combustibile kg/kWh
fino a 0,1 . . . . .	2,5
da 0,1 a 0,5 . . . . .	2,3
» 0,5 » 2 . . . . .	1,9
» 2 » 10 . . . . .	1,5
più di 10 . . . . .	1,2



Il costo medio dell'energia era, anche nell'anno 1923-24, ancora superiore a 12,81 kopeki per kWh.

Queste condizioni difficili e sfavorevoli dell'industria elettrica hanno spinto lo Stato a progettare un grande piano di elettrificazione, che dovrebbe essere realizzato fra il 1926 e il 1932 e che esigerebbe la somma di circa un miliardo di Rbl. Si vogliono costruire numerose centrali intercomunali nei luoghi di estrazione del carbone e della torba, e alcune centrali idroelettriche, e con ciò rimpiazzare un grande numero di officine non economiche e piccole. Inoltre si eleverà la potenza totale delle centrali. Da ultimo dovranno costruirsi molte migliaia di km di linee ad alta tensione.

\*

Il progetto di elettrificazione comprende la costruzione di trenta nuove centrali intercomunali e l'ampliamento di 55 centrali esistenti. La potenza totale delle nuove centrali intercomunali dovrebbe raggiungere 1,75 milioni di kW. Segnaliamo alcune delle centrali principali.

#### CENTRALI IDRAULICHE.

**Centrale di Wolchow.** — Sarà costruita per una potenza di 60.000 kW e dovrà contenere otto turbine di 8000 kW ciascuna. Se si tien conto delle perdite nelle linee ad alta tensione e nei trasformatori, la potenza della sottostazione principale a Leningrado potrà essere di 48.000 kW e potrà scendere negli anni di magra fino a 20.000 kW. La lunghezza della linea ad alta tensione fino a Leningrado è di 120 km, la sua tensione 115 kV. La sottostazione principale sarà nella parte nord della città, sulla Wiborger, con tre gruppi di trasformatori monofasi di 35.000 kVA ciascuno. L'energia sarà condotta mediante quattro cavi sotterranei alle quattro centrali della città. Tre di queste saranno trasformate a poco a poco in sottostazioni. La centrale ha iniziato il servizio a metà dicembre 1926. Essa non basta, insieme alla centrale a vapore di Leningrado, per il consumo forza motrice dell'industria locale, per cui fra il 1926 e il 1931 avrà luogo o la costruzione di due centrali idroelettriche sulla Neva e sullo Swir od un ampliamento di centrali esistenti.

**Centrale intercomunale Dnjepr.** — Per questa è previsto un carico di 200.000 kW. L'officina dovrebbe essere costruita sul Dnjepr vicino alla città di Alexandrowsk e utilizzare una caduta di 37 m ottenuta mediante una diga lunga 750 m. Il progetto è stato esaminato da esperti americani.

#### CENTRALI A TORBA.

Poiché l'esportazione della torba è troppo costosa, essa deve trovare la sua utilizzazione economica sul luogo stesso dell'estrazione. Per poterla bruciare in modo economico e diminuire la quantità di scorie vi è necessario uno speciale metodo di combustione. Il Prof. Makarjew pare vi sia riuscito; e in questo modo il consumo di torba è sceso, in alcune centrali, da 3,7 a 2,7 kg per kWh.

**Centrale di Schatura.** — Si trova nel centro di un gran giacimento di torba, a circa 120 km da Mosca, e lavora con tre turbogeneratori di 16.000 kW ciascuno, in tutto 48.000 kW. Le turbine, sistema Lesel, lavorano con una pressione di 16 atm. Una doppia linea a c. a. su palificazione in ferro a 115 kV porta l'energia a Mosca, dove vi è una sottostazione di trasformazione equipaggiata con due gruppi di trasformatori 115/6 kV, e un gruppo 30/2 kV. Una linea vicina (30 kV) alimenta il distretto di Guschrustalm e le officine di Sabine. La torba viene portata in officina con treni ferroviari e ai bunker con conveyor. Le spese di costo nella centrale raggiungerebbero i 28,5 milioni di Rbl., ossia 593 Rbl. per kW installato.

**Centrale « Roter Oktober »** (prima Utkina Sawods). — Questa officina giace sulla sponda della Newa, di fronte all'officina « Bolschewik » (una volta Obuchowwerke) presso Leningrad e dovrebbe produrre 60.000 kW.

Nel 1922 fu installato un turbo-generatore Brown Boveri da 10.000 kW (1500 giri/min. e 12/15 atm. di pressione). Nel 1925-26 si volle portare l'impianto fino a 40.000 kW. Dopo l'inaugurazione della linea ad alta tensione Wolchow e la costruzione della stazione di trasformazione per innalzare la tensione da 6 a 115 kV, l'energia sarà condotta per mezzo della linea Wolchow a Leningrad.

#### CENTRALI A CARBONE.

Due delle nuove centrali hanno delle particolarità notevoli. Kaschira brucia i residui di carbon fossile di poco valore, che si ricavano presso Mosca. Essi possiedono un potere calorifico di 2800 cal. La centrale Schterowka deve invece utilizzare le grandi provvigioni di polvere d'antracite che ogni anno vengono radunate nel bacino del Don e il cui potere calorifico raggiunge 5000 6000 cal.

**Centrale Kaschira.** — Questa centrale deve alimentare Mosca e i suoi dintorni con energia elettrica, e produrre una potenza di 120.000 kW. La tensione viene portata da 3 a 115 kV in una stazione di trasformazione e quindi nuovamente vicino alla città, a 6,6 kV. L'anno scorso la potenza di questa centrale ha raggiunto i 52.000 kW.

**Centrale Schterowka.** — Essa giace al centro del distretto carbonifero di Doubass. La sua potenza finale sarà di 80.000 kW, dei quali ora sono installati solo 20.000. La corrente è portata a 38 kV a Kadiewka, dove essa entra in una rete che la porta a un certo numero di sottostazioni del distretto delle miniere di carbone Almaso-Marjew.

Il carico delle centrali di Mosca raggiungeva nel 1913, 56.000 kW; nel 1916, 96.000 kW; nel 1926, 162.000 kW. Ma per rispondere alla

grande richiesta di energia bisogna provvedere ad ampliamenti che offriranno (nel 1930-31) un milione di kWh e abbasseranno la tariffa fino a 7 kopeki kWh.

Presentemente, nella Russia si occupano della elettrificazione il Gosplan (Commissione del piano industriale dello Stato), il dipartimento elettrico, e l'Elektroselstroj, il quale si occupa specialmente dell'elettrificazione delle campagne. E' da ricordare anche la esistenza della Elektrobank, la quale apre crediti per le costruzioni elettriche.

E. G.

#### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**A. Dow — Il collegamento degli impianti.** (El. World, 26 febbraio 1927, Vol. 89, N. 9, pag. 451).

L'A. (Presidente della Detroit Edison Co.) distingue fra linee di trasmissione e di collegamento: le prime, nella loro forma più semplice, risolvono il problema dell'utilizzazione di un salto d'acqua per fornire energia a una città lontana; ammettono dunque una centrale di produzione e un centro di utilizzazione; le seconde rendono possibile lo scambio di energia fra due o più società elettriche indipendenti, ognuna in grado di bastare normalmente a sè stessa. Non bisogna confondere queste ultime con le linee di trasmissione in serie, che hanno lo scopo di far affluire nelle zone insufficientemente provviste l'energia che si ha di supero in altre, mentre, nel caso dell'interconnessione, lo scambio avviene nell'uno o nell'altro senso a seconda delle circostanze.

Il collegamento degli impianti offre, secondo l'A. le maggiori garanzie per assicurare la continuità del servizio; data la notevole importanza della cosa, dovrebbe bastare questa ragione a spingere le società elettriche verso le interconnessioni. La pratica c'insegna, che una riserva di energia è veramente utile se è prontamente utilizzabile. Perciò l'A. ha adottato la norma di comperare gruppi generatori che possano sopportare il 15-20 per cento di sopraccarico. Ciò si può ottenere, nel caso di impianti termici, aprendo il by-pass della turbina a vapore, naturalmente con scapito del rendimento. La maggiore quantità di vapore necessaria può essere fornita dalle moderne caldaie con rendimento pressochè invariato. E' così possibile, nel caso di 5 o 6 unità identiche marcianti in parallelo, continuare a fornire ugualmente la energia richiesta anche nel caso che una delle unità esca fuori servizio; si avrà solo una piccola diminuzione nella tensione e nella frequenza. Secondo l'A., per evitare disturbi, conviene che la manovra del by-pass sia fatta a mano anziché dal regolatore; questo ultimo esplica il suo controllo solo sino all'erogazione dell'energia corrispondente al massimo rendimento. Se si suppone di avere un altro sistema identico collegato con il precedente, la riserva resta aumentata del 100 per cento perchè, secondo la legge delle probabilità, è ugualmente probabile che vadano fuori servizio due gruppi in uno dei sistemi che un gruppo per ciascun sistema.

L'A. non è favorevole ai collegamenti rigidi (a mezzo cioè di un tronco di linea) ma consiglia un sistema di connessioni parziali, che, prese assieme, permettano di trasmettere anche quantità considerevoli di energia, pur realizzando fra i due sistemi un accoppiamento non troppo stretto. Ricorda che dal 1899 al 1915 diverse centrali di differente potenza della sua società funzionarono quasi in continuo collegamento fra loro. Nel dopo-guerra prove accurate furono fatte sulle centrali di Delray e Connors Creek e dimostrano che un guasto grave su una qualunque delle due avrebbe messo fuori servizio entrambe le centrali, nel caso di connessioni troppo rigide. Si adottò così il principio di affidare ad ognuna di esse l'alimentazione di una certa zona, rendendo però possibili con connessioni parziali gli eventuali scambi di energia. Questa via fu seguita anche in seguito, includendo le centrali di Trenton Channel a una trentina di chilometri di distanza e di Marysville a un centinaio.

L'A. ritiene che molto presto i diversi impianti marceranno tutti più o meno collegati fra loro, assicurando così l'uno all'altro una preziosa assistenza. Attraverso le connessioni è possibile utilizzare l'energia di supero, cosa che si fa da tempo con risultato però non molto soddisfacente. Vi è invece un altro vantaggio presentato dalle interconnessioni, sul quale conviene fermarsi. E' nota la tendenza attuale verso unità generatrici sempre più rilevanti; in genere tali gruppi vengono installati in numero di due almeno in costruzioni di tipo standard: con questi accorgimenti si è riusciti a ridurre sensibilmente il prezzo per kW installato. Una tale quantità di energia non può però corrispondere all'aumento verificatosi nella domanda; se dunque due o tre società sono collegate fra loro, potranno predisporre l'entrata in servizio delle loro nuove centrali in modo da poter ognuna di esse assorbire una parte dell'energia di nuova produzione. In tal modo gli impianti in costruzione potranno essere portati avanti senza fretta, con la dovuta cura, e daranno il massimo utile sin dall'inizio.

Con il collegamento di impianti in zone a differente andamento del diagramma di carico, si può migliorare il fattore di utilizzazione; questo risultato è della massima importanza. Date le condizioni del mercato monetario gli ingegneri si sono preoccupati in questi ultimi tempi di ridurre il costo degli impianti; così il prezzo per kW installato che, per lo innanzi, era andato continuamente aumentando, ha oggi una decisa tendenza verso il ribasso. Il problema è di grande attualità: bisogna costruire con spesa sempre minore impianti che permettano la massima facilità di manovra e comportino piccola spesa

di manutenzione. L'altro lato del medesimo problema è quello di aumentare lo sfruttamento degli impianti col migliorare il fattore di carico.

E' noto che i prezzi attuali dell'energia negli S. U. d'America, o sono minori o sono uguali a quelli dell'ante-guerra; un ribasso è inevitabile e del resto vantaggioso per l'aumento che porta nelle vendite. Il minor prezzo di costo degli impianti e il maggior consumo di energia dovuto al diffondersi delle applicazioni elettriche in tutti i campi sono elementi che marciano di pari passo con le tariffe sempre più basse.

M. C. o.

## :: :: CRONACA :: :: ::

### Un'affermazione della tecnica italiana in America.

I lettori non avranno certo dimenticato il nuovo tipo di cavo per altissime tensioni dovuto agli studi del Collega Ing. Emanuelli, e del quale ci siamo a suo tempo ampiamente occupati <sup>(1)</sup> e neppure avranno dimenticato la notizia da noi data dell'accordo intervenuto successivamente fra la ditta Pirelli e una grande Casa americana per la costruzione in America del cavo stesso.

Siamo lieti di annunciare oggi che una prima grande installazione col nuovo tipo di cavo è felicemente entrata in servizio. Si tratta di una linea lunga circa 32 km. collegante le centrali di Hell Gate della United Light and Power Company con la sottostazione di Dunwoodie della New York Edison Co., dove si attacca alla rete delle due Società affiliate Yonkers Electric Light and Power e Westchester Lighting Co.

La linea è costituita da tre cavi monofasi del nuovo tipo e può portare oltre 90.000 kilowatt a 120.000 volt.

L'impianto fu inaugurato ufficialmente in questi giorni, ma già da qualche tempo era praticamente in esercizio.

Una linea simile, lunga 9 km. e mezzo, fu posta in opera a Chicago nel giugno scorso e da allora ha funzionato continuamente senza dar luogo al più piccolo inconveniente.

I cavi per le due linee furono costruiti parte in Italia negli Stabilimenti Pirelli e parte in America dalla General Electric Company, in seguito agli accordi presi colla Pirelli.

La messa in opera, particolarmente delicata — dato il tipo dei nuovi cavi — fu curata dalla New York Edison e dalla United Electric Light and Power Co., sotto la sorveglianza degli Ingegneri della Pirelli e della General Electric Co. L'Ing. Emanuelli fu più volte personalmente in America, dove da molti mesi è rimasto stabilmente l'Ing. Sesini.

Non possiamo che compiacerci del risultato, che riconferma ancora una volta il primato della nostra industria nella tecnica dei cavi elettrici.

\* \*

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Sull'indicatore di alta tensione di cui abbiamo dato notizia nel n. 29 del 1927, sono state recentemente compiute a cura del Techn. Prüfanstalten des Schweizer Elekt. Ver., delle esperienze di cui crediamo interessante riportare alcuni risultati che dimostrano la sensibilità dell'apparecchio usato con la antenna di 70 mm. Dalle prove risulta, come si vede, che la sensibilità dipende molto dalle condizioni locali e specialmente dalla vicinanza di costruzione in ferro.

Tensione in volt	Distanza fra antenna e linea a cui si ottiene chiara segnalazione	Osservazioni
145 (50 ~)	2 centimetri	Su un polo di un trasformatore monofase, di cui i 2 poli del lato di alta tensione erano isolati dalla terra. La prova è stata eseguita in locale chiuso.
1 000	28	
4 000	38	
15 000	1,65 metri	
30 000	2,10	Su di una linea di un trasformatore monofase, che aveva l'altro polo collegato a terra.
20 000	4,50	
15 000 (16 2/3 ~)	16,00	All'aperto.
15 000	5,00	In vicinanza di una tettoia a lamiera ondulata.
15 000	2,00	Dietro un riparo costituito da un cancello metallico con lamiera.

Lo schema dell'apparecchio è indicato in figura 1. Una valvola termoionica a doppia griglia è collegata ad un circolo oscillante che comprende una capacità  $C$  ed un'induttanza  $L$ . Una delle due griglie, quella inferiore, è collegata alla bobina  $S$ , dimodochè inserendo una batteria d'accensione  $H B$  ed una batteria anodica  $A B$  si producono nel circuito delle oscillazioni elettriche, le quali sono comprese nei limiti di udibilità, e quindi nel piccolo altisonante  $L S$ , oppure nel ri-

cevitore telefonico  $T$ , si sente un ronzio corrispondente alla frequenza della tensione di linea. La seconda griglia, quella superiore, è collegata ad un corto filo isolato  $D$ , che funziona da antenna. Quando si chiude il circuito premendo il tasto  $K$ , si sente nel ricevitore  $T$  e nell'altisonante  $L S$  un ronzio più forte.

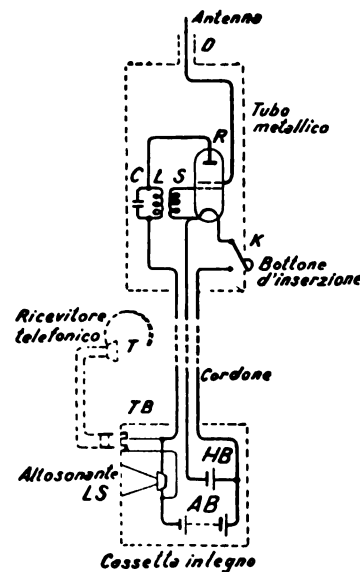


Fig. 1. — Schema dell'indicatore di alta tensione.

Se ora si avvicina l'apparecchio — a tasto abbassato — ad una linea sotto tensione (alternata), avviene un'oscillazione dell'intensità del suono in fase con la frequenza dell'alta tensione, e quest'oscillazione produce un ronzio così caratteristico, che non può non essere udito. Premendo il tasto  $K$  si può verificare in qualunque momento se l'apparecchio è in ordine perchè in tal caso si sente un suono regolare.

### GENERATORI PRIMI.

Col 1° agosto del corrente 1927 è entrato in piena attuazione il R. D. Legge 9 luglio 1926, convertito in legge 16 giugno 1927, n. 1132, che istituisce l'Associazione Nazionale per il controllo della combustione.

La predetta Associazione Nazionale per il controllo della combustione, ha sede centrale in Roma, via XX Settembre, 27-B, e Sezioni Regionali per ora così distinte:

Piemonte . . . . .	Torino - Via Ospedale, 11.
Lombardia . . . . .	Milano - Via Goldoni, 10.
Tre Venezie . . . . .	Padova - Via Rolando, 9 (da Piazzola).
Liguria . . . . .	Genova - Piazza Vigne, 6.
Emilia . . . . .	Bologna - Via Foscherari, 15.
Toscana . . . . .	Firenze - Via de' Calzaiooli, 3.
Lazio-Umbria-Sardegna . . . . .	Roma - Via XX Settembre, 27.
Campania-Calabria . . . . .	Napoli - Corso Umberto I, n. 7.
Puglie-Basilicata . . . . .	Bari - Via Sparano, 62.
Sicilia . . . . .	Messina - Piazza Cairoli, 20.

Il nuovo Regolamento, che sostituisce in tutto le prescrizioni precedenti in materia, prescrive che, entro il termine di tre mesi, cioè dal 1° agosto al 31 ottobre a. c., chiunque possiede apparecchi a pressione di qualsiasi specie e natura (per vapor d'acqua o per altri vapori, per gas, per aria compressa, bombole, ecc.), oppure possiede apparecchi od impianti termici soggetti alle nuove disposizioni di legge (motori a vapore, Diesel, motori a gas, forni, gassogeni, ecc.) deve farne denuncia alla propria Sezione regionale dell'Associazione Nazionale.

Per gli Associati delle antiche Associazioni Utenti Caldaie a Vapore, ogni Sezione regionale del nuovo Ente provvederà direttamente d'ufficio — senza ulteriore disturbo di quegli Utenti medesimi — alla denuncia predetta (art. 75 del Regolamento), limitatamente però ai soli apparecchi a vapore che già erano stati regolarmente iscritti nelle Associazioni medesime.

### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Sulla determinazione dei sovraccarichi tollerabili nei trasformatori per impianti di illuminazione, è pubblicato un importante studio nell'E. T. Z. del 23 dicembre 1926. Vengono elaborate delle formule di facile applicazione che permettono di determinare rapidamente che sovraccarico massimo sia tollerabile in un trasformatore di dato tipo o per quanto tempo esso possa sopportare un certo sovraccarico. La quantità d'olio contenuta nella cassa è naturalmente un elemento molto importante nel determinare il limite del sovraccarico; tuttavia non è opportuno che la quantità d'olio superi un certo valore determinabile caso per caso, potendo altrimenti avvenire che l'olio non arrivi a raffreddarsi sufficientemente nel periodo che intercorre fra un sovraccarico e il successivo.

(1) Questo Giornale, vol. XII, N. 1 del 5 Gennaio 1925, pag. 18.

## LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

### I cavi trifasi per alte tensioni a superfici equipotenziali metallizzate (cavi *H*) costruiti dalla Soc. An. Ing. V. Tedeschi & C.

Nella tecnica dei cavi ad alta tensione si sono fatti negli ultimi anni importanti progressi. Le numerose ricerche di laboratorio e gli studi teorici sulla distribuzione del potenziale, sulle perdite di energia e sulla ionizzazione nell'interno degli isolanti dei cavi hanno portato nuova luce sul complesso fenomeno della scarica elettrica di perforazione, ed hanno suggerito notevoli perfezionamenti costruttivi, diretti alcuni ad aumentare la rigidità dielettrica dei materiali isolanti, e altri a migliorare la utilizzazione dei materiali stessi in relazione ad una più conveniente distribuzione del campo elettrico. Fra questi ultimi perfezionamenti è particolarmente importante ed ha incontrato molto favore fra i tecnici, la costruzione dei cavi trifasi per alte tensioni a superfici equipotenziali metallizzate secondo il brevetto Höchstädter, che ha permesso di elevare notevolmente il limite di tensione ammissibile per i cavi trifasi.

La Soc. An. Ing. V. Tedeschi di Torino, ha recentemente acquistato la licenza per la fabbricazione di questi nuovi tipi di cavi che già hanno avuto importanti applicazioni all'estero, e ne ha iniziato la costruzione.

E' noto che i cavi ad alta tensione si costruiscono oggi esclusivamente con isolamento in carta impregnata con speciali miscele isolanti e che nei cavi trifasi di costruzione comune le tre anime, costituite dai tre conduttori rivestiti di uno spessore isolante proporzionato alla tensione, vengono cordate con interposizione di un riempitivo pure isolante. Il complesso è poi fasciato con un'altra cintura di carta impregnata, di spessore generalmente eguale a quello dell'isolamento dei singoli conduttori, e quindi ricoperto da un tubo di piombo come è indicato nella fig. 1.

Quando un sistema trifase di tensioni è applicato ai tre conduttori del cavo si ha nella massa del dielettrico un campo le cui linee di forza si spostano continuamente e ciclicamente durante il periodo, e la forza elettrica risultante varia in ogni punto di ampiezza e di direzione riprendendo il primitivo valore alla fine di ogni ciclo. Ne consegue che, a differenza di quanto accade nei cavi unipolari, la forza elettrica non è sempre normale agli strati di carta, ma ha una componente, che in determinati punti ed in determinati istanti del periodo può raggiungere una notevole intensità, in direzione tangenziale agli strati stessi. Ciò è assai importante nei riguardi della resistenza del cavo alla perforazione, perchè, come è noto, un dielettrico formato da fogli di carta impregnata sovrapposti, mentre ha una grande rigidità dielettrica nel senso normale agli strati, presenta una rigidità molto inferiore nel senso ad essi tangenziale.

Importanti studi analitici e sperimentali, fra i quali ricordiamo quelli di Atkinson e di Emanuelli, sono stati fatti per determinare la distribuzione del campo elettrico ed il valore della componente tangenziale della forza. Si trova che mentre nella parte del dielettrico che sta fra ciascun conduttore ed il piombo il campo è pressoché normale agli strati di carta, la componente tangenziale della forza è relativamente grande nella zona centrale del cavo e specialmente in prossimità delle generatrici di contatto *A* delle tre anime (fig. 1).

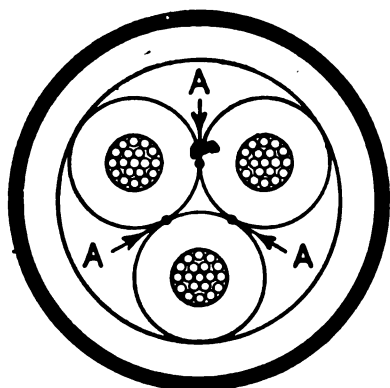


Fig. 1. — Sezione di un cavo trifase normale.

L'esperienza dimostra che tali sollecitazioni tangenziali determinano, per valori sufficientemente elevati della tensione, delle piccole scariche e dei fenomeni di ionizzazione che col tempo producono bruciature locali e deterioramento del dielettrico.

Si aggiunga che per il materiale isolante che forma il riempitivo

fra le anime al centro del cavo, dove pure la sollecitazione è elevata, difficilmente si può raggiungere quella compattezza che si ottiene per l'isolamento a strati che circonda ogni conduttore, per cui si possono produrre nei piccoli spazi d'aria che restano inclusi nella massa del dielettrico delle scariche per effetto corona che contribuiscono a deteriorare col tempo il materiale.

Queste considerazioni pongono un limite alla tensione ammissibile per i cavi trifasi di tipo normale e la pratica ha dimostrato che, in relazione ai massimi diametri ammessi per la costruzione e per la posa, non si possono impiegare con sicurezza cavi trifasi di questo tipo per tensioni superiori a 30 od a 35 kV.

Per tensioni più elevate si ricorre generalmente all'impiego di tre cavi unipolari che permettono di dare maggiori valori allo spessore isolante ed hanno una più favorevole distribuzione del campo elettrico, ma che presentano gli svantaggi di un maggior costo di costruzione e di installazione e di non permettere l'impiego delle comuni armature di protezione in ferro.

Il perfezionamento brevettato dall'Höchstädter fu appunto diretto a migliorare la utilizzazione del materiale isolante variando la distribuzione del campo elettrico colla opportuna disposizione di schermi metallici nel dielettrico. Ciò ha permesso di elevare notevolmente la massima tensione per cui si possono costruire i cavi trifasi pur mantenendo un elevato grado di sicurezza.

#### Costruzione dei cavi *H*.

La caratteristica dei cavi trifasi costruiti secondo il brevetto Höchstädter, e noti sotto la denominazione di cavi *H*, consiste nel fatto che le tre anime, formate come nei cavi comuni da una corda di fili di rame circondata da uno spessore isolante di carta impregnata, vengono esternamente rivestite con un sottile strato metallico (fig. 2 e 3).

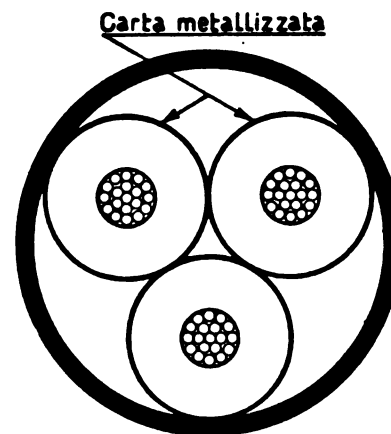


Fig. 2. — Sezione di un cavo trifase tipo *H*.

Le anime sono poi cordate coll'interposizione di un riempitivo ed il complesso del cavo è ricoperto da un tubo di piombo, senza interposizione di altra cintura isolante, e, se necessario, armato nel modo solito. Per formare il rivestimento metallico intorno alle anime si usa generalmente un nastro di carta rivestito con procedimento speciale di un sottilissimo strato di alluminio, dello spessore di pochi centesimi di millimetro, e disposto come ultimo strato dello spessore isolante. Prima dell'applicazione al cavo, la carta metallizzata viene perforata, con tanti piccoli fori distanti l'uno dall'altro di pochi millimetri, allo scopo di permettere il passaggio della miscela isolante durante l'operazione della impregnazione del cavo.

Per assicurare il contatto elettrico fra gli schermi metallici delle singole anime ed il tubo di piombo, ed evitare piccole scariche che danneggerebbero la carta metallizzata, si interpone fra il complesso delle tre anime cordate ed il piombo un rivestimento formato da un nastro di tela nel quale sono intessuti dei sottili fili di rame.

#### Vantaggi dei cavi *H*.

Essendo gli schermi metallici che circondano le tre anime in contatto col tubo di piombo e quindi al potenziale di terra, il cavo si può considerare, per quanto riguarda la distribuzione del campo elettrico, come un sistema di tre cavi unipolari.

Perciò, mentre nei cavi di costruzione normale si ha fra i tre conduttori un campo elettrico rotante, nel cavo *H* si hanno invece tre campi alternativi indipendenti fra i conduttori ed i relativi schermi, in ciascuno dei quali la forza ha sempre direzione radiale, cioè normale agli strati di carta, direzione nella quale l'isolante presenta la massima rigidità dielettrica.

Questa caratteristica essenziale permette di ridurre la quantità di materiale isolante e quindi le dimensioni del cavo con notevole vantaggio sia nel costo del materiale che nelle spese di trasporto e di posa.

Alla minore quantità di isolante ed alla presenza degli schermi metallici corrisponde anche una maggiore capacità del cavo *H* in confronto del cavo normale (dal 30 % al 60 % in più) e ciò può anche essere conveniente per la compensazione del fattore di potenza nel caso di reti di grande estensione.

Un'altra caratteristica di questi cavi, sta nella perfetta aderenza fra il rivestimento metallico che si trova al potenziale di terra e la carta isolante. Vengono con ciò eliminati i piccoli vani d'aria che nei cavi trifasi di costruzione comune restano inevitabilmente fra le anime ed i riempitivi e fra questi ed il piombo e che sono, come abbiamo visto, assai pericolosi per la buona conservazione dell'isolante. E' da notare che nei cavi *H* i riempitivi che si dispongono fra le anime ed il piombo hanno il solo scopo di ottenere una forma cilindrica e compatta del cavo, adatta a ricevere il rivestimento del tubo di piombo, ma non sono elettricamente sollecitati.

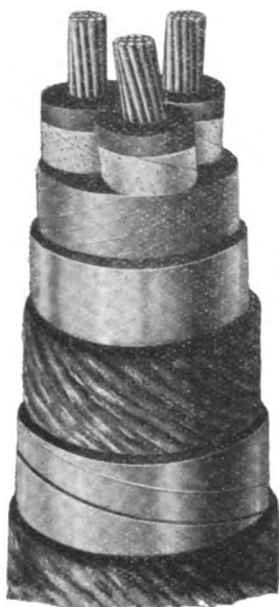


Fig. 3. — Cavo *H* - Sezione dei conduttori  $3 \times 90 \text{ mm}^2$   
Tensione di esercizio 50.000 volt.

E' noto che la presenza di eccessivi spazi d'aria nella massa dell'isolante si può rivelare misurando le perdite di energia nel dielettrico del cavo sottoposto a tensione, perchè tali perdite sono dovute in parte a fenomeni di isteresi e di viscosità dielettrica ed in parte agli effluvi che oltre un certo valore della tensione si producono nei vani d'aria. Una proprietà dei cavi *H* è dunque di avere piccole perdite nel dielettrico e basso valore del fattore di potenza a vuoto anche a tensioni notevolmente superiori alla tensione normale di esercizio.

Infine un importante vantaggio dei cavi *H* in confronto del tipo normale consiste nel minore riscaldamento dovuto sia alla minore massa del dielettrico sia alla conducibilità termica dei rivestimenti metallici.

La determinazione col calcolo della resistenza termica interna dei cavi *H* offre serie difficoltà per la presenza di diversi materiali aventi diversa conducibilità termica; il *Simons* ne ha calcolato un valore approssimato in eccesso supponendo che il calore si propaghi in direzione radiale fra ciascun conduttore ed il corrispondente rivestimento di carta metallizzata e quindi lungo il rivestimento stesso fino alla generatrice di contatto col tubo di piombo.

Il calcolo e l'esperienza mostrano che a pari diametro esterno i cavi *H* hanno una resistenza termica inferiore di circa il 30 per cento di quella del cavo normale e che di conseguenza essi possono portare una intensità di corrente sensibilmente maggiore per una data sopraelevazione di temperatura. Si può mediamente ritenere che la portata in kVA dei cavi *H* sia superiore del 25 per cento circa di quella dei cavi normali per posa sotterranea ed il vantaggio è ancora maggiore per i cavi subacquei.

#### Limiti di tensione.

Si è visto che i cavi trifasi di costruzione normale non si possono costruire per tensioni di esercizio superiori ai 30 o 35 kV mentre col tipo *H* questo limite può essere sorpassato in grazia della minore quantità di dielettrico impiegato. Il valore del limite massimo di tensione dipende dal grado di sicurezza che si deve stabilire in relazione alle condizioni di funzionamento del cavo. Per le linee che hanno il punto neutro isolato da terra si deve fissare un valore del gradiente del potenziale nel dielettrico del cavo minore di quello che si può ammettere per linee funzionanti col punto neutro permanentemente connesso a terra, perchè nel primo caso quando una fase va a terra la differenza di potenziale alla quale è sottoposto l'isolamento delle altre fasi è  $\sqrt{3}$  volte maggiore di quella normale e questa sovratensione può avere una durata relativamente lunga. Di conseguenza anche il limite massimo di tensione per la costruzione dei cavi *H* è minore nel primo caso. Così per impianti con neutro isolato non conviene oltrepassare i 50 kV mentre per linee aventi il neutro a terra, o munite di dispositivi automatici che provvedano ad isolare rapidamente il cavo in caso di messa a terra di una fase, si possono costruire cavi destinati a funzionare con tutta sicurezza fino a tensioni di 60 a 65 kV.

La fig. 3 mostra un cavo tipo *H* costruito dalla Soc. An. Ing. V.

Tedeschi per tensione di esercizio di 50 kV colle seguenti caratteristiche:

- Sezione dei conduttori:  $90 \text{ mm}^2$ ;
- Spessore isolante: 12 mm;
- Diametro sul tubo di piombo: 89 mm;
- Perdite nel dielettrico alla tensione normale di esercizio ed alla temperatura di funzionamento di  $35^\circ$ : 1 watt per metro;
- Tensione di perforazione fra i conduttori: superiore a 400 kV;
- Corrente massima di regime permanente per posa sotterranea: 190 amp.

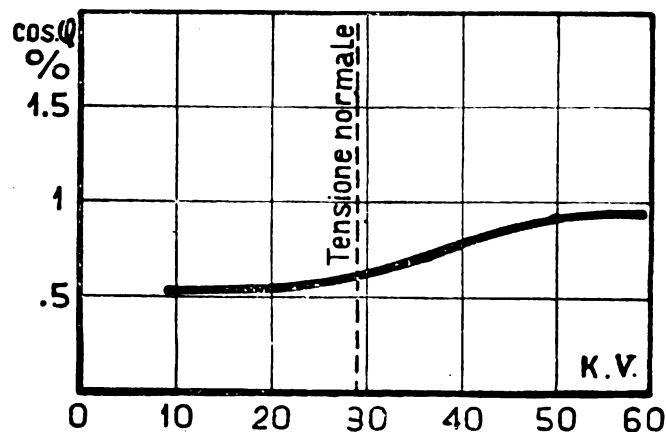


Fig. 4.

La legge di variazione del fattore di potenza a vuoto in funzione della tensione applicata ed alla temperatura di  $35^\circ$  è indicata nel diagramma della fig. 4.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

### Movimento delle Società Elettriche.

#### BILANCI E DIVIDENDI.

*Società Nazionale per Imprese Elettriche* — Milano — Capitale L. 200.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 marzo 1927 presenta un avanzo di L. 2.752.003, sul quale si distribuisce alle azioni un dividendo di L. 25, pari al 10 per cento.

#### COSTITUZIONI E SCIoglimenti di Società.

*Società Idroelettrica del Secchia* — Ferrara.  
Si è costituita con capitale di L. 900.000 diviso in 9000 azioni da L. 100.

*Società An. Applicazioni Razionali dell'Elettricità* — Firenze.  
E' stata costituita col capitale di L. 100.000 in 200 azioni da L. 500.

*Società An. Impianto Idroelettrico di Confienza* — Milano.  
Venne costituita con capitale sociale di L. 500.000 distribuito in 500 azioni da L. 1000.

*Società Elettrica Sommese* — Somma Lombarda - Cap. L. 50.000.  
Venne deciso di procedere allo scioglimento ed alla messa in liquidazione della Società.

*Società Veneta Impianti Materiali Elettrici* — Venezia - Capitale L. 2.000.000.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

*Soc. Elettrica Abruzzese per la Ferrovia del Tavo* — Roma.  
Venne deciso lo scioglimento e la liquidazione della Società.

*Soc. An. Wolf Lampade Elettriche* — Palermo.  
E' stato deciso lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Soc. An. Forze Elettriche Val Dogogna* — Milano.  
E' stato deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 200.000 a L. 400.000 emettendo 200 azioni da L. 1000.

*Soc. An. Forze Idroelettriche dell'Appennino Centrale* — Pistoia.  
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 6.000.000 a L. 10.000.000 mediante l'emissione di 40.000 azioni da L. 100.

*Società Elettrica Alto Cremonese* — Milano.  
Si è deliberato di aumentare il capitale sociale portandolo da L. 2.400.000 a L. 3.000.000 mediante l'emissione di 6000 nuove azioni da L. 100.



*Società Elettrica Alto Milanese — Busto Arsizio.*

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale elevandolo da L. 5.000.000 a L. 20.000.000 mediante emissione di 150.000 azioni da L. 100.

*Società Elettrica Bresciana — Milano.*

L'assemblea straordinaria ha deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 60.000.000 a L. 75.000.000 emettendo 150.000 azioni da L. 100 nominative, ma al prezzo di L. 140.

*Impresa Elettrica di Riunione — Milano.*

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 450.000 a L. 1.800.000.

*Soc. Elettrometallurgica Napoletana - A. Castelli e C. — Napoli.*

Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 1.205.000 a L. 500.000 con l'annullamento totale del vecchio capitale di L. 5000 e con la riduzione di L. 700.000 sul capitale successivamente costituito.

E' stata deliberata la riduzione del capitale sociale da L. 200.000 a L. 100.000.

#### FUSIONI DI SOCIETÀ.

*Società Elettrica Alto Milanese.*

*Società Elettrica Saronnese.*

*Società Elettrica di Sesto Calende.*

E' stata deliberata la fusione di queste tre Anonime mediante assorbimento delle ultime due da parte della Società Elettrica Alto Milanese, di Busto Arsizio.

\* \*

Il mese di luglio non è stato povero di interesse pel mondo politico; parecchi avvenimenti sensazionali, fortunatamente senza conseguenze gravi si susseguirono con insolita frequenza.

Il fatto saliente e che avrebbe potuto facilmente assumere sviluppi molto pericolosi è stato indubbiamente il tentativo di rivolta scoppiato improvvisamente in Austria. Il movimento suscitato da mene comuniste sulla base di un futile pretesto, assunse l'aspetto selvaggio di una vera insurrezione di popolo. Non mancarono i tentativi di allargarlo a tutto lo Stato colla proclamazione dello sciopero generale.

Fortunatamente il Governo di Seipel, per quanto colto alla sprovvista, riuscì a dominare la situazione con relativa facilità specialmente grazie al comportamento calmo e ponderato delle provincie le quali anche in questa occasione hanno accentuato il loro distacco morale dall'ambiente della capitale mettendo nuovamente in evidenza l'aspetto strano della situazione austriaca con una immensa capitale affetta da tutte le caratteristiche dei grandi centri urbani moderni, ed un piccolo Stato eminentemente agricolo e conservatore.

Quanto pericoloso per la pace di Europa sia stato il subbuglio austriaco è facile vedere rilevando i commenti della stampa politica europea dei diversi Paesi.

In Germania naturalmente, come anche in certi ambienti austriaci, se ne toglie occasione per ribattere il chiodo dello Anschluss senza del quale la vita dello Stato austriaco non potrebbe mai essere tranquilla. Non vi è bisogno di dire che una tale mossa farebbe scoppiare un vero incendio di guerra in tutti i confini dell'Austria e dell'Ungheria, e le conseguenze per tutta l'Europa sono facilmente prevedibili.

In Francia viceversa si prende motivo da questo medesimo fatto per riprendere le manovre già da tempo spiegate per la creazione di una unione doganale dell'Austria coi nuovi Stati circostanti. Si vorrebbe cioè costituire una sorta di Confederazione danubiana, che sarebbe naturalmente sotto l'influenza della sua creatrice, ossia della Francia. E' evidente che l'Italia non potrebbe tollerare una iniziativa di tale sorta.

Momenti difficili ha attraversato, e attraversa tuttora, la Romania dove, dopo la morte del Re, la situazione si è fatta delicatissima. Sono note le inimicizie invincibili dei partiti, soltanto superficialmente sopite nel momentaneo accordo per la reggenza. Dietro i partiti si profila la incognita del principe Carol, il quale ha già fatto intendere di non ritenere come assolutamente definitiva la sua rinuncia al trono. Non vanno dimenticati i giochi delle influenze politiche esercitate da alcune Nazioni estere e che complicano ancora di più la situazione.

Anche l'Irlanda, che da qualche tempo aveva cessato di agitare gli ambienti politici europei, è stata messa nuovamente in agitazione da delitti di sangue, esponenti della situazione estremamente tesa creatasi dopo le ultime elezioni.

Un'aspra discussione, che sembrava riportarci alle agitate atmosfere di qualche anno addietro, si è accesa fra il Belgio e la Germania intorno alla questione degli armamenti. Le relazioni fra i due Paesi sono molto tese.

Altrettanto può dirsi dei rapporti fra la Francia e la Russia la quale ultima va esplicando un'opera di propaganda che la Francia non può più oltre tollerare. Si è avuto uno scambio vivace di note diplomatiche e si prevede come probabile la rottura dei rapporti diplomatici analogamente a quanto è successo coll'Inghilterra.

A Londra l'attività diplomatica è stata intensa. La visita del Re dell'Egitto ha servito a chiarire alquanto i rapporti fra le due Nazioni. Si starebbe anche trattando per la ammissione della Mesopotamia nella Società delle Nazioni. Un trattato coll'Yemen sarebbe in corso sulla base di quello che lo Stato arabo ha già concluso coll'Italia.

La Conferenza navale per la riduzione degli armamenti ridotta,

come è noto, a tre soli componenti e praticamente chiusasi in una disputa anglo-americana, si trascina lentamente verso il fallimento che non si è ancora proclamato soltanto perchè nessuno vuole assumersene la responsabilità diretta.

\*

L'andamento del piano Dawes per le riparazioni di guerra della Germania mantiene il suo ritmo regolare. E' nota l'importanza che esso ha assunto nei riguardi della nostra economia nazionale, da quando l'Italia ha consolidato il suo debito coi creditori alleati. Il regolare gettito delle riparazioni tedesche interessa grandemente la nostra tranquillità finanziaria poichè da esso dipende la possibilità per l'Italia di far fronte agli impegni assunti.

Risulta che nel mese di giugno ora decorso l'Italia ha introitato complessivamente per tale voce 6.289.000 marchi-oro. Tale valore risulta per 3.400.000 marchi da consegne di carbone, per 673.000 da spese di trasporto del medesimo e pel rimanente da forniture diverse.

Nei primi dell'annualità in corso e che è, come è noto, la terza dell'applicazione del piano Dawes, vale a dire dal 1° settembre 1926 al 30 giugno 1927, l'Italia ha ricevuto in totale tante riparazioni per complessivi 70.331.000 marchi-oro, la massima parte dei quali sotto forma di consegne di carbone (36.206.000 marchi), spese di trasporto (10.575.000 marchi), prodotti chimici diversi (7.286.000 marchi), ecc.

La Germania nei dieci mesi ora citati ha eseguito pagamenti in conto riparazioni per un ammontare totale di 1036 milioni di marchi-oro. Di essi, 89 milioni sono andati in spese diverse e 347 milioni passarono ai Paesi creditori.

E' interessante seguire la ripartizione di tale somma. Come si è detto toccarono all'Italia poco più di 70 milioni di marchi-oro. La Francia ne ricevette 464, l'Inghilterra 226, gli Stati Uniti 75, il Belgio 53, la Jugoslavia 35; cifre minori toccarono alla Romania, al Giappone, al Portogallo, alla Grecia, alla Polonia. La posizione dell'Italia strappa, in verità, amari commenti!

Le previsioni per l'intera terza annata del Piano Dawes, che si chiuderà al 31 agosto corrente, permettono di ritenere che l'Italia introiterà complessivamente 96.734.000 marchi-oro; l'annata precedente aveva fruttato 86.030.000 marchi e la prima annata 66.814.000 marchi-oro. Complessivamente dunque nei tre anni i nostri proventi per le riparazioni tedesche sono state di 249.578.000 marchi-oro.

Sono in corso attualmente le sistemazioni degli ultimi crediti italo-austriaci sulla base del lavoro predisposto dallo speciale Ufficio di verifica e compensazione austro-italiano.

I cordiali rapporti italo-ungheresi di cui abbiamo più volte fatto parola, si vanno concretando. Recentemente è stata firmata la convenzione che sancisce le agevolazioni concesse al traffico ungherese nel porto di Fiume. Questo accordo è la conclusione delle intese di massima raggiunte nello scorso aprile e successivamente perfezionate nei loro dettagli.

La stampa ungherese ha tratto profitto da tale fatto per commentare nuovamente in termini calorosi l'amicizia italo-ungherese e mettere in evidenza come si debba alle buone disposizioni del Governo italiano se la bandiera ungherese potrà tornare nuovamente a sventolare sui mari.

Saranno riprese fra poco le trattative per la revisione degli accordi commerciali attualmente in vigore fra i due Paesi. Tali accordi non poterono fino ad ora arrivare ad un completo Trattato di Commercio perchè l'Ungheria se avesse fatto troppe concessioni all'Italia sarebbe venuta a pregiudicare le trattative in corso cogli altri Stati vicini.

Ora però si troverà modo di perfezionare gli accordi in modo da intensificare il traffico fra i due Paesi. Bisogna tenere presente che prima della guerra il movimento commerciale dell'Ungheria costituiva circa l'80 per cento del movimento totale del porto di Fiume, sia in importazione che in esportazione. Fiume rappresenta quindi per l'Ungheria uno sbocco di primaria ed eccezionale importanza e questa circostanza non potrà a meno di influire sul corso delle trattative.

Molto interesse ha suscitato sia sotto l'aspetto politico, sia anche nei possibili riflessi nel campo commerciale, la visita ufficiale della Missione dell'Yemen, la quale dopo essere stata solennemente ricevuta alla capitale, ha fatto un rapido viaggio attraverso l'Italia. Si fanno pronostici ottimistici sul possibile sviluppo dei traffici commerciali col nuovo regno arabico; la cosa può interessare in modo particolare la nostra Colonia del Mar Rosso.

Importanza notevole ha pure assunto la visita a Roma dei Ministri della Grecia per gli Esteri e le Finanze. Essi ebbero lunghi colloqui coll'On. Mussolini ma naturalmente nulla di questo è trapelato in merito. Vediamo con soddisfazione il grande miglioramento sopravvenuto negli ultimi anni nei nostri rapporti col vicino Stato. L'amicizia con l'Italia sembra formare una delle direttive fondamentali dell'attuale Governo Greco ed è lecito sperare che ne derivi anche un ulteriore incremento nel movimento degli scambi commerciali.

E' atteso a Roma in visita ufficiale Re Fuad dell'Egitto. Il sovrano è un vecchio e fidato amico del nostro Paese che gode nell'Egitto larghe e fondate simpatie. E' questo un altro dei contatti di amicizia che l'Italia va prendendo col mondo orientale e che potranno giovare per estendere sempre di più la sua pacifica influenza sui Paesi islamitici.

Coll'Egitto l'Italia mantiene un traffico commerciale che è già notevole e che indubbiamente sarebbe suscettibile di ulteriori sensibilissimi sviluppi. Dopo la stasi dell'immediato dopo guerra le no-

stre esportazioni raggiunsero i 4,4 milioni nel 1921 e salirono a 9,5 milioni nel 1925.

✱

Le prime notizie che si possono avere circa la chiusura del conto del Tesoro al 30 giugno, ossia alla fine dell'esercizio finanziario 1926-1927, sono soddisfacenti.

A tale data il bilancio presentava infatti un avanzo effettivo di 405 milioni; è probabile che gli ulteriori accertamenti portino ancora un sensibile aumento a tale cifra. Ad ogni modo anche ritenendo i 405 milioni fino ad ora accertati come costituenti tutto l'avanzo di esercizio essi costituiscono sempre un valore che supera di ben 215 milioni l'avanzo previsto per tutto l'esercizio che era di 190 milioni.

Bisogna poi tener conto che la cifra di 405 milioni è depurata delle somme spese per costruzioni ferroviarie e dello stanziamento ben noto per la riduzione della circolazione di Stato. Se l'avanzo fosse stato computato senza tener conto di tali voci, vale a dire in modo confrontabile con quanto fatto nei precedenti bilanci, si avrebbe avuta la cifra ben maggiore, di 1154 milioni di lire.

E' interessante rilevare l'andamento degli impegni nelle spese dello Stato. Al 31 maggio restavano ancora disponibili, perchè non impegnati, stanziamenti per 446 milioni di lire, mentre al 31 maggio 1926 si avevano solo 304 milioni non impegnati. Gli impegni assunti nei primi undici mesi dell'esercizio ora chiuso sono rimasti inferiori alle previsioni per 144 milioni, e precisamente per 96 milioni per minori impegni nelle spese effettive ordinarie e per 48 milioni in quelle straordinarie.

E' da rilevare anche il brillante andamento delle aziende industriali dello Stato. I risultati, ancora provvisori, dell'intero esercizio 1926-1927 danno un introito complessivo di 4.276.399.239 lire contro 3.954 milioni introitati nell'esercizio precedente. Si è verificato cioè un incremento nel gettito dei monopoli di oltre 313 milioni.

Il contributo maggiore è dato naturalmente dai tabacchi i quali hanno dato un gettito di 3.444 milioni circa presentando un aumento di oltre 290 milioni sull'esercizio precedente (9,21 per cento); l'incremento che è il più forte verificatosi dopo il 1920 è tanto più notevole in quanto nell'esercizio ora chiuso non vi sono stati sensibili inasprimenti di tariffe. Confortante è anche il notevole sviluppo che va assumendo la nostra esportazione in paesi stranieri.

Gli incassi totali per entrate effettive ordinarie e straordinarie sono stati, durante l'intero esercizio 1926-27, di 20270 milioni, mentre i pagamenti furono di 19.526 milioni; si è avuta quindi una eccedenza attiva di 753 milioni.

Il fondo generale di Cassa risultava, al 30 giugno 1927, di 2168 milioni. Il miglioramento del Conto del Tesoro è stato sensibilissimo in questi ultimi mesi. Dopo il miglioramento di 743 milioni prodottosi nel mese di aprile, si ha avuto ancora nel mese di maggio e poi in quello di giugno un ulteriore miglioramento per complessivi 322 milioni. Dal principio dell'esercizio alla chiusura di esso, si è avuto un miglioramento complessivo di ben 2727 milioni nel Conto del Tesoro.

La situazione dei debiti pubblici interni rispecchia finalmente la nuova situazione dopo il prestito del Littorio. Tenendo conto delle nuove sottoscrizioni al Prestito come anche dell'aggravio risultante dalle conversioni dei Buoni del Tesoro, e d'altra parte detraendo una ulteriore diminuzione di 296 milioni verificatosi durante il mese di giugno, risulta che l'ammontare complessivo dei debiti interni al 30 giugno 1927 era di 90.381 milioni.

Si ricordi che al 30 giugno 1926 i debiti pubblici interni aumentavano a 91.309 milioni di lire. Si vede dunque che pur avendo provveduto al consolidamento dei debiti a breve scadenza, con vantaggio evidente e grande della situazione del Tesoro, si è potuta ancora realizzare una diminuzione di 928 milioni, ossia di circa un miliardo, nel debito pubblico complessivo. Questa è la riprova migliore del successo della operazione di conversione e della bontà della politica finanziaria severa intrapresa dal Governo.

La ferma intenzione del Governo di perseverare su questa via è confermata da due ordini di provvedimenti. L'uno si riferisce alla progettata istituzione di una Cassa per l'ammortamento del debito pubblico; di esso abbiamo dato notizia altra volta, ma ancora non sono note le linee fondamentali del progetto. L'altro provvedimento è quello recentemente emanato che toglie la facoltà di conversione ai Buoni del Tesoro novennali non ancora convertiti. Quest'ultima disposizione è in evidente dipendenza dal piano di ammortamento preannunciato poichè evidentemente era necessario prima di tutto chiudere ogni possibile via di ulteriore incremento nei debiti pubblici.

Anche le condizioni della circolazione sono notevolmente migliorate.

Al 30 giugno u. s., ossia alla chiusura dell'esercizio 1926-27, la circolazione complessiva di Stato e bancaria ammontava a 18.965 milioni di lire. Si noti che al 31 luglio 1926 la circolazione stessa era di 20.428 milioni di lire. Dall'epoca del discorso di Pesaro alla fine giugno di quest'anno si è avuto quindi un alleggerimento totale di 1464 milioni di lire.

In particolare poi la circolazione di Stato è passata da 2100 milioni a 1291 milioni di lire, con una contrazione di 809 milioni. La circolazione bancaria a sua volta è passata da 18.328 milioni a 17.674 milioni di lire presentando una diminuzione di 654 milioni.

Qualitativamente il miglioramento è anche più sensibile in quanto fra la circolazione bancaria, quella emessa per i bisogni dello Stato è diminuita di ben 2500 milioni; e la circolazione per conto del com-

mercio è mantenuta per ben 1414 milioni al di sotto del limite massimo fissato come è noto, in 7 miliardi.

Riferendosi agli estremi toccati negli ultimi anni è interessante rilevare che la circolazione quale si presentava al 30 giugno 1927 era inferiore di ben 3035 milioni al massimo di 22 miliardi che si era toccato al 31 dicembre 1920. Essa però è ancora superiore, benchè per soli 175 milioni, al minimo assoluto che si era raggiunto al 31 maggio 1923.

Si può ritenere che questo minimo sarà presto raggiunto nuovamente e rapidamente oltrepassato. Basta infatti considerare l'andamento della circolazione negli ultimi mesi per notare come la sua contrazione sia continua e sensibilissima. Nel 1927 si sono infatti avuti finora i seguenti alleggerimenti nella circolazione: nel gennaio 373 milioni, nel febbraio 181 milioni, nel marzo 141 milioni, nell'aprile 147 milioni, nel maggio 270 milioni e nel giugno 556 milioni. Continuando con questo andamento è chiaro che il miglioramento nella circolazione sarebbe notevolissimo in breve tempo. Naturalmente però occorre fare i conti colle necessità imprescindibili dell'industria che possono richiedere in qualche momento una sosta o un rallentamento nel movimento di deflazione.

Tanto più notevoli sono le cifre fin qui esposte pel fatto che ad esse fa riscontro d'altra parte un progressivo e sensibile aumento nelle riserve auree od equiparate della Banca d'Italia.

Infatti durante il mese di maggio 1927 le riserve metalliche od equiparate della Banca aumentarono di 76 milioni di lire-oro passando da 2749 milioni a 2825 milioni di lire-oro; e precisamente aumentò di 6 milioni l'oro passando da 1157 milioni a 1163 milioni e di 70 milioni aumentarono le valute equiparate passando da 1973 a 1144 milioni.

Nel giugno si ebbe un ulteriore aumento di riserve per 40 milioni di lire-oro. In tal modo al 30 giugno 1927 le riserve auree della Banca d'Italia arrivavano a 2866 milioni di lire-oro presentando un aumento di 919 milioni (ossia del 47 per cento) su quelle esistenti al 31 agosto 1926.

In conseguenza il rapporto fra la riserva e la circolazione, che alla fine agosto dello scorso anno era di 10,81 per cento, è salito, al 30 giugno 1927 fino al 16,22 per cento. Calcolando la sterlina a lire 87, le riserve auree della Banca d'Italia corrispondevano quindi a 9920 milioni di lire, ossia coprivano il 56 per cento della circolazione cartacea che era, come si è detto, di 17.674 milioni di lire.

Da prima della guerra ossia dalla fine dicembre 1913 al 30 giugno 1927 le scorte auree della Banca d'Italia si sono accresciute di 1205 milioni ossia hanno subito un incremento del 72 per cento.

✱

L'andamento del nostro movimento commerciale prosegue nell'aspetto assunto ormai da qualche mese in relazione specialmente alla politica di deflazione e rivalutazione seguita dal Governo. Nascondere le difficoltà che da tale politica vanno sorgendo inevitabilmente per la industria sarebbe incomprensione ed ingenuità. E' certo che il momento attuale richiede da tutti i nostri industriali una grande ocultezza, abilità di iniziative ed anche spirito di sacrificio.

L'osservazione obiettiva dello stato delle cose ci permette tuttavia di constatare come le conseguenze della attuale politica monetaria per altri aspetti tanto lodevole, siano anche nei riguardi dell'industria meno onerose di quanto potevasi temere.

Si va infatti bensì manifestando una contrazione nel movimento di esportazione, ma tale fenomeno è contenuto in limiti molto ridotti e la diminuzione costituisce una percentuale relativamente piccola della nostra esportazione totale. Contemporaneamente si manifesta una riduzione nelle importazioni e in misura assai più sentita tantochè il movimento complessivo di trade in un notevole alleggerimento dello sbilancio commerciale.

Nei primi cinque mesi dell'anno in corso le nostre esportazioni sono state di 6540 milioni di lire, contro 6778 milioni nel corrispondente periodo del 1926. Si è avuta quindi una diminuzione di 228 milioni circa, in cinque mesi, pari al 3,4 per cento delle esportazioni totali. Contemporaneamente le importazioni in Italia scendevano da 11.539 milioni nei primi cinque mesi del 1926, a 9918 milioni nei primi cinque mesi del 1927, con una diminuzione quindi di 1620 milioni, pari al 14 per cento.

Lo sbilancio totale nei primi cinque mesi era dunque stato di 3368 milioni con un miglioramento di 1392 milioni sul 1926.

Nel mese di giugno il movimento è continuato. Le esportazioni durante tale mese furono di 1330 milioni contro 1697 milioni del giugno 1926, presentando una diminuzione di 267 milioni. Nello stesso mese le importazioni furono di 1985 milioni, contro 2720 milioni nel giugno dello scorso anno: si ebbe quindi una restrizione di 735 milioni. Si è avuto perciò durante il mese di giugno un miglioramento di 468 milioni nello sbilancio commerciale.

Ne viene che nel primo semestre 1927 lo sbilancio commerciale complessivo è stato di 3923 milioni anzichè di 5784 milioni come nel primo semestre 1926. Vale a dire che si è ottenuto un miglioramento di 1860 milioni in sei mesi.

Naturalmente se il miglioramento della bilancia commerciale è per sé fenomeno soddisfacente bisogna tenere presente che esso è il risultato di due fenomeni che per loro conto non possono essere ritenuti soddisfacenti. Tale non è certamente la riduzione delle esportazioni, sebbene, come abbiamo accennato si tratti di un fenomeno ine-

virabile e transitorio nelle contingenti circostanze e non intacchi la sana compagine delle nostre industrie.

Anche la contrazione nelle importazioni può dar luogo a preoccupazioni quando si prolunghi e si intensifichi. Un Paese come il nostro tanto bisogno di materie prime non può evidentemente permettersi di ridurre oltre un certo limite le proprie importazioni senza inaridire le proprie industrie e tagliarsi quindi le possibilità alle esportazioni.

Vero è che la forte contrazione nelle importazioni verificatosi negli ultimi mesi risulta certamente in gran parte da due cause contingenti. Prima, la smobilitazione dei magazzini e delle riserve, naturale in un periodo di movimento nelle valute e di relativa ristrettezza di mezzo circolante. Il fenomeno può essere utile fino ad un certo punto in quanto permette di ridurre l'onere che, sui costi di produzione, grava per opera degli interessi passivi; ma è chiaro che il movimento non può essere spinto troppo oltre senza diventare pericoloso. L'altra ragione che influisce sulla riduzione delle importazioni è la rateazione negli acquisti, essa pure utile in periodo di movimento dei costi.

Certo è però che la contrazione delle importazioni è per sé un fenomeno che va attentamente seguito in quanto può essere un indice prezioso per prevedere l'andamento futuro delle nostre industrie e i loro bisogni fondamentali ai quali bisogna sollecitamente provvedere.

Nei riguardi della riduzione delle esportazioni è interessante rilevare come il loro andamento segua da vicino l'andamento dei prezzi oro in Italia. Il rapporto fra le due serie di fenomeni è, del resto, evidente.

Negli ultimi quattro o cinque anni, l'indice dei prezzi-oro in Italia si era mantenuto alquanto più basso, di circa il 16 per cento, rispetto all'indice medio dei prezzi-oro agli Stati Uniti. Nei primi mesi del 1927 tale posizione di vantaggio si attenua alquanto scendendo a circa il 5 per cento. Col mese di aprile questa nostra posizione favorevole cessa completamente, anzi si rovescia registrandosi un indice del 5,9 per cento superiore a quello degli Stati Uniti; nel maggio l'indice supera del 7 per cento quello americano.

Nel luglio fortunatamente si nota un progressivo miglioramento che riporta l'indice oro in Italia verso la parità con quello degli Stati Uniti.

Si tratta evidentemente di una conseguenza della rivalutazione monetaria e del ritardo inevitabile dei prezzi a seguire gli spostamenti della valuta. E' necessario che tale periodo transitorio di assestamento sia superato quanto più rapidamente possibile onde si creino nuovamente le condizioni favorevoli alla ripresa delle nostre esportazioni. L'opera del Governo a tale riguardo può essere preziosa e deve essere secondata energicamente e volentiersamente da tutti i buoni cittadini. Come si è visto, nel mese di luglio già si comincia a notarne i benefici effetti.

Abbiamo dato notizia, nelle Note dello scorso mese, delle rettifiche che l'Istituto di Statistica aveva apportato alle calcolazioni relative allo andamento della sbilancio commerciale negli anni della guerra e del dopo guerra. Da tali calcolazioni il deficit commerciale del 1926 sarebbe stato inferiore a quello dell'ante guerra, essendo valutato in 937 milioni contro i 968 milioni del 1913. Ma anche questa rettifica non era definitiva perchè il valore dell'oro era nel frattempo mutato e perciò si rendeva necessaria un'altra operazione di conguaglio per valutare lo sbilancio commerciale del 1926 in unità monetarie veramente paragonabili a quelle di ante guerra.

L'Istituto Centrale di Statistica annuncia che avendo effettuato anche questa ulteriore correzione, risulta che lo squilibrio commerciale del 1926 è valutabile in soli 245 milioni di lire prebelliche, ossia nella quarta parte dello sbilancio verificatosi negli anni dell'immediato anteguerra. Questi risultati, sotto certi aspetti veramente sorprendenti, possono essere causa di legittima soddisfazione nazionale.

Che il nostro movimento commerciale ed industriale sia, ad onta delle difficoltà contingenti, ancora intenso, è confermato dalle statistiche dell'attività portuale e ferroviaria.

Nel mese di maggio approdarono ai nostri porti 15.849 navi e vi sbarcarono 2.317.514 tonnellate di merci; ne partirono 15.746 imbarcando 761.002 tonnellate di merci. Nel maggio 1926 si avevano avute 2.304.396 tonnellate di merci sbarcate e 632.884 tonnellate di merci imbarcate. Nel giugno di questo anno approdarono 16.701 navi e sbarcavano 2.274.459 tonnellate di merci, mentre partirono 16.815 navi con 685.258 tonnellate di merci; nello scorso anno le merci sbarcate in giugno erano state 1.978.935 tonnellate e quelle imbarcate 635.483 tonnellate.

Rileviamo con compiacimento, a proposito del movimento marittimo, come, dalle statistiche del Lloyd's Register inglese, risulti che la marina mercantile italiana occupi attualmente il quarto posto nel mondo, con 3.396.000 tonnellate di navi, venendo dopo l'Inghilterra (19.179.000 tonn.); gli Stati Uniti (11.169.000 tonn.) e il Giappone (4.035.000 tonn.) e superando la marina francese (3.362.000 tonn.) e quella germanica (3.320.000). Nelle costruzioni navali l'Italia tiene ancora il terzo posto con 661 navi impostate per 266.774 tonnellate, dopo l'Inghilterra (1.039.378 tonnellate) e la Germania (407.520 tonnellate).

Al movimento, prima indicato, dei porti fa riscontro l'attività del traffico ferroviario. Durante lo scorso mese di maggio si trasportarono 5.487.010 tonnellate di merci contro 5.691.719 tonnellate del maggio 1926; si ebbe quindi una diminuzione di circa il 3,60 per cento mentre la diminuzione nel numero dei carri caricati fu del 2,61 %. Il movimento degli scambi coll'estero sulle ferrovie fu superiore a quello dello scorso anno. Si importarono infatti 644.600 tonnellate di merci nel maggio 1927 invece di 617.782 nel maggio 1926; analoga-

mente le esportazioni furono di 272.322 tonnellate contro 267.362 dello scorso anno.

La disoccupazione è in diminuzione. Nel mese di maggio le giornate di sussidio pagate ai disoccupati furono di 1.321.000 mentre erano state di 1.352.000 in aprile e 1.522.000 in marzo. Il numero dei disoccupati per il maggio risulterebbe di circa 215.000 senza notevole differenza del mese precedente.

Notizie ufficiose interessanti si hanno dalle Colonie. Risulta che nell'esercizio finanziario ora chiuso furono fatti in Tripolitania accertamenti fondiari per un valore di 3.500.000 lire. Il credito agrario nel 1926 si è esteso su 15.000 ettari in coltivazione; le Case coloniche sono passate da 95 nel 1925, a 343 nel 1926 e i pozzi passarono da 151 a 298.

\*

La stagione estiva ha portato, come di solito, un'ulteriore restrizione nel volume degli affari trattati nelle nostre Borse.

E' tuttavia interessante rilevare come, a questo assottigliamento delle trattazioni, faccia riscontro un andamento alquanto più sostenuto delle quotazioni. In generale il mercato del mese di luglio può definirsi calmo ma resistente ciò che segna già un progresso sulla tendenza pessimistica prevalente negli ultimi mesi.

In particolare i fondi Stato hanno dimostrato grande sostenutezza e, sia la Rendita che il Consolidato, registrano progressi sensibili.

I titoli bancari sono stati attivissimi durante tutto il mese con comportamento fermissimo che fece loro realizzare dei miglioramenti non trascurabili.

Nel comparto dei tessili l'andamento è stato alquanto irregolare e diverso per i vari titoli. Tuttavia anche qui la fisionomia sostenuta del mercato si accentua specialmente in chiusura tantochè quasi tutti i titoli si avvantaggiano di qualche punto.

Più calmo ed invariato è stato il mercato dei titoli meccanici e metallurgici dove non si registrano spostamenti degni di nota. Altrettanto può dirsi dei titoli dei trasporti poco trattati.

Piuttosto trascurati gli alimentari fra i quali pure però si registra qualche vantaggio. In aumento gli immobiliari e sostenuti anche i titoli di esportazione.

I titoli elettrici hanno avuto un mercato relativamente abbastanza attivo ma irregolare e indeciso.

RENATO SAN NICOLÒ.

\*

#### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di luglio 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	490	472	484
Lombarda . . . . .	500	715	690	695
Bresciana . . . . .	100	188	174,50	172
Adamello . . . . .	200	214	189	191
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	94	92	93
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	212,50	200,25	203,50
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	223	230	238
Adriatica . . . . .	100	184	191	197
Negri . . . . .	100	150	140	159
Ligure Toscana . . . . .	200	210	207	211
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	88	87	89
Elettrica Briosci . . . . .	250	360	358	355
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	31,50	31	31
Forze Idrauliche Crespi . . . . .	250	350	350	348
Elettrica Valdarno . . . . .	100	115	116	117
Tirso . . . . .	250	152	141	152
Terni . . . . .	400	362	344	353
Meridionale di Eletticità . . . . .	250	255	247	248
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	118	107	108
Dinamo . . . . .	100	105	107	108

#### Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di luglio 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

Carboni da vapore			
Cardiff primario . . . . .	L. 190,—	a L. 195,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—,—
Americano . . . . .	180,—	185,—	—
Slesia . . . . .	170,—	175,—	—
Sarre . . . . .	135,—	155,—	—
Antraciti			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	305,—	310,—	—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	305,—	310,—	—
Coke			
Coke da gas nazionale . . . . .	205,—	210,—	—
Coke da gas inglese . . . . .	225,—	230,—	—
Coke metallurgico inglese . . . . .	220,—	225,—	—
Petrolio . . . . .	230,—	265,—	al quint.
Nafta			
Per Diesel . . . . .	535,—	565,—	alla tonn.
Per caldaie . . . . .	500,—	530,—	—
Benzina in fusti . . . . .	265,—	325,—	al quint.

## METALLI

<b>Ghisa</b>			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 620,—	a L. 630,—	alla tonn.
Middlesbrò N. 3 . . . . .	530,—	» 540,—	»
Ematite . . . . .	550,—	» 560,—	»
Lussemburgo-Lorena . . . . .	465,—	» 470,—	»
<b>Ferro</b>			
Laminato omogeneo . . . . .	103,50	» —,—	al quint.
Poutrelles . . . . .	98,50	» —,—	»
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	110,—	» —,—	»
Tubi per gas . . . . .	220,—	» —,—	»
<b>Acciaio</b>			
Rapido per utensili . . . . .	1620,—	» 2700,—	»
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,—	» 220,—	»
<b>Rame</b>			
Elettrolitico . . . . .	600,—	» 620,—	»
In fogli comune . . . . .	890,—	» 910,—	»
In barre tonde e quadre . . . . .	835,—	» 845,—	»
Stagno in pani . . . . .	2725,—	» 2775,—	»
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	320,—	» 330,—	»
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	260,—	» 270,—	»
Antimonio in pani . . . . .	750,—	» 770,—	»
Ottone in barre . . . . .	630,—	» 640,—	»

## :: :: NOTE LEGALI :: ::

**Dell'esercizio arbitrario delle proprie ragioni in materia di condutture elettriche.**

L'articolo 235 del Codice Penale punisce chiunque al solo scopo di esercitare un suo preteso diritto, nei casi in cui potrebbe ricorrere all'Autorità, si fa ragione da se medesimo usando violenza alle cose.

Ora, in base a tale disposizione è punibile la Società distributrice di energia elettrica che, in seguito ad una inadempienza contrattuale dell'utente, dispone per il taglio dei fili della conduttura medesima?

Per rispondere a questa domanda occorre esaminare la questione sotto due diversi aspetti.

a) taglio di conduttura fatta nel domicilio dell'utente inadempiente;

b) taglio di conduttura fatto fuori del domicilio dell'utente inadempiente.

E' evidente che nel primo caso si ha il vero e tipico caso di turbativa di possesso e la violenza sulla cosa, poichè l'atto materiale compiuto sulla cosa altrui e che ne muta la destinazione integra l'estremo del reato voluto dall'articolo 235 C. C.; nè a nulla varrebbe opporre che il filo o anche l'impianto possano essere di proprietà non dell'utente ma del fornitore, poichè detto impianto sarebbe in ogni modo nel possesso materiale dell'utente.

Per contro è indiscutibile che, a norma di tutti i contratti di fornitura di energia è in facoltà della Società distributrice di sospendere la fornitura dell'energia all'utente inadempiente (in tal caso non sarebbe possibile da parte dell'utente una azione di reintegra ma una azione contrattuale di inadempienza) ma tale sospensione deve avvenire con mezzi e su impianti fuori della sfera di possesso dell'utente stesso.

Bene perciò ha giudicato il Pretore di Tivoli con la sua sentenza 22 ottobre 1926 quando ha deciso che « costituisce il reato di cui all'art. 235 C. P. il fatto del rappresentante di una Società fornitrice di energia elettrica che per una pretesa inadempienza contrattuale dell'utente mandi a tagliare la conduttura elettrica nel domicilio di lui ».

Ed altrettanto bene giudicò la Corte di Cassazione penale il 9 gennaio 1914 che dichiarò non sussistere tale reato se il taglio dei fili avviene nella parte esterna della casa.

\*

**L'articolo 429 del Codice di Commercio e le condutture elettriche ad alta tensione.**

L'articolo 429 del Codice di Commercio stabilisce che « qualunque dichiarazione falsa od erronea e qualunque reticenza di circostanze conosciute dall'assicurato è causa di nullità della assicurazione quando la dichiarazione o reticenza sia di tale natura che l'assicuratore non avrebbe dato il suo consenso al contratto o non l'avrebbe dato alle medesime condizioni se avesse conosciuto il vero stato delle cose. L'assicurazione è nulla sebbene la dichiarazione o la reticenza riguardi circostanze che in effetto non hanno influito sul danno o sulla perdita delle cose assicurate. Se da parte dell'assicurato vi è stata mala fede l'assicuratore ha diritto al premio ».

Ora in base a tale articolo il Tribunale di Torino con sua sentenza del 31 marzo 1927 ha ritenuto che il passaggio di un filo elettrico ad alta tensione a poca distanza dal luogo ove lavorino degli operai, filo che abbia provocato un infortunio mortale ad uno di essi, sia uno dei rischi di cui la denuncia è obbligatoria, e che in caso di commissione di tale dichiarazione, si rientri in uno dei casi previsti dell'articolo 429

C. C. per cui l'assicurazione è nulla. Ne viene di conseguenza che la Società di assicurazione non è tenuta a pagare l'indennizzo, che viene invece accollato all'imprenditore o all'assuntore dei lavori.

La sentenza in questione è conforme alla giurisprudenza in materia di false dichiarazioni e reticenze dell'assicurato, esse infatti possono alterare irreparabilmente la sostanza del rischio, poichè nella speciale materia di tali contratti l'assicuratore, per l'apprezzamento del rischio, deve affidarsi quasi esclusivamente alle dichiarazioni dell'assicurando, ed è perciò necessaria una sanzione energica per tutelare questa speciale forma di contratti che tanta parte ha nella vita moderna. E' appunto per questo che il legislatore, al principio generale dell'art. 1110 del Codice Civile, che riguarda l'errore sostanziale, volle aggiungere l'art. 429 C. Comm. che accenna alle dichiarazioni false od erronee nonchè alla reticenza dell'assicurando.

Ma se è giusta la teoria, non so se altrettanto giusta sia in questo caso la sua applicazione, poichè a mio modesto parere non mi sembra che il passaggio di un filo elettrico (sia pure ad alta tensione) rientri in uno dei casi di falsa dichiarazione o di reticenza, poichè gli imprenditori di lavori (nella specie i costruttori di case) molte volte ignorano essi stessi il passaggio di un filo elettrico nelle vicinanze dei lavori, o quanto meno non danno importanza al fatto data la rete di fili che sovrasta le nostre strade e le nostre case. Mi sembra piuttosto che tale evento dannoso debba rientrare nei normali rischi di ogni giorno e di ogni lavoro, per cui la Assicurazione debba rispondere in ogni modo.

\*

**I Comuni e le reti di distribuzione dell'energia elettrica.**

Con questo titolo è apparso sul numero di Giugno 1927, della Rivista di Diritto Pubblico, un interessante articolo del Prof. A. C. Jemolo della Università Cattolica di Milano, che riprende ancora una volta in esame la trentennale controversia tra le Società Elettriche ed i Comuni circa la necessità o meno della autorizzazione di questi ultimi all'impianto e all'esercizio di linee elettriche nel territorio comunale.

A parte però il grande valore dello studio del Prof. Jemolo che tratta la questione con profonda e rara competenza, citando una quantità di sentenze e dottamente interpretando la legge 1894, il suo regolamento e le disposizioni dei successivi decreti legge, non ritengo seguire la sua tesi sulla legittimità dell'intervento comunale per negare l'autorizzazione ad un impianto, quando il rifiuto sia fondato su giusti motivi e non sia viziato da eccesso di potere.

A sostegno della mia tesi ricordo qui la nota a pag. 781 del giornale, anno 1925 in cui era riportata la decisione del Consiglio di Stato in data 23 luglio 1925, la quale negava appunto ai Comuni ogni ingerenza in materia di linee elettriche, decisione interpretata sulla « Giurisprudenza Italiana » a pag. 209, parte III<sup>a</sup>, anno 1925, dal Prof. Cammeo, nel senso favorevole all'autorità Governativa.

Ricordo inoltre il recente decreto 16 dicembre 1926 di cui alla nota a pag. 314 del giornale, anno 1927, che è stato accompagnato da una circolare esplicativa ed integrativa a firma del Ministro Giuriati.

In tale circolare, in cui è fatta la distinzione tra linee di trasporto e linee di distribuzione (distinzione che il Cammeo non ammette ma che lo Jemolo giustamente fa) è detto chiaramente:

« viene così unificata nel Ministero dei LL. PP. per la competenza, la materia delle linee di trasporto, ai Prefetti rimane il compito delle linee di distribuzione di energia elettrica ».

Mi sembra dunque, che la questione della competenza dei Comuni in materia di concessioni di linee elettriche (sia di trasporto che di distribuzione) sia ora così sorpassata e risolta definitivamente.

Avv. LEONE PESCI.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Numero speciale Voltiano de « L'Energia Elettrica ».

Ci siamo già occupati di questa riuscitissima pubblicazione <sup>(1)</sup> dovuta all'iniziativa della UNFIEL e raccogliente una serie di pregevoli monografie sullo stato attuale dell'elettrotecnica.

Crediamo doveroso aggiungere ora che il fascicolo è stato messo in vendita al prezzo di L. 70 (per l'invio raccomandato in Italia L. 5 e all'estero L. 10 in più) presso la Rivista « L'Energia Elettrica », Foro Bonaparte 31, Milano, e che il ricavato lordo della vendita stessa sarà devoluto interamente al Comitato per le onoranze Voltiane a Como, essendosi la UNFIEL generosamente accollate tutte le notevoli spese della pubblicazione.

\*

LIWSCHITZ. — *Die Elektrische Maschinen*. — Lipsia - Teubner, 1927, pag. 336 - Prezzo marchi 14.

Si tratta di un libro di carattere generale ed introduttivo alla teoria e alla calcolazione delle macchine elettriche.

(1) *L'Elettrotecnica*, N. 13 del 5 Maggio 1927, pag. 295.



Fra i molti volumi del genere, quello del Liwischitz tiene onorevolmente il suo posto per aver saputo raggiungere con forma sintetica e breve, la necessaria chiarezza senza nulla sacrificare della precisione scientifica.

L'A. ha sempre cura di tenere presente l'andamento fisico dei fenomeni studiati, anche quando si giova largamente della esposizione matematica. Il libro raggiunge così una notevole efficacia e un chiaro e corretto orientamento di idee generali.

La materia trattata è quella di tutte le opere similari. Dopo studiato il circuito magnetico in generale vengono successivamente esaminate le diverse macchine elettriche cominciando dai trasformatori illustrandone le caratteristiche e le proprietà.

Una copiosa bibliografia, che tiene conto però quasi esclusivamente della letteratura tedesca, chiude il volume.

\*

R. ROYDS. — *Les Essais de Machines*. — Traduzione dall'inglese di B. Giraud — Parigi - Dunod, 1925 - senza indicazione di prezzo.

Il libro si occupa delle prove di carattere tecnico ed industriale da eseguirsi su macchine motrici di vario genere e su parti di impianti industriali, ad esclusione delle macchine e delle installazioni elettriche.

La parte più importante del volume è dedicata agli impianti di caldaie a vapore e alle motrici a vapore d'ogni genere coi relativi impianti ausiliari di condensazione, ecc. Ampiamente trattate sono anche le prove sui motori a combustione interna. Precede una parte introduttiva sui metodi di misura delle temperature, delle pressioni, ecc.

Capitoli speciali sono dedicati agli impianti refrigeranti, alle installazioni di gasogeni, di compressori, e di ventilatori.

Caratteristica del libro è il modo di trattazione eminentemente pratico e applicativo. Esempi numerici opportunamente scelti concorrono a rendere più chiara l'apprensione dei metodi descritti. Il libro riesce perciò veramente utile a chi voglia impratichirsi dei metodi di prova industriali. Numerose tabelle numeriche arricchiscono il volume.

\*

A. ROTH. — *Hochspannungstechnik*. — Springer - Berlino, 1927, pag. 534 - Prezzo marchi 31,50.

Lo sviluppo della tecnica delle alte tensioni ha fatto sorgere, come è ben noto, una serie di problemi scientifici o costruttivi che erano, si può dire, ignorati fino a pochi anni or sono. Una trattazione completa, e per molti punti esauriente, di questi problemi è contenuta nel volume del Roth destinato certo a trovare larga diffusione fra gli elettrotecnici.

Quanto si riferisce ai materiali isolanti, semplici e composti, alla loro applicazione nelle costruzioni elettriche, al tracciamento dei campi nell'interno di essi, agli effetti di temperatura, ecc., è trattato con una ampiezza che difficilmente si trova in altre opere e con utile criterio applicativo. Segue lo studio dettagliato dei fenomeni di scarica nell'aria, di scariche superficiali negli isolatori, colle relative ripercussioni di fenomeni transeunti sulle condutture. Più sommaria è la trattazione delle correnti di corto circuito, argomento evidentemente troppo vasto per essere esaurientemente svolto in un'opera generale come questa.

L'ultima parte si occupa delle installazioni di generazione o di trasmissione d'energia ad alta tensione.

La somma di notizie pratiche, di dati numerici, di metodi di calcolo, che l'A. riporta è veramente ingente e rende il libro di grande utilità pratica. L'A. si giova largamente delle calcolazioni matematiche riportando una quantità di formule utili e chiarendone spesso l'applicazione con esempi numerici.

Il libro si chiude con una abbondante bibliografia opportunamente ordinata secondo gli argomenti.

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

### RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Memorie presentate nel Congresso annuale o discussioni relative.  
Vol. I (1922) Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica*.

Vol. II (1923) Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica*.

Vol. III (1924) Riunione XXIX, Spezia: *La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione dell'energia*.

Vol. IV (1925) Riunione XXX, Napoli: *1° Conversione di forma dell'energia elettrica - 2° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici*.

Vol. V (1926) Riunione XXXI, Brescia: *1° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici - 2° Relazione dei Delegati del Comitato Elettrotecnico Italiano alla Riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale*.

Ciascun Volume per i Soci dell'A. E. I. .... L. 20,—  
Ciascun Volume per i non Soci ..... » 30,—  
più per postali » 2,50



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Commissione Elettrotecnica Internazionale Riunione dei Comitati di studio - Bellagio, settembre 1927

In seguito al referendum di cui demmo notizia nel numero scorso, la Delegazione italiana alla riunione di Bellagio è rimasta così costituita:

COMITATO	Giorni di Seduta	DELEGAZIONI
Macchine . . . . .	6-7	Morelli - 1° Delegato Norsa - Sarli - Vanotti
Morsetti . . . . .	8-10	Morelli - 1° Delegato Correggiari
Motori Primi Idraulici .	5-6-7-12	Anastasi - 1° Delegato Ratti - Forti
Motori Primi Termici .	8-10	Anastasi - 1° Delegato Carlini - Rebora
Tensioni Normali . . .	6-7	Del Buono - 1° Delegato Ferraris - Motti
Olii . . . . .	6-7	Fachini - 1° Delegato Peretti - Vannotti
Nomenclatura . . . . .	8-10	Lombardi - 1° Delegato Grassi - Lori
Attacchi Lampade . . .	8	Clerici - 1° Delegato Bordoni
Simboli . . . . .	8-10-12	Bordoni - 1° Delegato Barbagelata - Vallauri G.
Lampade Radio . . . .	8-10	Vallauri G. - 1° Delegato Pession
Motori Trazione . . . .	10-12	Semenza M. - 1° Delegato Bianchi G. - Vallauri R.
Regolamentazione Linee	12	Sartori - 1° Delegato Dalla Verde - Di Pirro - Ferrerio
Strumenti . . . . .	5	Barbagelata - 1° Delegato Campos

La Presidenza del Comitato Elettrotecnico Italiano spera naturalmente che molti altri Membri oltre i designati possano seguire le sedute di Bellagio, portando all'opera dei delegati il contributo prezioso della loro competenza.

\*

Intanto il Comitato Elettrotecnico Italiano è convocato in seduta plenaria il giorno 3 Settembre, a Milano, per esaminare tutte le questioni che devono essere discusse a Bellagio e fornire ai nostri delegati le indicazioni e le direttive necessarie.

\* \*

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI ROMA

La sera dell'11 giugno e del 2 luglio u. s., l'Ing. Umberto Speranza ha parlato sulla *Telefonia automatica*. L'argomento che riveste un grandissimo interesse oggi che gli impianti telefonici di tutte le maggiori nostre città vengono trasformati in automatici, è stato trattato in forma necessariamente succinta e concisa, data la sua vastità: l'Ing. Speranza ha pertanto passato in rapida rivista le esigenze della telefonia automatica, e la costituzione dei sistemi oggi in uso, nelle diverse loro parti, apparecchi e centrali, dando anche un rapido cenno dei metodi di calcolo in uso presso le Case costruttrici per la determinazione del numero degli elementi di giunzione che devono essere adottati in centrale; ha aggiunto infine un rapido confronto fra i vari sistemi di centrali oggi usati.



Delle due conferenze vivamente applaudite dai numerosi intervenuti speriamo possa essere pubblicato in seguito il testo completo: ci limitiamo ora pertanto a darne un rapido riassunto.

Il conferenziere ha iniziato il suo dire considerando le esigenze fondamentali di un sistema di telefonia automatica in rapporto allo stabilimento della conversazione, alla trasmissione di tutte le diverse segnalazioni, necessarie per l'abbonato, alla necessità di avere tutti i segnali di sopravvivenza che servono per il regolare servizio di tutto l'impianto. Passando quindi alla costituzione dei vari apparecchi automatici egli ha fatto un rapido esame dei principali tipi a comando manuale, quello della Automatic Telephone Manufacturing Co., quelli a batteria centrale a ponte di Wheatstone della Western e della Siemens, quelli di tipo Stromberg della Ericsson e della Siemens. In ognuno di essi ha esaminato le diverse disposizioni in rapporto alla convenienza di aumentare al massimo il rendimento della trasmissione; e a tal riguardo ha messo in evidenza l'esiguità delle potenze in giuoco, e quindi l'importanza assunta da ogni mezzo che tenda ridurre i fenomeni dissipatori di energia e gli altri fenomeni disturbatori, quali ad esempio la distorsione. Per l'applicazione di questi apparecchi alla telefonia automatica ha poi brevemente considerato le modificazioni in esse apportate dall'applicazione del disco combinatore. Ha distinto pertanto i tipi (Siemens) con comando diretto o passo a passo, e quelli (Western e Ericsson) con comando a motore, mostrando lo schema fondamentale a cui essi si riconducono tutti durante la conversazione (sistema a batteria centrale con alimentazione operata attraverso due coppie di relais dei due circuiti d'abbonato in conversazione, e con connessione di questi attraverso due condensatori per la trasmissione delle correnti modulate).

Ha quindi descritto i sistemi che consentono di ridurre il numero degli organi di giunzione esistenti in centrali per una data percentuale di conversazioni da permettere simultaneamente. Si è soffermato così sul concetto del preselettore esaminando la composizione delle centrali nei loro elementi costitutivi, preselettori e selettori dei vari gruppi, a seconda del numero di abbonati. E' passato quindi alla descrizione dei vari sistemi di multiplaggio, multiplaggio graduato e multiplaggio a scorrimento, mettendo in evidenza come essi rispondono appunto alla esigenza di consentire sempre maggiori riduzioni del numero complessivo di elementi di giunzione.

La sera del 2 luglio riprendendo l'argomento ha mostrato il metodo secondo il quale mediante il calcolo delle probabilità viene normalmente eseguita la determinazione del numero dei circuiti di giunzione. Ponendo precisamente la condizione che, nell'ora di massimo traffico, sia sufficientemente piccola e uguale ad esempio 1 per mille, la probabilità che un abbonato chiamando trovi tutti i circuiti di giunzione occupati, e sia quindi costretto a ripetere in seguito la chiamata, per i sistemi Strowger, o ad attendere un certo intervallo, sia pure piccolo, per i sistemi a comando meccanico (chiamate ritardate), si ottiene la formula risolutiva, facilmente tramutabile in diagramma: questo permette così in base al numero di abbonati, e alla durata di conversazione nell'ora di massimo traffico, e assegnato come si è detto il valore della probabilità di trovare occupati tutti gli organi di giunzione, di ricavare il numero di questi. Ripresa quindi la suddivisione nelle diverse classi dei sistemi di centrali automatiche, per i sistemi passo a passo ha descritto la costituzione del selettore Strowger e delle corrispondenti centrali Strowger di tipo ordinario, e con direttore. E' passato quindi ai sistemi a comando meccanico considerando la costituzione e il funzionamento del sistema Western di tipo ordinario, del sistema Western a pannelli, del sistema Ericsson.

Ha terminato infine istituendo per i diversi sistemi un calcolo numerico, e determinando, coi diagrammi ottenuti dal calcolo delle probabilità, i numeri dei circuiti di giunzione rispettivamente necessari a date ipotesi di traffico.

Il Consiglio della Sezione ci comunica il seguente cenno cronologico:

Il giorno 10 maggio u. s. in Roma cessò di vivere il Barone Prof.

### Ing. ALESSANDRO ARTOM

lasciando un largo rimpianto in tutti coloro che lo conobbero, e specialmente in quelli che, più vicini a lui per indole di occupazioni, o per lunga consuetudine, poterono più degli altri, apprezzare e ammirare oltre al Suo vasto ingegno l'elevatezza dei suoi sentimenti, le Sue elette doti di squisita bontà e di rara gentilezza d'animo.

Alessandro Artom nacque in Asti il 6 maggio 1867. Laureatosi giovanissimo e con grande onore nel Politecnico di Torino, fu assunto subito quale assistente dall'illustre Galileo Ferraris, che lo tenne in così grande considerazione da affidargli i più importanti incarichi scientifici e da ritenerlo, come egli stesso ebbe a scrivere, il più dotto ingegnere uscito dal suo Istituto.

Compì in quel tempo l'Artom pregevolissimi studi, portando in essi oltre il contributo del Suo ingegno, anche quello dei mezzi finanziari provvedendo da sé stesso, con alto senso di generosità, a fornire il laboratorio elettrotecnico di quegli apparecchi scientifici e di quei materiali, a volte costosissimi, che erano necessari per l'esecuzione delle esperienze. Sono appunto di questo periodo le ricerche da Lui compiute, fra l'altro sulle proprietà del diamante, che Egli espose poi negli Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino e nei Proceedings dell'Istituto Geologico di Washington.

Più tardi Egli si dedicò agli studi sulle onde herziane e sulla ra-

diotelegrafia, e a Torino, dando un altro esempio di quella liberalità e di quel disinteresse a cui fu sempre ispirata la Sua vita, fondò e fece dono al Politecnico di un importante laboratorio di telegrafia e radiotelegrafia.

Si iniziò allora il periodo principale della Sua attività scientifica rivolto a quello che costituì il campo delle maggiori Sue ricerche e dei Suoi più importanti studi, quello della radiotelegrafia.

Svolse così per oltre venticinque anni, fra l'ammirazione degli allievi, il Corso Superiore di Radiotelegrafia e Scienze affini, corso frequentatissimo ed altamente apprezzato in Italia ed all'estero; e pubblicò negli Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino e della Reale Accademia dei Lincei, moltissime e importanti memorie. Sono note soprattutto le esperienze che costituiscono il fondamento del sistema radiotelegrafico dirigibile che porta il suo nome, e da cui ebbe origine il nuovo ramo sulla radiogoniometria. L'illustre Prof. Righi stesso, nel suo trattato scrive che l'Artom ha affrontato per il primo il problema di inviare le onde elettriche radiotelegrafiche secondo una determinata direzione ottenendo i primi risultati in quel campo.



Non è qui il caso di soffermarsi sui meriti notevolissimi che ha oggi la scienza radiogoniometrica, che dalle esperienze dell'Artom prese le mosse, sia nella navigazione marittima, sia in quella aerea, specie in tempo di nebbia. Basterà accennare che i sistemi basati su quelle sue esperienze ebbero una utilissima applicazione per parte della nostra Marina anche durante la guerra mondiale.

Già con R. D. 9 luglio 1905, S. E. Mirabello nominava il Prof. Artom, Consulente Scientifico della R. Marina per la radiotelegrafia colla seguente motivazione:

« Per avere fatto dono alla R. Marina Italiana di un Sistema radiotelegrafico da lui ideato, di incontestabile merito scientifico e di pratica applicazione ».

Nell'agosto 1915 poi in una conferenza dell'Artom col Ministro Viale si stabilirono gli accordi per l'applicazione completa in Adriatico e nel Mediterraneo del sistema dirigibile e dei sistemi radiogoniometrici.

I risultati bellici ottenuti furono di straordinaria importanza. Le autorità militari marittime e terrestri ebbero così sempre la possibilità di sorvegliare i movimenti delle navi avversarie, e gli aeroplani e dirigibili nemici furono sempre pienamente individuati nella loro posizione. Sugli stessi metodi fu esclusivamente basata la difesa contro i sommergibili nemici e in essi ebbe un valido aiuto la città di Venezia a difesa degli attacchi aerei e navali e le piazze forti di Ancona, Brindisi, ecc., a protezione contro gli attacchi nemici. E' noto che eguali mirabili risultati ottennero gli stessi sistemi presso gli eserciti e le marine alleate.

I Ministri della Marina e della Guerra vollero segnalare le benemeritenze di guerra del Prof. Artom. Con lettera 30 dicembre 1919 il Ministro della Marina, su proposta di S. E. Thaon di Revel, gli conferiva un'altissima onorificenza « per l'opera preziosa spiegata dal Prof. Artom a vantaggio della R. Marina ».

Ed il Ministro della Guerra volle offrirgli un prezioso cimelio di preda bellica, sul quale in apposita targa è l'iscrizione:

« Ad Alessandro Artom, esimio cultore delle segrete forze fisiche che volle e seppe volgere a contributo della vittoria italiana. Il Ministro della Guerra, offre, ricordo ed omaggio, questo cimelio tolto al nemico ».

Un altro campo a cui l'Artom ha rivolto i suoi studi è quello



della difesa contro la grandine: lunghi studi di laboratorio egli compì sull'argomento concludendo col proporre una sua teoria sulla formazione della grandine.

Altre ricerche egli si proponeva di compiere principalmente per escogitare dei metodi per poter attenuare le conseguenze di tale flagello, desiderando mettere la sua opera scientifica a disposizione del nostro Governo per giungere alla definitiva soluzione di questo gravissimo problema.

Ai grandissimi meriti dell'Artom per la sua opera un altro se ne aggiunge per noi: quello, per cui dobbiamo essergli particolarmente grati, di essere stato con Galileo Ferraris tra i fondatori della nostra A. E. I.

Molto bisognerebbe dire per accennare semplicemente a tutto quanto è stato fatto dall'Artom; Egli ha affrontato questioni fra le più ardue, ha studiato problemi fra i più importanti dando sempre tutto sé stesso, ad ogni studio, ad ogni ricerca, da cui gli sembrasse poter scaturire un vantaggio per l'umanità, sempre e in ogni caso dimostrando una bontà e un disinteresse sublimi.

E il riconoscimento più simpatico dei suoi grandissimi meriti si ha nel recente conferimento del titolo di Barone: ci è grato chiudere ricordando le parole che accompagnavano l'alta onorificenza che, giuntagli a pochi mesi dalla Sua morte, ha chiuso, si può dire, in una luminosa sintesi la sua nobilissima esistenza.

« S. M. il Re, in considerazione di una speciale segnalazione del Primo Ministro, si è degnata conferire *Motu proprio* al Prof. Gr. Uff. Alessandro Artom il titolo di Barone, trasmissibile ai discendenti, come alto riconoscimento delle grandi benemeritenze scientifiche e patriottiche da Lui acquistate con le sue importanti invenzioni in materia radiotelegrafica, che furono elemento essenziale della difesa marittima e aerea del Paese durante la guerra vittoriosa, e per le quali il Prof. Artom nobilmente rinunciò a qualsiasi lucro o compenso ».

L'opera dell'Artom sarà in maniera più completa commemorata da un Comitato che è sorto ad iniziativa della sua città natale e che ha membri in tutta Italia. Qui basterà ricordare alcuni fra i suoi più importanti scritti:

Rotazioni elettrostatiche dei dielettrici liquidi - (R. Accademia delle Scienze di Torino, 1900).

Proprietà elettriche del diamante - (R. Accademia delle Scienze di Torino, 1901-1902 - Proceedings of Geological Institute of Washington).

La formazione della grandine dovuta a movimenti rotatori - (Regia Accademia delle Scienze di Napoli, 1900).

Sulla produzione dei campi di forza elettrica circolare od ellittica - (R. Accademia dei Lincei, 1903).

Sopra un nuovo sistema di telegrafia senza filo - (R. Accademia dei Lincei, 1905).

Sopra un nuovo sistema di telegrafia senza fili - (R. Accademia dei Lincei, 1906).

Contributo di esperienze dimostrative sulla composizione dei campi e delle onde elettromagnetiche - (Associazione Elettrotecnica Italiana, 1908).

Nuove ricerche sulla dirigibilità delle onde elettriche - (R. Accademia dei Lincei, 1915).

Sopra un metodo generale per rendere selettive le stazioni radio-telegrafiche - (R. Accademia dei Lincei, 1917).

Sopra alcuni apparati di radiomeccanica dirigibile - (R. Accademia dei Lincei, 1921).

Sulle condizioni elettriche di formazione della grandine - (Regia Accademia dei Lincei, 1922).

Non sono compresi in questo elenco:

1°) Tutti i lavori scientifici pubblicati dal Prof. Artom in Riviste italiane e estere.

2°) La descrizione delle invenzioni radiotelegrafiche del Prof. Artom che formano oggetto di oltre un centinaio di brevetti originali.

Sui suoi sistemi leggansi inoltre per il periodo 1903-1909:

Relazioni ufficiali del Ministero della Marina sul sistema radio-telegrafico Artom per il periodo 1909-1918.

Relazione ufficiale della R. Marina dei lavori sperimentali compiuti dal Prof. Artom dal 1909 al 1918 e durante la guerra.

\* \*

#### SEZIONE DI TRIESTE

### Rendiconto finanziario Anno 1926.

#### Spese ed Introiti.

##### CONTRIBUTI ALLA SEDE CENTRALE:

Soci collettivi	n. 23 quote da L. 120,—	L. 2.760,—
» indiv.	» 156 » » » 45,—	» 7.020,—
» esteri	» 1 » » » 90,—	» 90,—
» ind. mor.	» 8 » » » 22,50	» 180,—
Contributi per	n. 188 soci	L. 10.050,— L. 10.050,—
		Da riportare L. 10,050,—

Riporto L. 10.050,—

Pigione	L. 1.200,—
Personale	» 1.412,65
Spese varie (cancelleria, posta, stampa, abbonamenti a riviste, ecc.)	» 1.284,55
	L. 13.947,20
Utili dell'esercizio 1926	» 3.766,05
	L. 17.713,25

#### CONTRIBUTI SOCIALI:

collettivi 1 <sup>a</sup> cat. n. 18 quote da L. 240,—	L. 4.320,—
» 2 <sup>a</sup> » » 5 » » » 180,—	» 900,—
individuali » 164 » » » 75,—	» 12.300,—
esteri » 1 » » » 90,—	» 90,—
Contributi per n. 188 soci	L. 17.610,— L. 17.610,—
Proventi vari (int. att. ecc.)	L. 103,25
	L. 17.713,25

#### BILANCIO AL 31 DICEMBRE 1926:

##### Attività:

Rimanenza cassa al 31 dicembre 1926	L. 5.328,40
Contributi arretrati pro 1926:	
Soci individuali n. 8 quote da L. 75	» 600,—
	L. 5.928,40

##### Passività:

Credito della Sede centrale al 31 dicembre 1926	L. 66,30
Attivo netto al 1° gennaio 1926	L. 2.096,05
Utili dell'esercizio 1926	» 3.766,05
Attivo netto al 31 dicembre 1926	L. 5.862,10 L. 5.862,10
	L. 5.928,40

\* \*

#### Necrologio

Il 27 luglio u. s., si è spento a 35 anni, dopo breve inesorabile malattia, il consocio

#### Ing. ERMANNO LELLI

Direttore dell'Ufficio Studi della Società Elettrica Bonifiche Irrigazioni S. E. B. I. di Bari, e Consigliere della S. A. C. E. S.

Valoroso in guerra, fu più volte decorato al valore e promosso Capitano per merito di guerra, come Comandante la 47<sup>a</sup> Batteria Sommeleggiata, si dedicò professionalmente allo studio di Bonifiche (Bassa Friulana, del Quietto, ecc.); lavorò alla costruzione della ferrovia Pre-nicco-Gemonia; e negli ultimi anni studiò la trasformazione fondiaria e l'elettrificazione della Regione d'Arneo nella Penisola Salentina, vero pioniere di civiltà in regioni malariche, oggi quasi abbandonate, eppur suscettibili di diventare terre fra le più feconde d'Italia.

Tempra eccezionale di lavoratore, uomo di carattere adamantino, cadde sulla breccia come a un soldato si conviene; dolendosi soltanto per la sorte ingiusta che lo rapiva al lavoro, cui aveva dedicato ogni miglior forza, e ai suoi tre piccoli, cui avrebbe voluto essere sempre di guida e di esempio.

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Dalla Riunione della C. E. I. al Congresso dell'A. E. I.

La riunione della Commissione elettrotecnica Internazionale si è felicemente inaugurata, sotto la presidenza dell'Ing. Guido Semenza, la sera del 4 corrente. Mentre scriviamo si sviluppano i lavori dei dodici comitati di studio, le cui riunioni si sovrappongono in modo che spesso quattro diversi comitati siedono contemporaneamente. Non è oggi ancora possibile formarsi una idea del lavoro compiuto, ma non mancheremo a suo tempo di informare ampiamente i lettori sull'andamento e sui risultati della riunione che tanto interessa tecnici ed industriali italiani.

Intanto l'attenzione già si concentra sulla riunione annuale della nostra A. E. I. che seguirà a un mese di distanza quella della C. E. I. E già si delinea quella che sarà una delle spiccate caratteristiche di questa XXXII<sup>a</sup> Riunione sociale: la importanza e la mole delle relazioni e delle memorie che verranno poste in discussione. Per la mole i lettori non hanno che a considerare la mole inusitata di questo e dei fascicoli che seguiranno e che, secondo il vivo desiderio della Presidenza e nostro, dovranno contenere tutti i lavori di cui già ci giunsero i manoscritti. Per l'importanza basta scorrere quanto veniamo pubblicando. Così in questo fascicolo concludiamo la relazione del Prof. DI PIRRO che costituisce una veramente preziosa monografia sullo stato attuale delle comunicazioni con filo. E' facile previsione che quando il lavoro sarà pubblicato in volumetto, nella collana delle monografie dell'*Elettrotecnica*, esso diverrà un ricercato libro di testo per le scuole specializzate.

### L'attrezzatura delle grandi linee.

Altra monografia pregevolissima appare la relazione dell'Ing. DALLA VERDE sulla attrezzatura e sull'armamento delle grandi linee aeree. E' ben lontano il tempo in cui semplici ganci di ferro fucinato e poche matasse di filo di legatura costituivano tutta l'attrezzatura necessaria per fissare gli isolatori ai pali ed i fili agli isolatori. Già colle più importanti linee a 40 ÷ 60 kV, ad isolatori diritti, si era sviluppata la tecnica dei perni, dei collari e dei morsetti d'attacco; ma solo coll'adozione degli isolatori sospesi generalizzatasi coll'avvento di tensioni sempre più elevate, tale tecnica si è rapidamente evoluta e sviluppata dando alimento ad importanti industrie ed attirando sempre più l'attenzione degli studiosi. Mancava tuttavia, finora, una monografia completa ed aggiornata dell'argomento: cosicché non è luogo comune dire qui che l'Ing. Dalla Verde ha veramente « colmato una lacuna » tanto più ch'egli ha saputo coordinare con acuto spirito critico, la massa veramente formidabile del materiale raccolto a documentazione del suo lavoro.

LA REDAZIONE.

### PARTICOLARITÀ ED ACCESSORI DELLE CATENE DI ISOLATORI

A. DALLA VERDE

Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

#### Cenni sulla ripartizione del potenziale nelle catene di isolatori.

E' noto, che la distribuzione del potenziale fra i vari elementi di una catena di isolatori non è uniforme — come sarebbe se si potessero considerare soltanto le capacità proprie degli isolatori in serie fra di loro —; ma varia da elemento ad elemento in ragione della capacità — in derivazione — che gli isolatori presentano verso la massa del palo e verso il conduttore.

Se trascuriamo — in un primo tempo — i fenomeni secondari, potremo rappresentare schematicamente le varie capacità nella fig. 1, dove  $C$  è la capacità propria di ogni elemento,  $c$  quella verso terra, e  $K$  quella verso il conduttore.

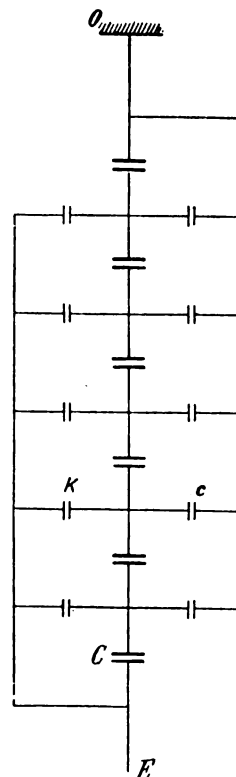


Fig. 1. — Schema delle capacità in una catena d'isolatori.

Lo studio teorico della distribuzione delle correnti di carica (e quindi dalla ripartizione del potenziale) per uno schema di questo genere, non offre gravi difficoltà ed è stato affrontato e risolto da vari autori.

In un primo passo, si trascura la capacità  $K$  verso il conduttore e si dimostra allora facilmente che il potenziale aumenta

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**



dalla terra verso la linea come un seno iperbolico, mentre la tensione assorbita dai singoli elementi cresce come un coseno iperbolico, entrambi funzione del rapporto:

$$x = \frac{c}{C}$$

fra le capacità di derivazione verso massa e quelle in serie <sup>(1)</sup>.

E precisamente, per  $\alpha = 0$ , cioè per  $c$  trascurabile rispetto a  $C$ , la distribuzione sarebbe uniforme, mentre andrebbe peggiorando sempre più con l'aumento di  $\alpha$ .

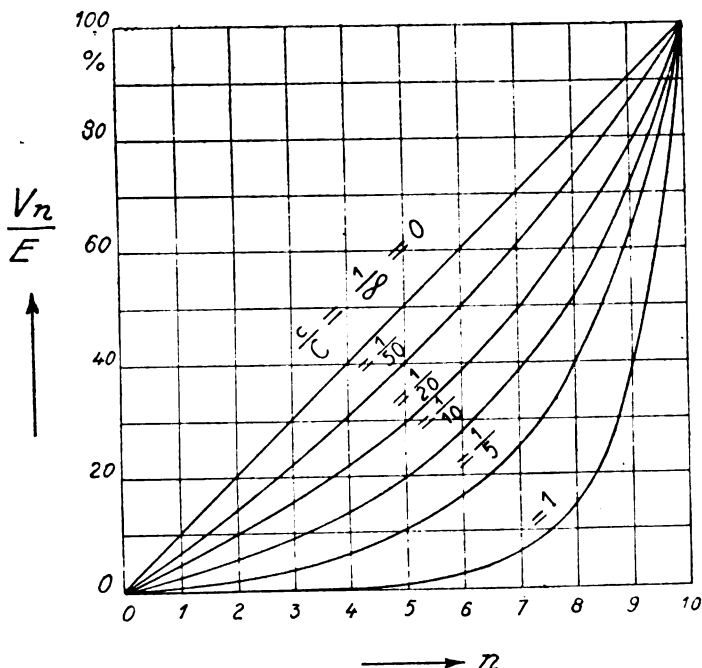


Fig. 2. — Ripartizione del potenziale per catene di 10 elementi.

Nella fig. 2 — ricavata dallo Schwaiger — è rappresentata a titolo di esempio, la distribuzione teorica del potenziale, lungo una catena di 10 elementi, per vari valori di  $\alpha$ . Si vede che, aumentando il valore di  $\alpha$ , cresce sempre più la tensione assorbita dall'elemento verso la linea.

Per i tipi più comuni di isolatori i vari valori, approssimati, di  $\alpha$  sono qui sotto indicati:

Isolatori a cappa e perno	$\alpha = 0,10 \div 0,05$
» tipo Hewlett	$\alpha = 0,20 \div 0,50$
» » Motor	$\alpha = 1, —$

Con l'aiuto della tabella riportata in fondo si potranno determinare i valori percentuali della tensione assorbita (teoricamente) da ogni elemento, per catene composte da numero diverso di isolatori.

Consideriamo ora, la capacità  $K$  verso il conduttore, trascurando quella  $c$  verso terra; ricaveremo delle relazioni analoghe alle precedenti e potremo tracciare delle curve (curve  $K$ ) che sono l'immagine speculare di quelle (curve  $c$ ) della fig. 2.

In altre parole: la tensione assorbita da ogni elemento crescerebbe in questo caso, procedendo dalla linea verso la terra, come un coseno iperbolico funzione del rapporto:

$$\beta = \frac{K}{C}$$

<sup>(1)</sup> Se chiamiamo  $E$  la tensione applicata alla catena;  $z$  il numero di isolatori della catena stessa; e poniamo:  $\gamma = \sqrt{\frac{c}{C}}$ ; si dimostra che il potenziale  $V_n$  dell'ennesimo elemento a partire dalla mensola è:

$$V_n = E \frac{\sinh(\gamma \cdot n)}{\sinh(\gamma \cdot z)}$$

e la tensione  $v_n$  assorbita dallo stesso elemento:

$$v_n = E \frac{2 \sinh \frac{\gamma}{2}}{\sinh(\gamma \cdot z)} \cosh[\gamma \cdot (n - 0,5)]$$

(Vedi ad es. SCHWAIGER. — Elektrische Festigkeitslehre - J. Springer, edit., pag. 143).

La coesistenza delle due capacità  $c$  e  $K$  darà luogo ad una curva, che — secondo lo Schwaiger — si potrà con buona approssimazione ricavare come segue: si tracciano dapprima — ad es. con l'aiuto della tabella — le curve  $c$  e le curve  $K$  per i valori  $\alpha$  e  $\beta$  della catena in esame; si traccia, poi, la retta  $A-B$  della distribuzione uniforme del potenziale; infine si sposta la curva  $c$  verso l'alto di tanto, di quanto la curva  $K$  sta al di sopra della retta  $A-B$ .

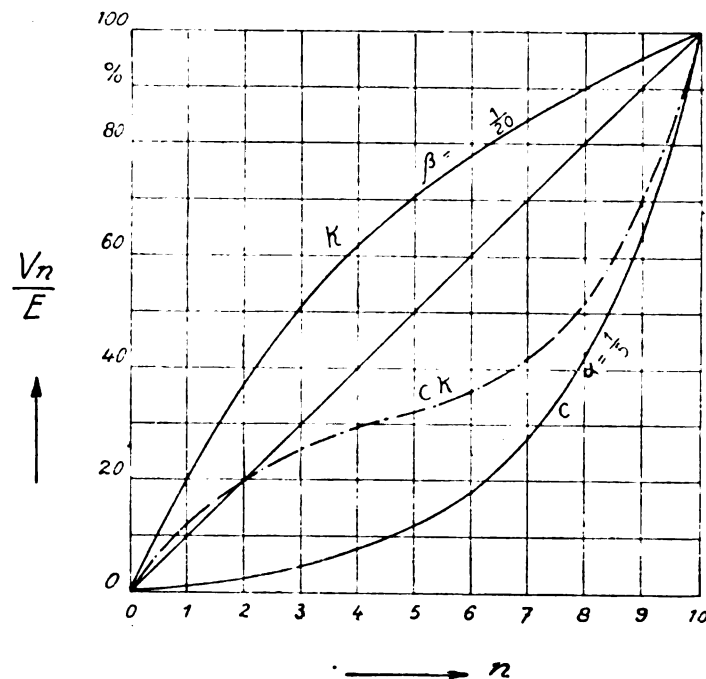


Fig. 3. — Ripartizione del potenziale per  $\alpha = 0,20$  e  $\beta = 0,05$ .

Nella fig. 3 è stata segnata, con questo procedimento, la curva della ripartizione teorica del potenziale per una catena di 10 elementi caratterizzata dai valori:  $\alpha = 0,20$ ,  $\beta = 0,05$ . Come si vede, e del resto è intuitivo, la presenza della capacità  $K$  migliora la ripartizione del potenziale scaricando notevolmente l'ultimo elemento verso il conduttore, ed aumentando invece la tensione assorbita dal primo.

I principali sistemi di misura escogitati per determinare sperimentalmente la ripartizione del potenziale, possono suddividersi come segue <sup>(2)</sup>:

1) — *Metodo dello spinterometro*: uno spinterometro a sfere, regolato per una data tensione, è messo in derivazione fra le due armature di un isolatore; la misura si fa aumentando la tensione totale fino a che lo spinterometro si adesci. E' questo il sistema più semplice, ma richiede qualche precauzione per dare risultati attendibili: in particolare le sfere dello spinterometro devono essere sufficientemente piccole, perchè la loro capacità sia trascurabile.

2) — *Metodo dell'elettrometro*: al posto dello spinterometro si adopera un elettrometro, che dà immediatamente il valore della tensione assorbita dall'elettrometro.

3) — *Metodo del voltmetro ad indicazione costante* <sup>(3)</sup>: si collega il morsetto isolato del voltmetro elettrostatico all'armatura di cui si vuol misurare il potenziale, essendo l'altro morsetto a terra. Si aumenta la tensione applicata alla catena, fino a leggere al voltmetro un certo valore  $V_1$  che si fissa a priori; e sia  $V$  la tensione applicata. Si attacca ora alla linea l'altro morsetto del voltmetro — tenendo questa volta l'apparecchio isolato da terra — e si aumenta ancora la tensione fino a leggere nuovamente  $V_1$  al voltmetro: e sia ora  $V'$  la tensione applicata alla catena. Allora la tensione, assorbita dagli isolatori compresi fra l'armatura considerata e la linea, in percento di quell'a applicata, è:

$$p \% = 100 \frac{V}{V + V'}$$

4) — *Metodi potenziometri*: consistono nell'opporre al potenziale di ogni armatura un altro potenziale ottenuto mediante vari artifici. Fra questi metodi ricordiamo i seguenti:

<sup>(2)</sup> REGERBIS. — Die Messung der Spannungsverteilung, etc. — (Mitteil. der Hermsdorf - Schomburgk-Isolatoren, n. 19, pag. 538).

<sup>(3)</sup> VIEL. — Conférence Grands Réseaux, 1921, pag. 832.

a) Metodo del Prof. Ryan dell'Università di Stanford in California — adottato anche dal Peeck e da altri. Un tubo isolante, di sezione costante, è percorso da una corrente d'acqua, che defluisce dall'estremo inferiore, messo a contatto con la linea a tensione  $E$ . Detta tensione si distribuisce in modo uniforme lungo il tubo, il quale porta delle prese metalliche infilate sulle sue pareti, a intervalli determinati. Per misurare il potenziale di un isolatore vi si attacca un filo sottile, l'altro estremo del quale si porta — mediante fioretto isolante — successivamente in faccia alle varie prese del tubo, fino a che si trova quella che non dà luogo a scintille e che sarà quindi allo stesso potenziale dell'isolatore. La misura del potenziale si riduce così ad una misura di lunghezza.

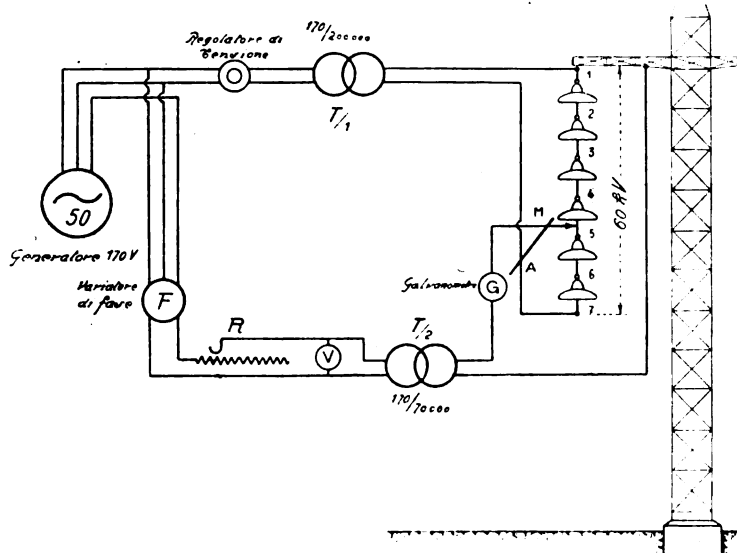


Fig. 4. — Schema del metodo Emanuelli.

b) Metodo Emanuelli <sup>(4)</sup>: la tensione di opposizione è prodotta da un trasformatore derivato sulla rete; l'ampiezza è regolata mediante un reostato e la fase mediante uno sfasatore; la misura si fa con un galvanometro a vibrazione inserito sul circuito di opposizione.

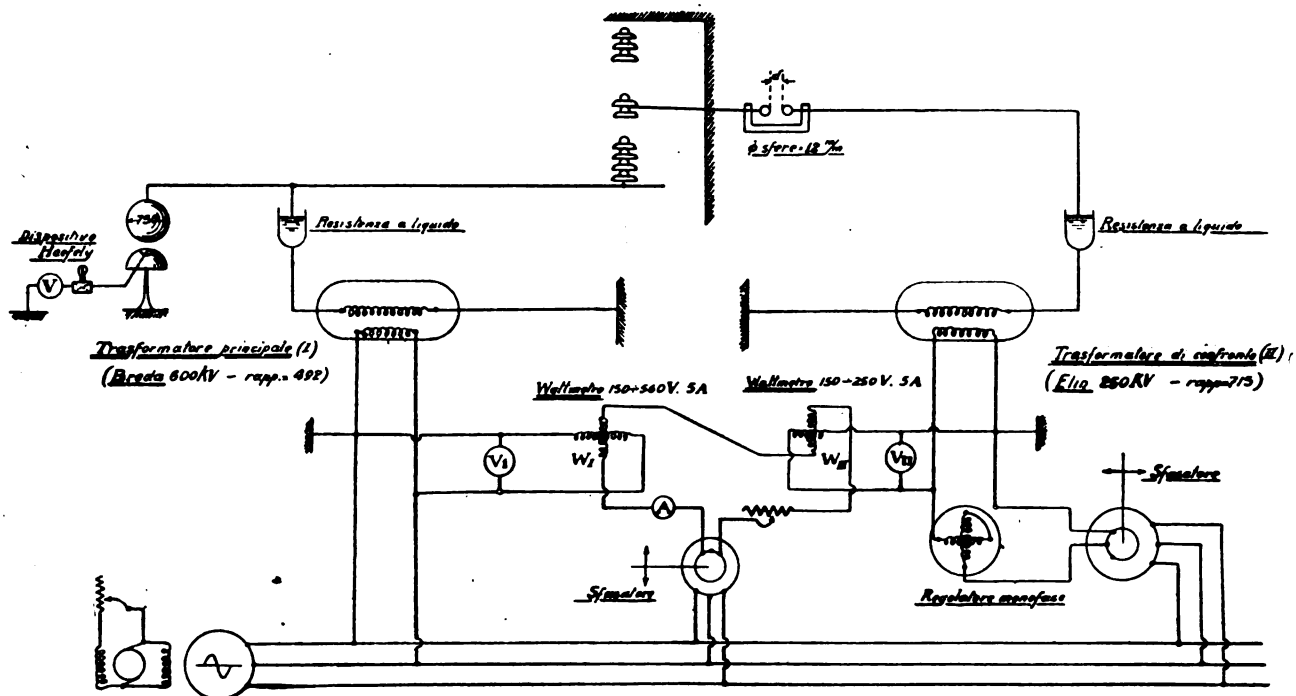


Fig. 5. — Schema Breda per la misura della ripartizione del potenziale.

Questo metodo è applicato — oltre che dalla Società Pirelli — fra l'altro anche nel laboratorio della Richard Ginori secondo lo schema che riproduciamo per cortese concessione dell'Ing. Alessandri (v. fig. 4).

La catena è sospesa ad una traversa collegata con una testa di palo; — mediante un trasformatore ( $T/1$ ) si applica una

<sup>(4)</sup> A. BARBAGELATA. — Méthode d'Emanuelli pour la mesure de la repartition, etc. - (Confér. Gr. Réseaux, 1923, pag. 400).

differenza di potenziale ad es. di 60 kV ai due estremi (1 e 7) della catena, il polo collegato alla cappa superiore viene dunque messo a terra.

Dalla stessa linea che alimenta la bassa tensione del trasformatore ( $T/1$ ) viene fornita corrente ad un variatore di fase ( $F$ ) e da questo attraverso una resistenza regolabile ( $R$ ) al circuito primario del trasformatore di misura ( $T/2$ ).

I morsetti del secondario (alta tensione) di questo trasformatore ( $T/2$ ) vengono collegati: uno coll'estremo a terra (1) della catena, e l'altro (mediante un filo sostenuto da una lunga asta isolante ( $A$ ) manovrata a meno da un operatore situato sopra uno sgabello ben isolato) successivamente con tutti i perni di ferro (2, 3, 4, 5, 6, 7) dei diversi elementi della catena: su questo reoforo viene inserito un galvanometro a vibrazione accuratamente isolato ( $G$ ).

E' consigliabile mettere a terra la base dell'asta mediante una treccia collegata ad un anello metallico che stringa il bastone poco al di sopra del punto che viene tenuto dalle mani dell'operatore.

Si manovra poi il variatore di fase ( $F$ ) ed il reostato ( $R$ ) sinché il galvanometro a vibrazione (osservato a distanza) sia fermo, cioè indichi che non ci è passaggio di corrente. Ciò significa che il reoforo ( $M$ ) si trova in concordanza di fase e di tensione col perno che viene toccato in quel momento.

La tensione data dal voltmetro di precisione ( $V$ ) moltiplicata per il rapporto di trasformazione del trasformatore ( $T/2$ ) ci darà quindi la differenza di potenziale che esiste tra l'armatura esaminata (nello schema è la 5) e la traversa (1) a terra; l'angolo di posizione del variatore ( $F$ ) diminuito (algebricamente) dell'angolo che si era letto mettendo il reoforo ( $M$ ) in contatto col perno (7) ci darà la distorsione di fase dell'armatura in esame (5).

Fatte successivamente analoghe osservazioni per le diverse armature 2, 3, 4, 5, 6, 7, si avranno gli elementi per compilare le tabelle ed i diagrammi della ripartizione del potenziale.

E' consigliabile, per ogni misura, mettere in corto circuito il galvanometro, durante i primi tentativi di regolazione, fintanto che appoggiando e staccando il reoforo ( $M$ ) dal perno in esame, non si veda più alcuna scintilla; senza tale precauzione è facile guastare il galvanometro.

Analogo è lo schema adottato nella sala prove della Società

Italiana E. Breda (v. fig. 5): al posto del galvanometro a vibrazione si adopera uno spinterometro a sfere da 12 mm; i due wattmetri servono per misurare l'eventuale sfasamento.

5) — Metodo del Prof. Toepler di Dresda — applicato dal Regerbis nei laboratori della Hermsdorf-Schomburg <sup>(5)</sup>. Con questo metodo — che ha il pregio di non far uso di conduttori di misura i quali influenzano sempre i risultati — si rende visi-

<sup>(5)</sup> REGERBIS. — Mitteil. der Herm. Schomburg, n. 19 e 21-22.

bile l'andamento delle linee di forza nelle vicinanze della catena di isolatori, per mezzo di una pagliuzza lunga circa 3 cm, mobile attorno ad un filo sottile di rame, che viene portato in varie posizioni del campo mediante dei fili di seta. La pagliuzza si orienta secondo la direzione delle linee di forza, e la sua ombra viene proiettata a mezzo di una opportuna lampada — su uno schermo, dove viene segnata con un carboncino (v. fig. 6). Sullo stesso schermo si disegna anche il profilo della catena di iso-

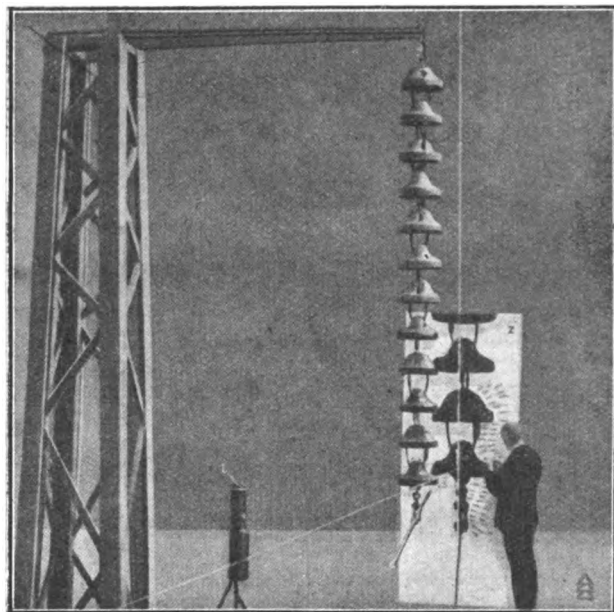


Fig. 6. — Schema del metodo Toepler-Regerbis.

latori e così si riesce ad ottenere un quadro della ripartizione del campo in varie posizioni. Le linee di forza sono parallele alle varie ombre della pagliuzza e le linee equipotenziali, partenti dalle armature metalliche, le taglieranno ortogonalmente. Il numero di queste linee — come quello delle ombre della pagliuzza — è arbitrario e non può quindi servire per il calcolo delle intensità del campo. Per questo si adopera un piccolo tubo di Geissler opportunamente tarato, che si dispone successivamente in vari punti lungo una direzione arbitraria: si aumenta allora la tensione applicata alla catena, finché il tubo si accende, indicando così la componente della intensità del campo lungo il proprio asse.

Determinata in tal modo la direzione e l'intensità del campo per vari punti vicini alla catena, si ricava — mediante la integrazione grafica della curva dell'intensità lungo una linea di forza compresa fra due armature — la differenza di potenziale fra le armature stesse, cioè la tensione assorbita dall'elemento. (L'approssimazione del metodo è ottima per gli elementi verso il conduttore, mentre diminuisce per quelli verso la terra).

✱

Le prime ricerche sperimentali della ripartizione del potenziale lungo catene di isolatori, furono ostacolate da varie difficoltà e diedero luogo a varie sorprese <sup>(6)</sup>.

I bassissimi valori delle capacità in gioco — tanto di quella propria agli elementi (pochi milionesimi di microfarad nel sistema pratico, o pochi cm nel sistema elettrostatico), quanto di quella verso la terra o la linea, rendono le misure estremamente sensibili alla presenza di vari corpi influenzati. Il Viel (loco cit.) dice che in alcuni casi la tensione sopportata dagli ultimi isolatori verso la linea passava dal 79,5 % quando l'estremità della catena era a m 0,50 dal suolo, al 63 % quando essa ne era a m 11. Enorme è pure l'influenza delle dimensioni dell'ambiente, nel quale si fanno le esperienze, e così pure quella degli strumenti di misura e dei conduttori di alimentazione.

Fin dalle prime prove si constatò che i dati delle esperienze erano quasi sempre più favorevoli di quanto facevano

<sup>(6)</sup> Vedi fra l'altro: IGNAZIO PRINETTI: Sulla distribuzione di potenziale, ecc., (*L'Elettrotecnica*, 15 novem. 1922). — E. VEDOVELLI: Répartition du potentiel, ecc., (Conf. Gr. Res, 1921, pag. 718). — R. NORSIA: Tecnica e impiego degli isolatori a sospensione, ecc., (*L'Elettrotecnica*, 25 luglio, 1920). — G. SEMENZA: Isolatori a perno e isolatori sospesi. (*L'Elettrotecnica*, 5 ottobre 1922). — L. PASSERINI: Isolatori e relais nella continuità dell'esercizio. (*L'Elettrotecnica*, 25 aprile 1925). Inoltre quasi tutti i numeri delle *Hermesdorf-Schomburg Mitteilungen*, e delle *Rosenthal Mitteilungen*.

prevedere gli studi teorici; — in particolare l'aumento della tensione applicata migliorava la ripartizione del potenziale, e gli ultimi elementi (verso la linea) risultavano sempre sollecitati: meno di quanto davano i calcoli.

A queste constatazioni si aggiungevano i dati delle prime statistiche d'esercizio sulle linee ad isolatori sospesi, secondo le quali il numero maggiore di guasti si verificava negli elementi superiori, che la teoria indicava come i meno sollecitati.

Tale contrasto fra teoria e pratica spinse a riprendere in esame la questione; si arrivò così a concludere che i vari sistemi di calcolo, pur essendo teoricamente esatti, possono servire soltanto a dare un'idea qualitativa dell'andamento del fenomeno, che nella realtà è notevolmente influenzato da varie circostanze secondarie, così raggruppabili:

a) Le linee di forza, dovute alla capacità  $c$  verso terra, non attraversano già direttamente l'aria, dalla catena al palo, ma risalgono in gran parte alla mensola lungo la catena stessa, attraverso la porcellana degli isolatori superiori, buona conduttrice dielettrica. Nella fig. 7 è schizzato schematicamente l'andamento delle correnti di carica delle varie capacità in giuoco; ogni elemento risulta attraversato, oltre che dalla corrente  $I$  dovuta alla capacità propria  $C$  in serie, anche da parte delle correnti dovute alle capacità  $c$  verso terra. Questa rappresentazione del fenomeno è stata anche confermata sperimentalmente (Schwaiger).

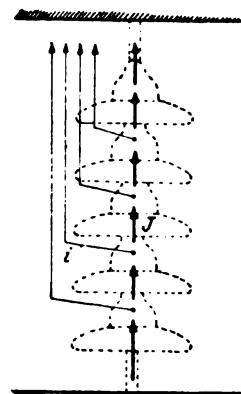


Fig. 7. — Andamento delle correnti di carica.

b) Data la non perfetta conduttività dielettrica del mezzo (porcellana e aria) attraverso il quale si svolge il percorso delle linee di forza, pare che le tensioni assorbite da vari elementi possano non essere tutte in fase fra di loro. In altre parole sembra che i vari elementi non vadano tutti soggetti nello stesso istante ad un massimo dell'onda della tensione assorbita; quindi a stretto rigore non si potrebbe parlare di una ripartizione « percentuale » del potenziale. Molti sperimentatori hanno infatti constatato che la somma delle varie tensioni dei singoli isolatori è superiore di qualche per cento alla tensione totale, e con il metodo Emanueli si misurerebbe effettivamente lo spostamento angolare esistente fra le tensioni assorbite dai vari elementi (v. fig. 8). Le idee su questo argomento però non sembrano ancora ben chiare e l'interpretazione dei risultati sperimentali non è del tutto sicura, dati gli spostamenti di fase propri al sistema di regolazione della tensione nel circuito di opposizione (metodi potenziometrici).

c) Come detto, si è constatato sperimentalmente che aumentando la tensione applicata ad una catena, la distribuzione del potenziale migliora. La spiegazione è la seguente: aumentando la tensione, nell'elemento verso il conduttore cominciano gli effluvi, al primo apparire dei quali corrisponde un aumento nella superficie degli elettrodi e quindi della capacità propria  $C$ .

Diminuisce quindi il fattore caratteristico  $\alpha = \frac{c}{C}$  e migliora la ripartizione. Il miglioramento è tanto più sentito quanto maggiore è la tensione applicata, perchè gli effluvi si verificano anche sugli isolatori successivi, finché, prima di arrivare alla tensione di scarica esterna della catena, la ripartizione del potenziale diventa quasi uniforme, qualunque sia il tipo degli isolatori.

A questa proprietà — la così detta « autoprotezione » delle catene di isolatori — si deve soprattutto la possibilità di affrontare le tensioni di 220 o 380 kV ora in esercizio o in esperimento.

d) Anche sotto pioggia la ripartizione del potenziale migliora e tende a diventare uniforme, per l'aumento della capacità propria prodotto dalle superfici bagnate.

Da queste ultime constatazioni, sembrerebbe logico dedurre che la questione della ripartizione del potenziale lungo una catena di isolatori ha una importanza pratica molto limitata. Non bisogna però dimenticare che — a tensione normale di esercizio — in catene a cattiva ripartizione, l'isolatore inferiore è effettivamente soggetto a tensioni elevate, il cui valore si potrebbe ridurre con una buona ripartizione. Questo può servire a spiegare anche il fatto constatato che il numero maggiore di guasti si ha sui primi isolatori, posti verso la mensola; fatto che, al primo aspetto, sembrerebbe togliere ogni efficacia ad una buona ripartizione del potenziale. Infatti — pur dando la dovuta considerazione alla causa d'indole meccanica che sollecitano maggiormente gli isolatori superiori e all'effetto del gradiente del potenziale fra nubi e terra che talvolta può essere maggiore per gli stessi isolatori <sup>(1)</sup> — osserviamo che una delle cause di tali rotture può essere la seguente: quando l'elemento inferiore — sovraccaricato — dà luogo ad una scarica superficiale, gli elementi superiori sono repentinamente sottoposti ad un'onda a fronte ripido, che può perforare la porcellana a preferenza dell'aria (v. Passerini, loco cit.).

\*

Gli artifici escogitati per migliorare la ripartizione del potenziale — e del quale, ripetiamo, non bisogna esagerare l'importanza pratica — furono orientati verso due vie distinte:

(<sup>1</sup> V. PEEK. — Journ. A. I. E. E., ottobre 1925, pag. 1024 e segg.

a) Graduazione dei valori della capacità propria degli elementi; — e quindi impiego di isolatori di capacità maggiore verso la linea (con porcellana più sottile e armature più grandi, oppure di diametro e di altezza maggiore); uso di piccoli pezzi metallici messi a contatto della porcellana sugli elementi inferiori, ecc. (v. fig. 9).

Questo sistema in teoria conduce certo al risultato migliore; ma, da un lato, l'adozione di tipi differenti di iso-

latori complica le dotazioni di magazzino e rende più difficile le eventuali riparazioni; dall'altro i pezzi metallici, a meno di artifici speciali, possono facilmente spostarsi con il vento e rendere illusorio il rimedio.

Una delle linee più note con catene « combinate » è quella a 220 kV del Pit River in California; le catene sono composte da 11 isolatori normali da 254 mm di diametro e 2 isolatori (l'ultimo e il terzo verso il conduttore) di diametro maggiore.

La Hermsdorf-Schomburg per le linee ad altissima tensione ha proposto catene « combinate », formate da uno o due elementi Motor (a doppia cappa — piccola capacità propria — alta tensione di perforazione) verso la mensola, ed il resto da elementi a cappa e perno.

A questo proposito osserviamo che alcuni autori <sup>(2)</sup>, basandosi su ragionamenti teorici, propongono una combinazione di elementi a capacità perfettamente invertite rispetto a quelle precedenti; e cioè

(<sup>2</sup>) SCHWAIGER, loco cit., pagg. 255 e 349.

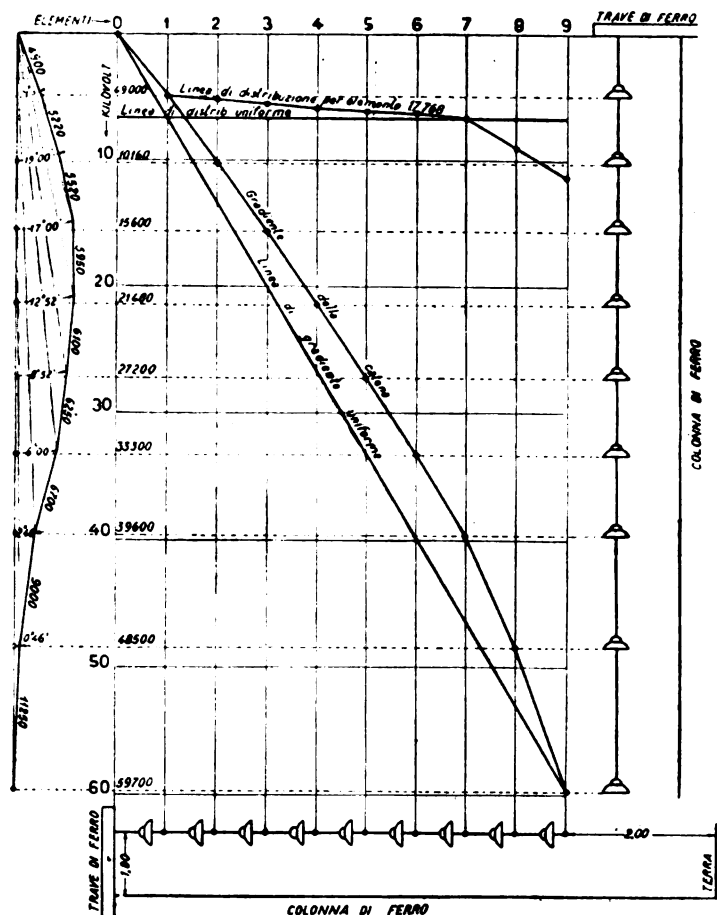
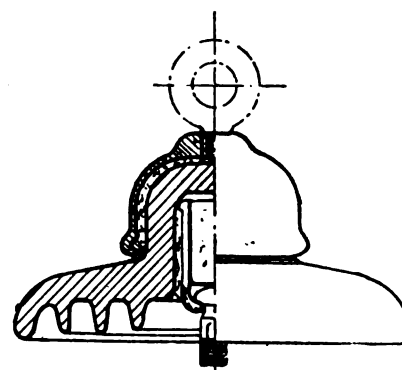


Fig. 8. — Ripartizione del potenziale in una catena Ginori.

#### Distribuzione di potenziale su catene di isolatori e spostamenti di fase prodotti dai singoli elementi.

Tipo d'isolatore	Numero progressivo degli elementi	Angolo dello sfasatore	Differenza angolare	Voltmetro basea tensione Transf. v.	Alta tensione calcolata $V = v \times 466$	Differenza aritmetica volt	Differenza di tensione tra le armature di ciascun elemento Dal diagr. volt	Distribuzione percentuale su ciascun elemento
	Filo di linea					Filo di linea		
Isolatore 17768	9° elemento	—49°,20 <sup>1</sup>	0°	128	59700	11200	11250	18,80%
»	8° »	—50°,06 <sup>1</sup>	—0°,46 <sup>1</sup>	104	48500	8900	9000	15,10%
»	7° »	—52°,06 <sup>1</sup>	—2°,46 <sup>1</sup>	85	39600	6300	6700	11,20%
»	6° »	—55°,20 <sup>1</sup>	—6°	71,3	33300	6100	6250	10,50%
»	5° »	—58°,12 <sup>1</sup>	—8°,52 <sup>1</sup>	58,3	27200	5800	6100	10,20%
»	4° »	—62°,12 <sup>1</sup>	—12°,52 <sup>1</sup>	46	21400	5800	5950	10,00%
»	3° »	—66°,20 <sup>1</sup>	—17°	33,5	15600	5500	5520	9,30%
»	2° »	—68°,20 <sup>1</sup>	—19°	21,8	10160	5200	5220	8,80%
»	1° »	—70°,30 <sup>1</sup>	—21°,10 <sup>1</sup>	10,5	4900	4900	4900	8,20%
Traversa di sostegno	a terra			0	0	Terra		
						59700	60890	102,10%
	Con distribuzione uniforme si avrebbe.....						6630	11,1 %

NOTE



Scala 1 : 5.

NOTA — Le differenze di tensione sopportate da ciascuno elemento vanno lette sul diagramma, e non ricavate aritmeticamente, per tener conto degli spostamenti di fase.



consigliano gli isolatori del tipo Motor verso la linea e quelli a cappa e perno verso la terra!

Le esperienze di scariche ad impulso rappresentate nella fig. 10, condannerebbero però questa soluzione.

b) Aumento della capacità della catena verso il conduttore; — a questo scopo si adoperano corna metalliche, anelli, dischi o simili, di forma o dimensioni svariate, applicati fra conduttore e isolatore inferiore.

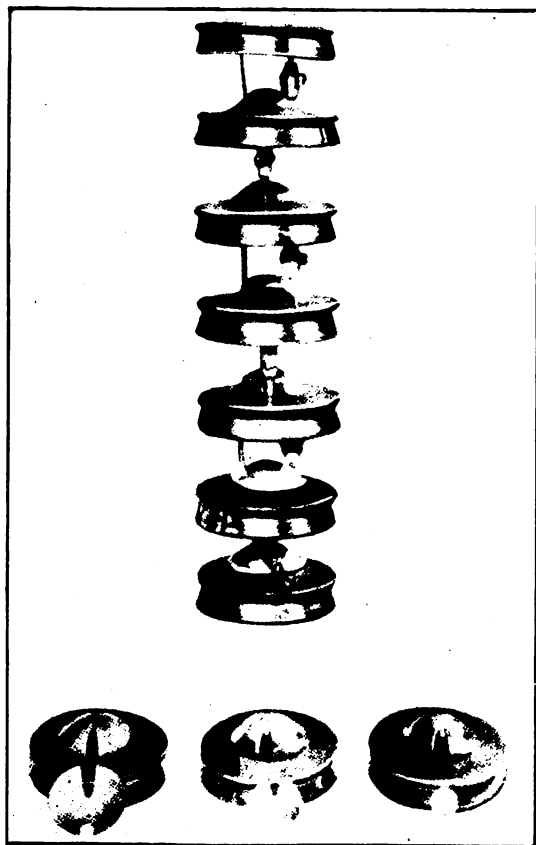


Fig. 9. — Catene con pezzi metallici.

Il loro effetto sulla ripartizione del potenziale è reso evidente nelle figure 11, 12, 13, tratte dal Regerbis (loco cit.), che riproducono i risultati di prove fatte col metodo Toepler (o della pagliuzza).

Si vede che — con una catena di 12 elementi a cappa e perno, la tensione assorbita dall'ultimo elemento scende dal

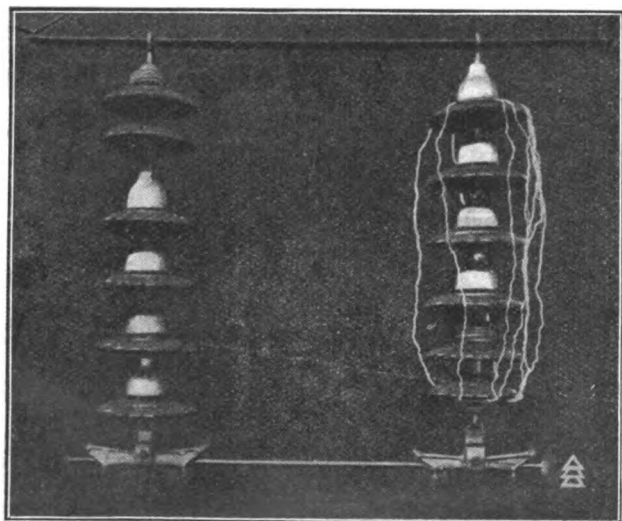


Fig. 10. — Prove su catene combinate.

24 % della totale per catene senza alcun dispositivo, al 21 % per catene con corna ed al 15 % per catene con anelli. Sono anche evidenti le variazioni nell'andamento delle linee di forza prodotte dalle corna e dagli anelli.

Nella fig. 14 è indicata la ripartizione del potenziale su catene di 14 elementi normali Locke senza anello e con anello, del tipo adottato dalla Southern California Edison Co. nelle sue linee a 220 kV.

La fig. 15, rappresenta la distribuzione del potenziale su catene di 15 elementi F.I.L. ricavato dall'Ing. Barberis della Società Breda con il metodo di opposizione secondo lo schema di fig. 5. (La catena di prova era montata in condizioni troppo diverse da quelle d'esercizio e ciò può spiegare la distribuzione poco favorevole trovata).

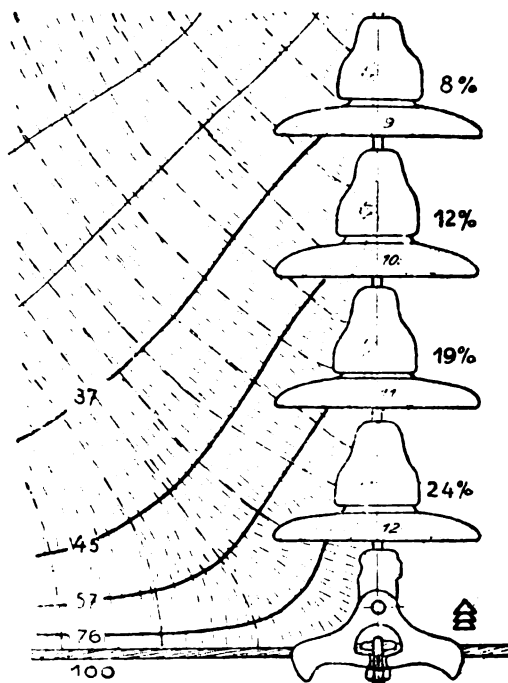


Fig. 11. — Metodo Toepler-Regerbis (senza protezioni).

Per la linea Brighthon-Mercedes a 220 kV della Great Western Power Co. il Prof. Ryan ha eseguito lo scorso anno delle prove su catene di 14 elementi, Locke, normali, muniti del « disco di Koontz » (ovale — da 300 x 450 mm), ricavando i seguenti valori (%):

Elemento N.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tensione in percento	6	4	4	6	4	6	6	6	8	8	8	10	12	12

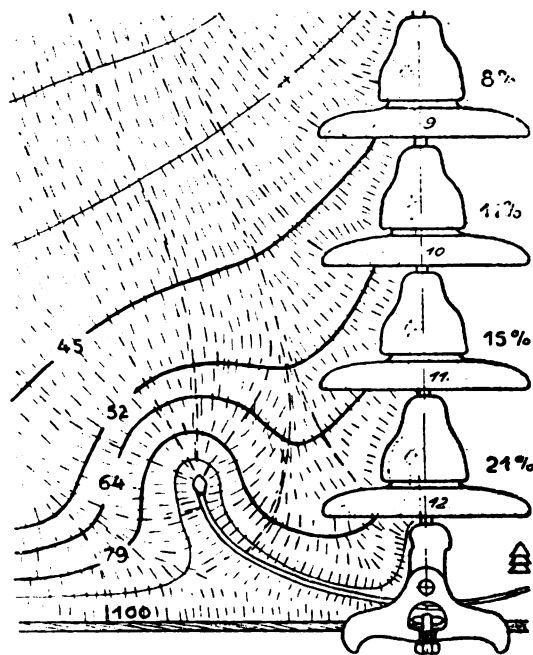


Fig. 12. — Metodo Toepler-Regerbis (con corna).

Su questi dispositivi avremo occasione di ritornare fra poco, parlando della protezione delle catene contro gli effetti degli archi prodotti da sovratensioni.

\*

Potremo concludere le nostre considerazioni, affermando che una buona ripartizione del potenziale (da definirsi e misu-

(\*) G. R. FALKNER NUTTALL. — The Latest 220 000 volt transmission. (World Power, gennaio 1927).

rarsi a tensione normale ed in condizioni vicine il più possibile a quelle d'esercizio pur essendo utile, non ha sovrachia importanza agli effetti della buona riuscita in servizio delle catene di isolatori, la quale dipende invece, per la massima parte, da un complesso di varie circostanze d'origine ceramica e meccanica oltre che elettrica.

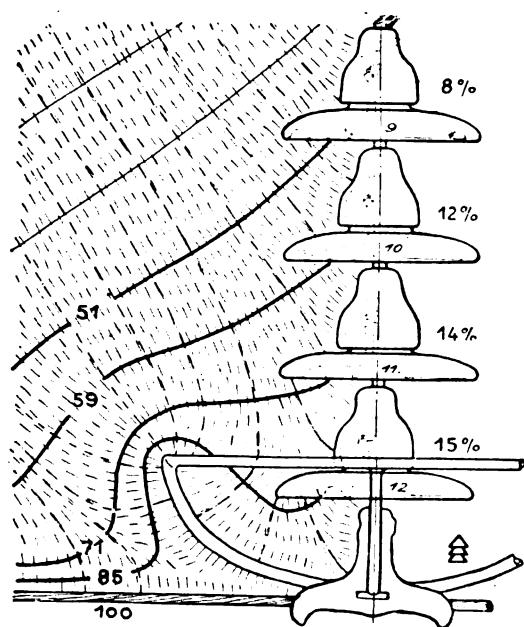


Fig. 13. — Metodo Toepler-Regerbis (con anelli).

### Disposizioni delle catene di isolatori.

Le disposizioni più comunemente adottate per le catene di isolatori sono:

- sospensione;
- semiamarraggio;
- amarraggio.

Nella fig. 16 sono indicate appunto tali disposizioni come

usate dalla Soc. Generale Elettrica dell'Adamello per le sue linee a 125 kV.

La sospensione semplice è generalmente impiegata per i pali normali in rettilineo, e per piccoli angoli.

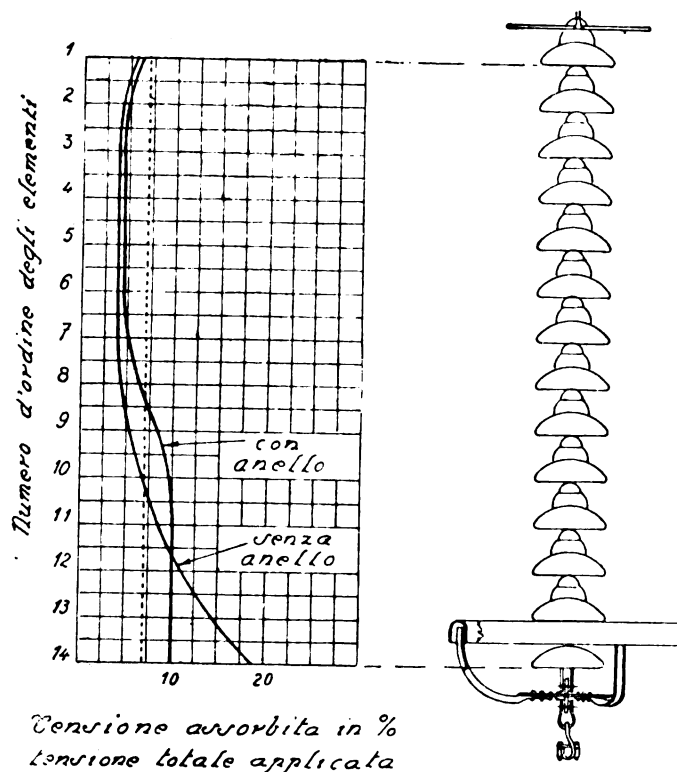


Fig. 14. — Ripartizione del potenziale in una catena Locke.

La disposizione di *semiamarraggio* era stata in un primo tempo molto impiegata per gli attraversamenti e per interrompere le tratte troppo lunghe di linea con pali a sospensione compresi fra due amarraggi. Ma la preoccupazione di dare stabilità alla linea nel senso longitudinale, non si dimostrò troppo fon-

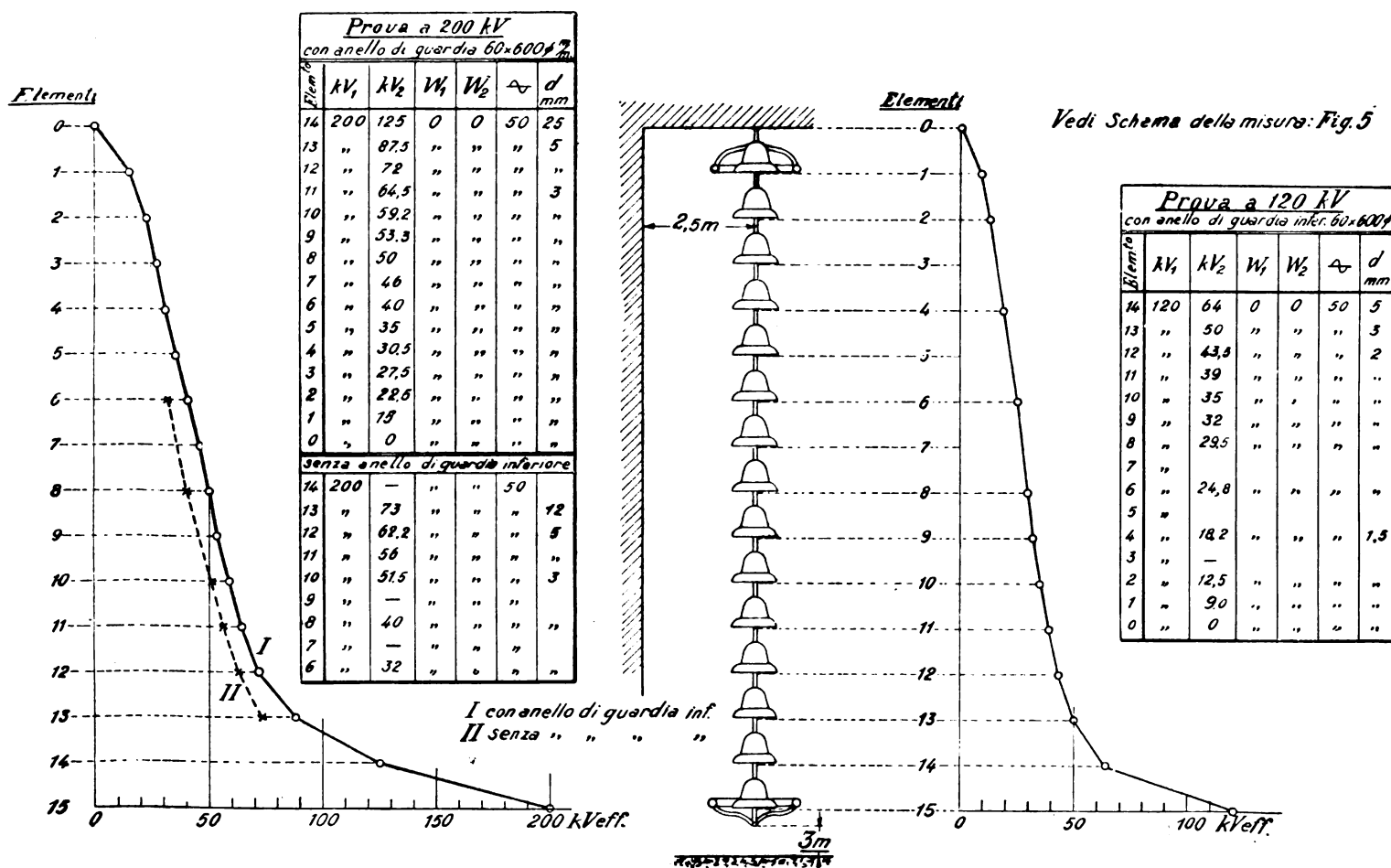


Fig. 15. — Distribuzione del potenziale su catena di 15 isolatori F.I.L. tipo 1434 per linea a 220 kV.

data; — basterà, per essere tranquilli, avere ogni tre o quattro chilometri un amarraggio, che si cercherà di far coincidere con un angolo, o con un palo speciale <sup>(10)</sup>.

I semiamarraggi, poi, difficilmente si sistemano bene nelle campate in pendenza; e non comportano la protezione ad anelli. Noi quindi pronostichiamo non lontano l'abbandono dei se-

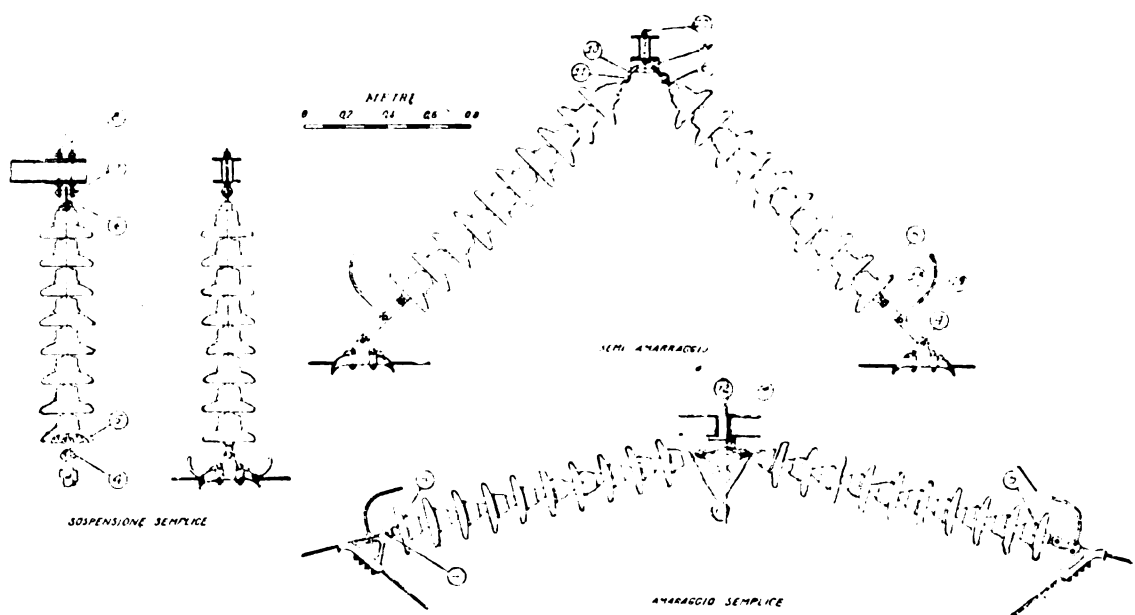


Fig. 16. — Disposizioni varie delle catene.

D'altra parte, per gli attraversamenti dove sia prescritto il doppio isolatore è preferibile impiegare la *sospensione doppia*

miamarraggi e la loro sostituzione — ove necessario — con le sospensioni doppie.

Sia con l'una che con l'altra disposizione sarebbe buona norma adottare catene con un elemento in più che nelle sospensioni semplici, perchè sembra proprio assodato che il numero maggiore di scariche si verifichi (nell'esercizio) sui pali dove vi sono due catene (o due isolatori rigidi) in parallelo.

Ove non si oppongano ragioni speciali, conviene anche ridurre al minimo il numero degli amarraggi, adottando per gli angoli dovunque sia possibile, disposizioni a *sospensione obliqua*, con eventuali varianti — se necessarie — alle mensole. Notevoli esempi italiani di questa tendenza si hanno nella linea dell'Ente Autonomo del Volturno (v. fig. 18) ed in quella del gruppo S. I. P. dalla Valle d'Aosta a Torino <sup>(11)</sup> (v. fig. 19).

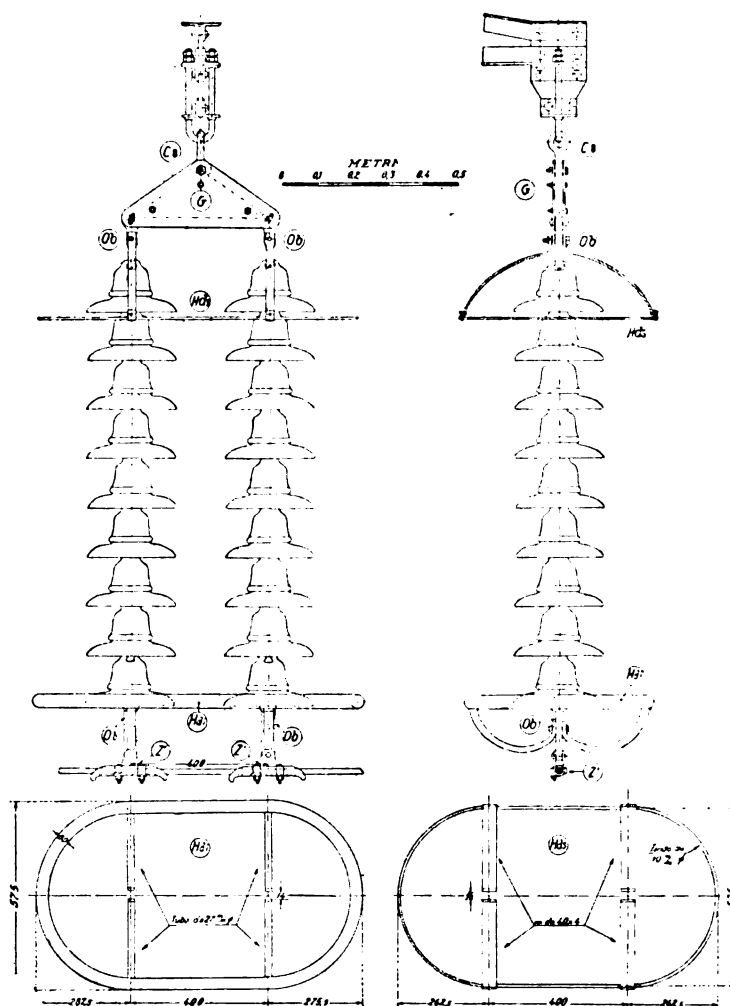


Fig. 17. — Sospensione doppia.

con due morsetti (v. fig. 17), che implica minori sollecitazioni meccaniche negli isolatori e quindi aumenta la sicurezza.

<sup>(10)</sup> Questo per le campate a livello, mentre per quelle in dislivello intervengono altre considerazioni, che consigliano di non lesinare negli amarraggi.

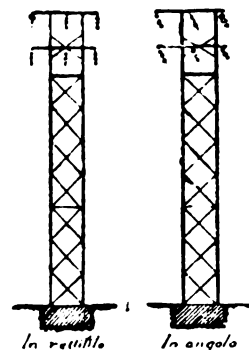


Fig. 18. — Linea Volturno.

Ove il tiro dei conduttori sia rilevante, sorge la questione se adottare negli amarraggi isolatori normali (carico di rottura intorno ai 5000 kg) oppure isolatori speciali più resistenti meccanicamente (se ne costruiscono correntemente con carico di rottura 8000 ÷ 12 000 ed eccezionalmente perfino 20 000 kg). Quest'ultima soluzione è certamente meno costosa, qualora adottando la prima si rendesse necessario l'impiego di *amarraggi doppi* (v. fig. 20) per ottenere il margine di sicurezza voluto; naturalmente però l'impiego di due tipi di isolatori costituisce una complicazione di montaggio e di esercizio della quale bisogna tenere nota.

In conclusione — pur dando il debito conto alle osservazioni di alcune Case costruttrici e cioè che la maggiore resistenza meccanica degli isolatori va a detrimento di altre qualità essenziali ceramiche ed elettriche — riteniamo che la questione sia prevalentemente economica e vada risolta caso per caso.

<sup>(11)</sup> v. DALLA VERDE. — La linea a 135 kV dalla Valle d'Aosta a Torino. (L'Elettrotecnica, 25 marzo 1927 e Sincronizzando, febbraio 1927).

# WESTON

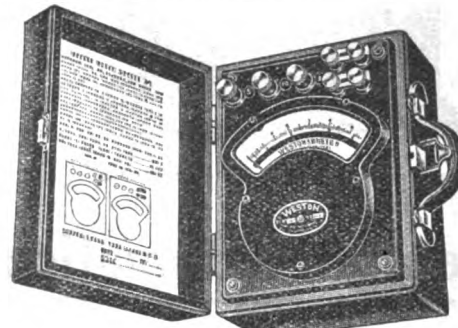
ELECTRICAL INSTRUMENT CORPORATION, NEWARK, N. J., S. U. A.



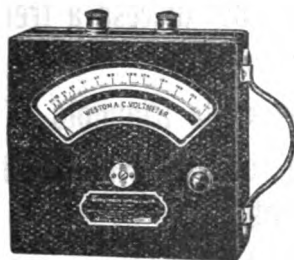
Mod. 341



Mod. 329



Mod. 310



Mod. 155



Mod. 461



Mod. 432

## Strumenti per Sale di Prova

Sale di Taratura, Laboratori,  
Perizie, Collaudi  
(più di 500 tipi di strumenti)

*... Meravigliosa come perfezione  
di lavorazione è l'officina della  
Weston .....*

Da "L'Elettrotecnica", 15/12/26, pag. 831  
Relaz. Ing. G. SEMENZA



Mod. 440

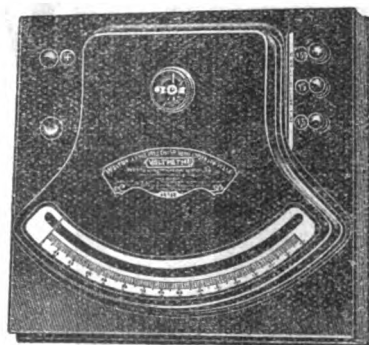


Mod. 1

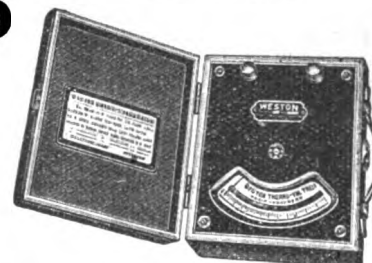
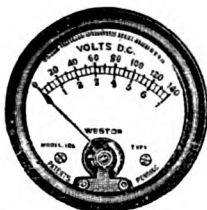


Pile campione

## Strumenti Campione



## Strumenti per Radio



Agenti Generali  
depositari  
per l'Italia:

Telef. { 52-051 Uffici Corso Roma, 76-78  
52-052 " Corso Roma, 76-78  
52-053 " Via Guastalla, 9  
52-054 Officina Via Guastalla, 9

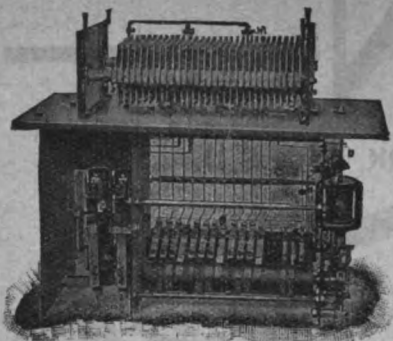
# ING. S. BELOTTI & C.

MILANO (114) - Corso Roma, 76-78

Telegr.  
INGBELOTTI

ESPOSIZIONE VOLTIANA: galleria A - stand 49-50-51-52-53





Reostato automatico di avviamento

# Ing. F. Kloeckner - Colonia

**Qualsiasi Apparecchiatura  
per qualsiasi motore**

## Reostati automatici:

Apparecchiature a teleruttori  
Comandi a distanza  
Apparecchiature per gru  
Comandi montacarichi  
Apparecchi speciali

**Salvamotore**

**protegge i motori**

**contro:** sovraccarichi  
mancanza tensione  
mancanza di fase  
**ed è comandabile a distanza**

## Apparecchi normali:

Reostati di regolazione  
Controller a inversione  
Controller per discesa a freno elettrico  
Avviatori stella triangolo  
Cassette di manovra anche blindate

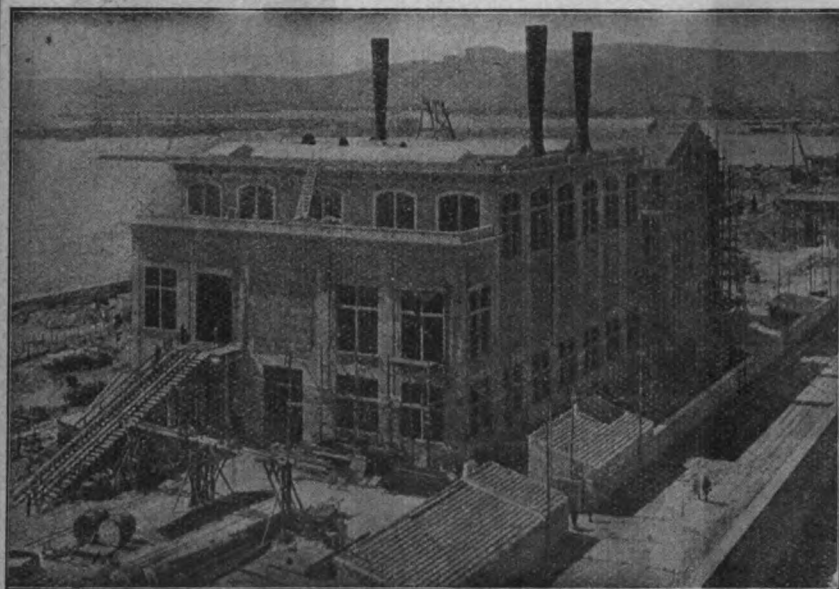


(85)

Avviatore stella-triangolo

**Ing. G. PICKER - Milano (109) Via G. Puccini, 5**  
(Palazzo Dal Verme)  
**TELEFONO 83-869**

CERCANSI ESCLUSIVISTI PER ZONE LIBERE



Montaggio di 4 CAMINI PRAT alla  
**Grande Centrale M. CAPUANO**  
a Napoli

DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

**45.000 K.W.**

**MIGLIAIA di**

**Camini**

BREVETTATI

**Prat**

**Funzionanti e costruiti  
completamente in ITALIA**

dall'ESCLUSIVO CONCESSIONARIO

**Filippo BORRONI**  
**MILANO (3)** (43)

**36, Via Monte Napoleone, 36**

...

Tel.: 45-99

Telegr.: BORRUGO

Analoghe considerazioni valgono per le sospensioni da adottare in caso di campate molto lunghe.

Negli amarraggi — sia semplici che doppi — si usa impiegare uno oppure due elementi in più che nelle sospensioni sem-

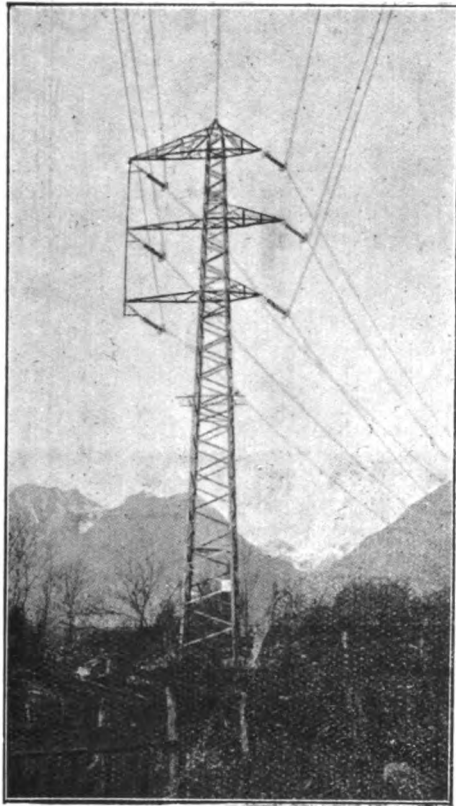


Fig. 19. — Palo mensole B linea Valle d'Aosta.

plici, oltre che per la ragione prima detta a proposito dei semiamarraggi e delle sospensioni doppie, anche per tener conto delle maggiori sollecitazioni meccaniche cui sono sottoposti gli isolatori e delle maggiori difficoltà che presenta il ricambio d'un elemento in caso di guasto.

conduttore fissato al centro. La fig. 22 rappresenta un palo con questa disposizione di catene, che potremo chiamare a *reazione*, come adottato nella recente linea Vincent a 220 kV della Southern California Edison Co.

#### Dispositivi di protezione delle catene.

I dispositivi più comunemente usati per proteggere le catene di isolatori sono le corna e gli anelli, ai quali recentemente in America si sono aggiunti i « repressori ».

I primi due dispositivi (dei quali abbiamo già mostrato l'efficacia sulla distribuzione del potenziale) tendono ad impedire che l'eventuale arco di scarica a terra si svolga lambendo o investendo la porcellana, la quale ne andrebbe deteriorata o distrutta.

Per questo riteniamo che a poco servano le piccole corna consigliate da alcune Case (v. fig. 23), che raggiungono lo scopo soprattutto di proteggere il conduttore, mentre non salvano la catena dall'arco che si adessa da punti troppo vicini alle campane. All'estremo opposto arrivano altre Case allungando le corna smisuratamente (v. fig. 24) con il risultato di abbassare troppo la tensione di scarica. Corna bene dimensionate ci sembrano quelle rappresentate in fig. 25.

In generale le corna sono in ghisa malleabile, e conviene fissarle bene sulle catene per evitare guai simili a quello della fig. 26.

Inconveniente delle corna è quello di non presentare la stessa efficacia protettiva per le varie forme che può avere l'onda della sovratensione. In particolare per le onde a fronte ripida, o impulsi (come prodotti dagli archi a terra) la tensione di scarica fra le punte (anche se arrotondate) delle corna, è superiore a quella che si ha per la frequenza normale <sup>(12)</sup> e quindi la scarica può avvenire lungo la porcellana, nonostante la presenza della protezione.

Da questo punto di vista gli anelli, soprattutto se fatti con tubo di diametro sufficiente (50 ÷ 60 mm) offrono una protezione più costosa ma più completa contro le scariche. Anche per essi ha molta importanza un buon dimensionamento, che deve essere studiato in relazione al diametro ed all'altezza degli isolatori, per disciplinare l'adescarsi degli archi. Minore importanza diamo alle considerazioni intese ad utilizzare gli anelli per la ripartizione del potenziale, che hanno dato origine a forme svariatissime, oggetto di numerosi brevetti più o meno discutibili. Il concetto basilare che consiglia l'adozione degli anelli è — ripetiamo — la protezione della catena (e del conduttore) e ab-

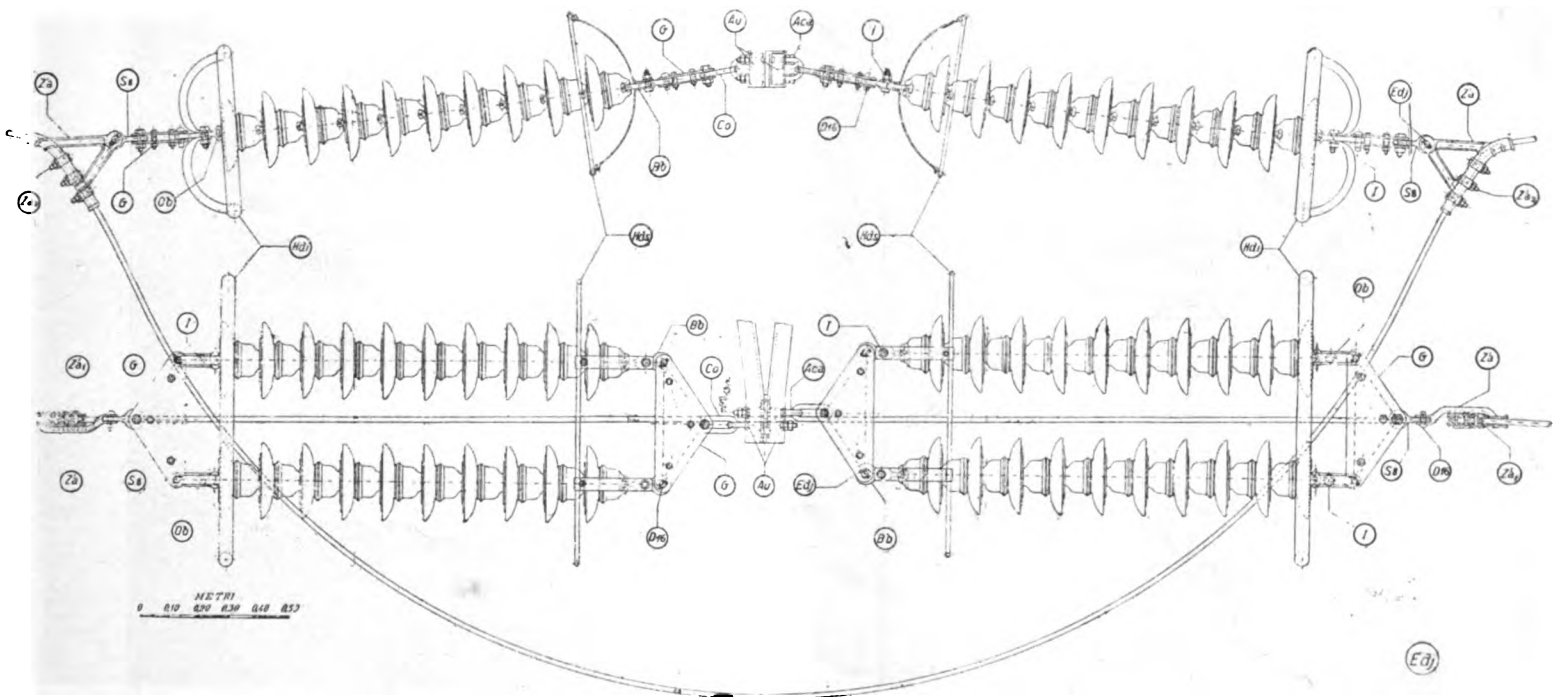


Fig. 20. — Amarraggi doppi.

Altra disposizione interessante di catene d'isolatori è quella che si può impiegare nei casi di certe campate in pendenza, nelle quali la risultante dei tiri tenda a sollevare le catene verso l'alto. Allora, in luogo di adoperare gli amarraggi invertiti (vedi fig. 21) si possono montare due catene verticali in serie, con il

biamo già avuto occasione altra volta di ricordare <sup>(13)</sup> che prove per sperimentare la loro efficacia in questo senso si fecero in

<sup>(12)</sup> L'Elettrotecnica, 5 novembre 1918, pag. 448.

<sup>(13)</sup> L'Elettrotecnica, 25 marzo 1927, pag. 197.

Italia fino dal 1911, con ottimi risultati, su isolatori sia rigidi che sospesi.

Gli anelli devono essere in ferro e non in alluminio, che ha una temperatura di fusione troppo bassa; generalmente in

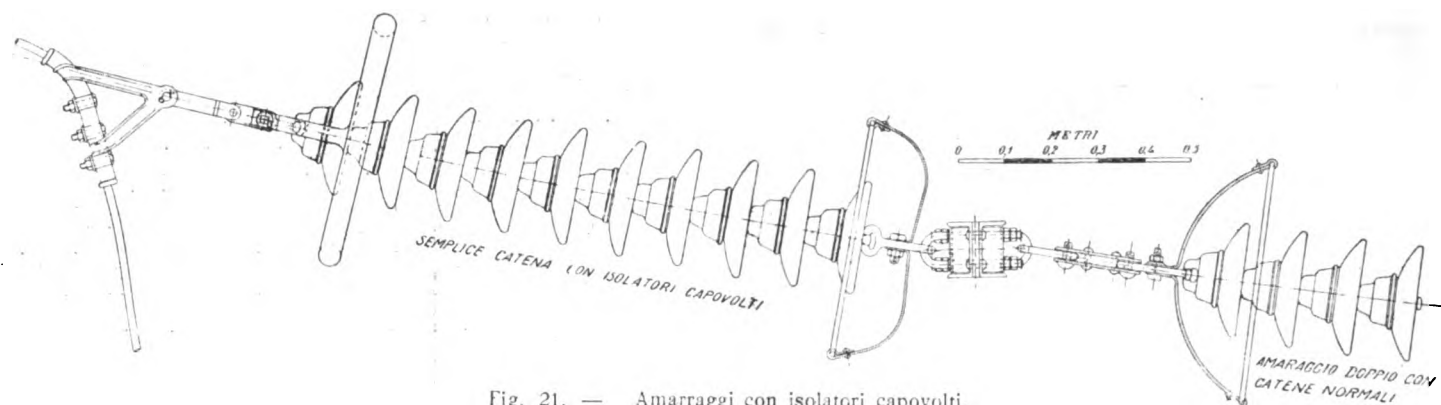


Fig. 21. — Amarraggi con isolatori capovolti.

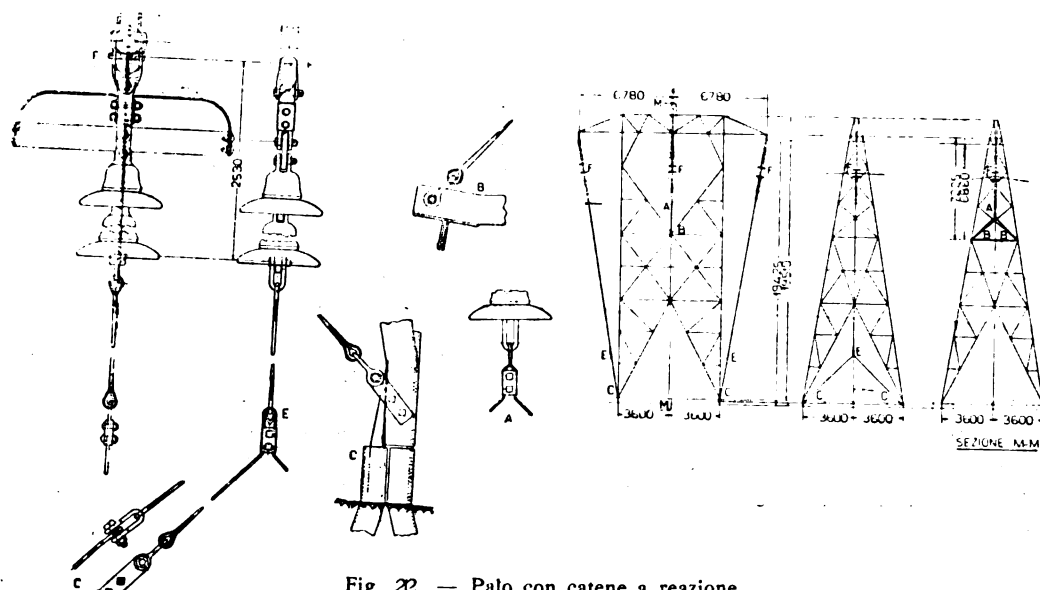


Fig. 22. — Palo con catene a reazione.

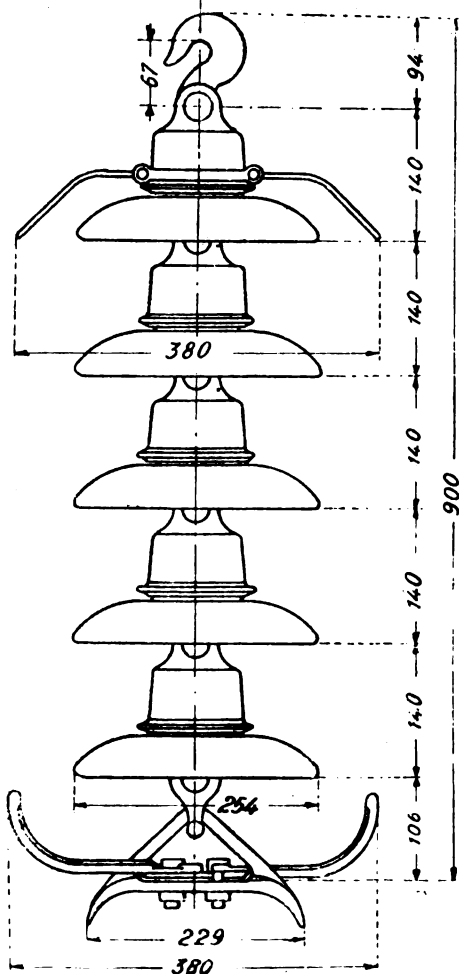


Fig. 23. — Corna piccole.

Europa quelli inferiori si fanno con tubi di spessore sottile di diametro variabile da 30 a 60 mm; sui quali vengono saldati

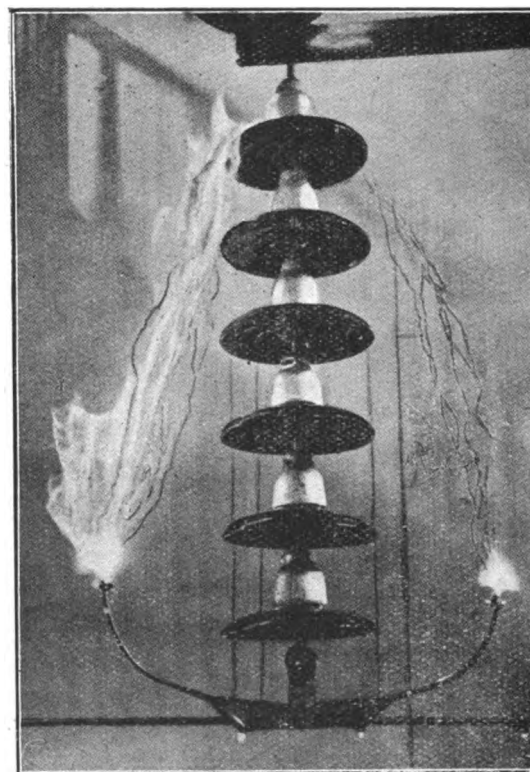


Fig. 24. — Corna grandi.

due o quattro bracci ricurvi convergenti (v. fig. 27). Gli anelli superiori possono essere — eventualmente — in tondino anzi-



chè in tubo (v. fig. 27) e talvolta essere sostituiti da corna. In America v'è attualmente una tendenza alla abolizione di qualunque protezione sull'elemento superiore verso la mensola; — si sono però avuti dei casi di linee in cui si era seguito questo

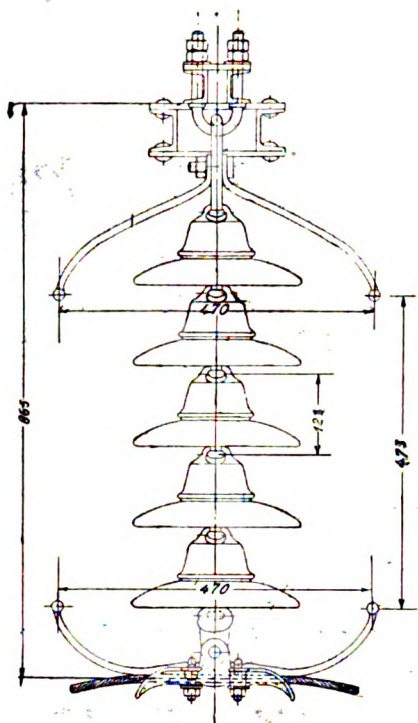


Fig. 25. — Corna medie.

concetto e che hanno avuto la campana dell'isolatore superiore delle catene investita in pieno dalla scarica partente dall'anello inferiore (v. fig. 28).

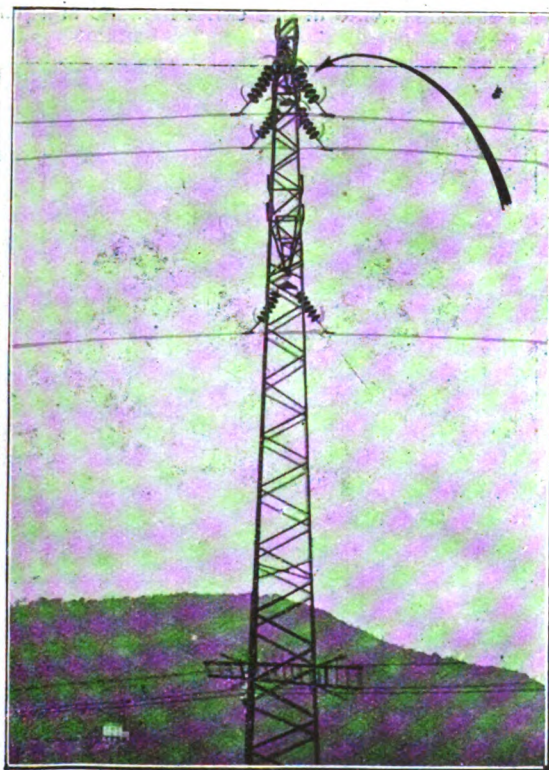


Fig. 26. — Corna male montate.

Cura speciale va riservata al sistema di attacco fra anello e morsetteria per impedire sbandamenti antiestetici e pericolosi; l'ordinario bullone quadro finora usato in molte linee europee è assolutamente insufficiente, qualora non sia integrato ad esempio con piastrine piegate secondo le allunghe di attacco, ecc. Meglio è adottare il fissaggio con due bulloni, nonostante la lieve complicazione che ne deriva alla catena (v. fig. 29). Nella linea a

220-380 kV della Renania, gli anelli di protezione sono apribili, in modo da poterli fissare sulle catene dopo finito l'arma-

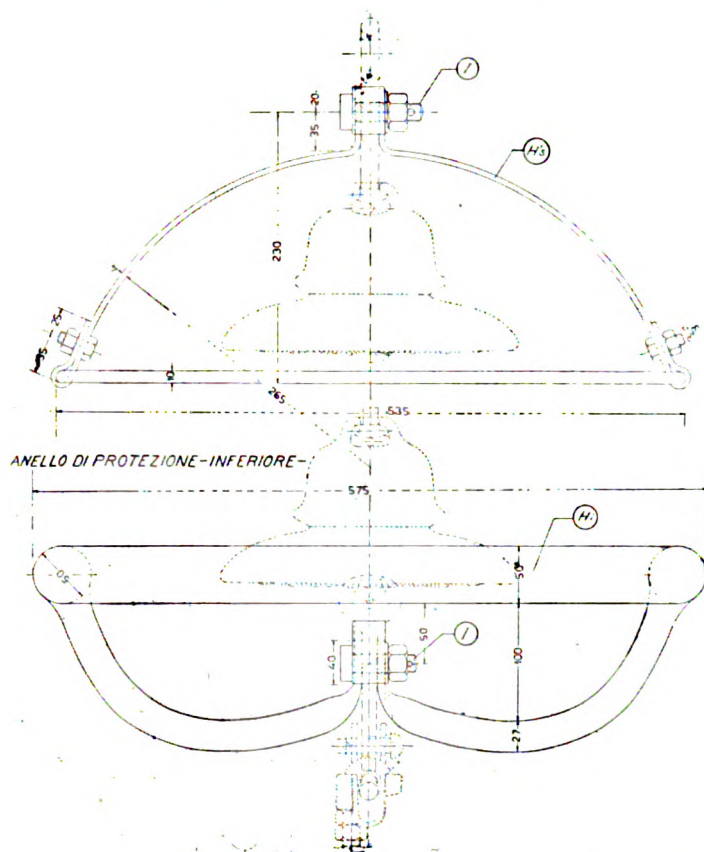


Fig. 27. — Anello inferiore in tubo ed anello superiore in tondino.

mento: è discutibile se tale vantaggio compensi il maggior costo, in confronto del solito tipo chiuso.

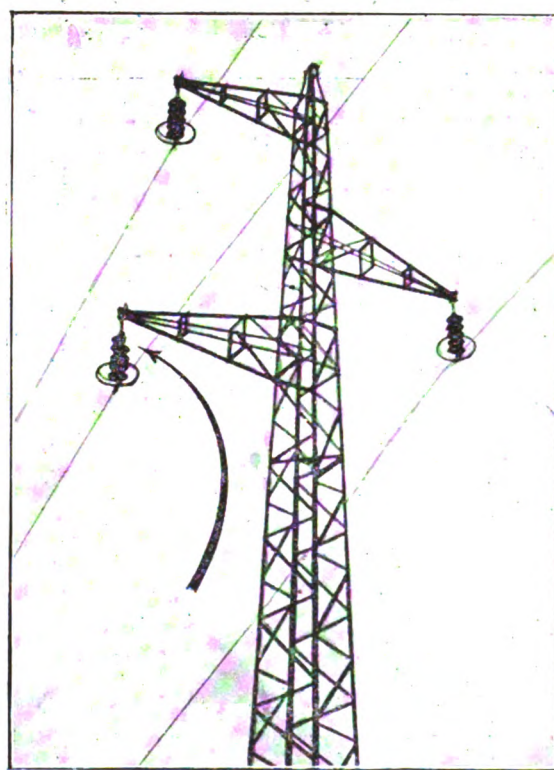


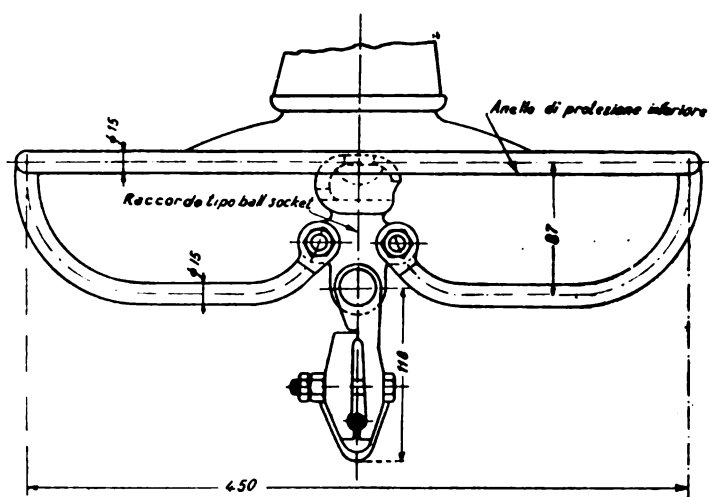
Fig. 28. — Catena senza anello superiore con isolatore rotto.

I sistemi di protezione ad anelli o corna sono stati recentemente oggetto in America di interessanti polemiche. L'Ingegnere Austin obietta a questi sistemi che essi — abbassando la tensione di scarica — facilitano l'adescarsi degli archi, i quali — egli dice — possono bensì essere disciplinati all'inizio e



guidati verso una direzione a preferenza che verso altre, ma poi, per la ionizzazione dell'aria che inevitabilmente ha luogo

formazione delle scariche, e quindi propugna l'abolizione delle corna ordinarie e degli anelli e la loro sostituzione con disposi-



Raccordo per isolatori ad orbita

Raccordo per isolatori ad anelli

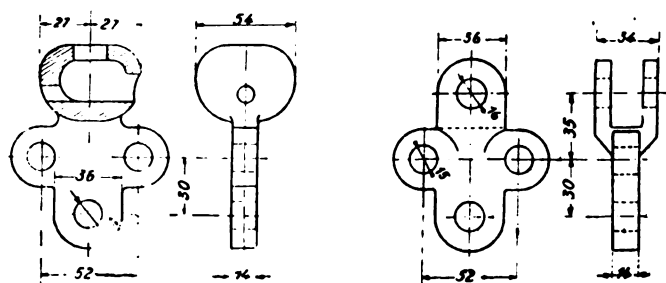


Fig. 29. — Fissaggio anello con due bulloni.

con le alte tensioni e « con le alte frequenze », possono assumere tragitti diversissimi e non controllabili, con conseguenze disastrose, soprattutto nelle grandi reti. Ed invero numerose espe-

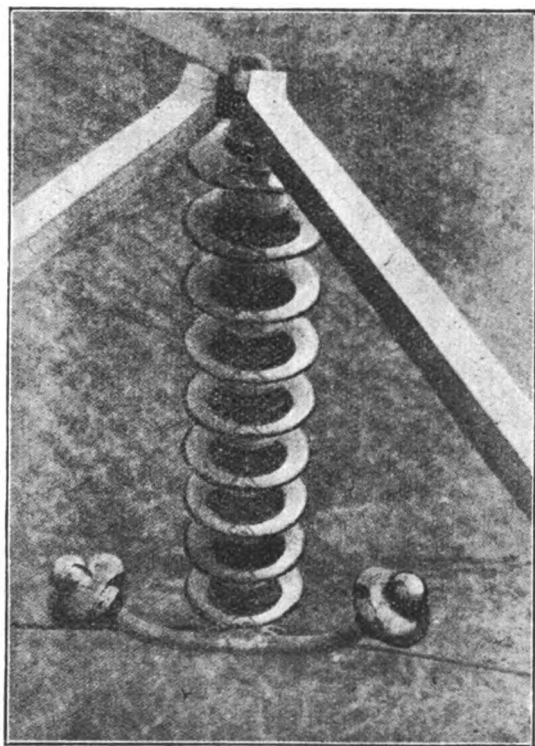


Fig. 30. — « Repressore » con corna e isolatori.

rienze eseguite nei laboratori dell'Ohio Brass Co. danno la sensazione che « con le alte frequenze » ciò effettivamente avvenga.

L'Austin si propone dunque di ostacolare al massimo la

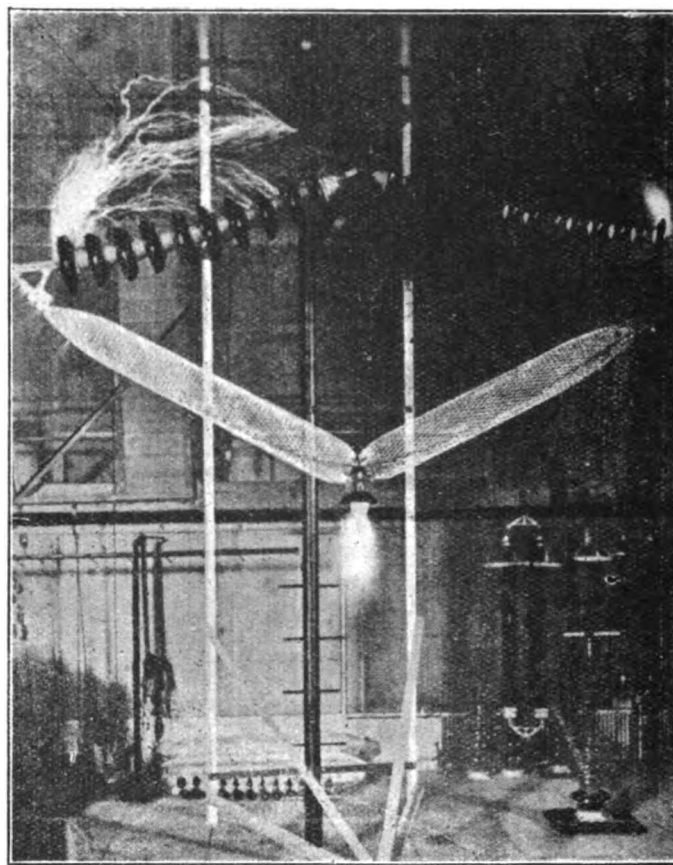


Fig. 31. — « Repressore » con maglia sul conduttore.

tivi di « controllo del flusso » (flux control) o « repressori », consistenti essenzialmente in due corna montate alla parte infe-

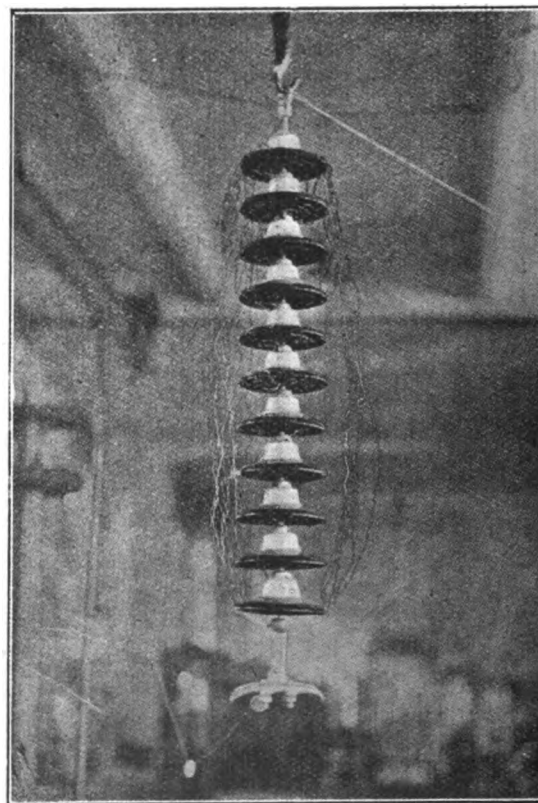


Fig. 32. — Scariche in catene senza protezione.

riore delle catene e sulle cui estremità vengono infilati degli isolatori rigidi (v. fig. 30).

Questi isolatori dovrebbero — in virtù delle differenti costanti dielettriche della porcellana e dell'aria — regolarizzare

l'andamento delle linee di forza (dove il nome di « flux control ») che con le protezioni ordinarie è molto irregolare (vedi fig. 11 e 12). A completamento di questa protezione, il condut-

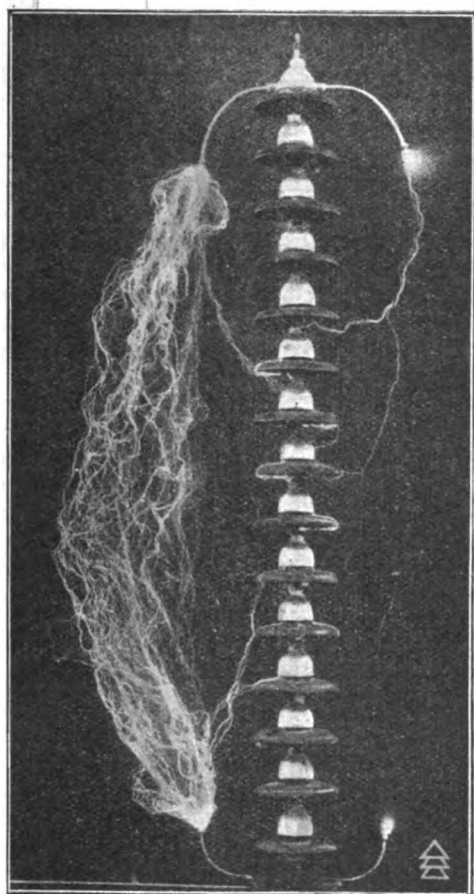


Fig. 33. — Scariche in catene con corna.

tore nelle vicinanze del palo può venire rivestito da una maglia o calza cilindrica con diametro notevolmente maggiore del conduttore stesso (v. fig. 31). Si innalza così la tensione di scarica

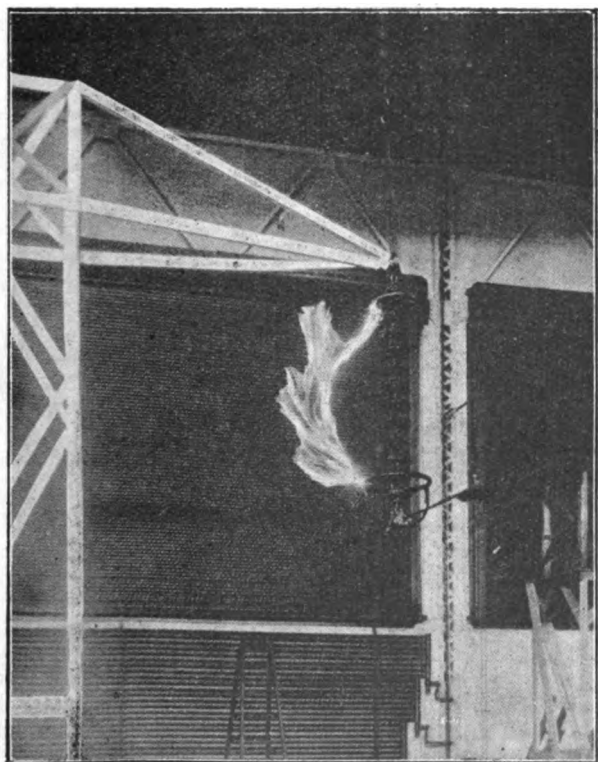


Fig. 34. — Scariche in catene con anelli.

e si ostacola la formazione di archi fra conduttore e palo, che molte volte rappresenta il pericolo più grave per le linee.

L'efficacia pratica di questi « repressori » non è stata an-

cora provata; i risultati d'esercizio nei pochi impianti americani che li hanno adottati non sono concordi <sup>(14)</sup>, e d'altra parte sembra che le sovratensioni ad alta frequenza, delle quali soprattutto si è preoccupato l'Austin, si verifichino nelle linee molto più raramente di quelle ad impulso <sup>(15)</sup>.

Ma inoltre a noi sembra che il concetto informatore dei « repressori » sia discutibile. Infatti se impediamo che le sovratensioni si scarichino lungo la linea, può darsi che esse non riescano ad esaurirsi nell'impedenza della linea stessa e penetrino così nelle cabine o nelle centrali, producendo al macchinario danni certo superiori a quelli, che si sarebbero prodotti in una scarica esterna.

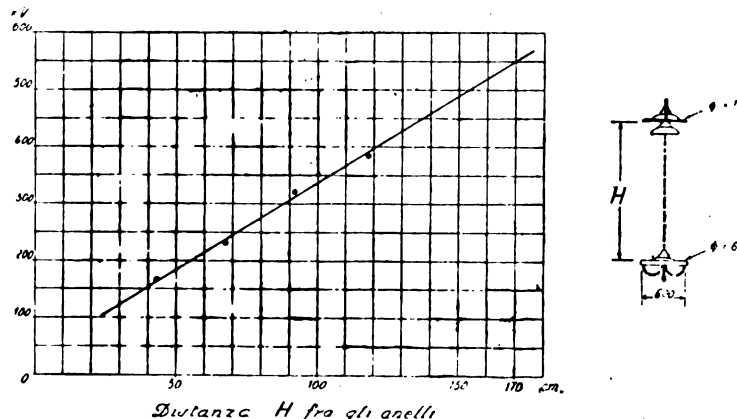


Fig. 35. — Diagramma tensione scarica fra anelli.

Siamo dunque favorevoli all'adozione di sistemi (corna od anelli) che permettano il deflusso a terra delle sovratensioni ed abbiano una efficacia protettiva sulla porcellana (v. fig. 32, 33 e 34), in ciò confortati dall'esempio delle maggiori società nostre ed estere.

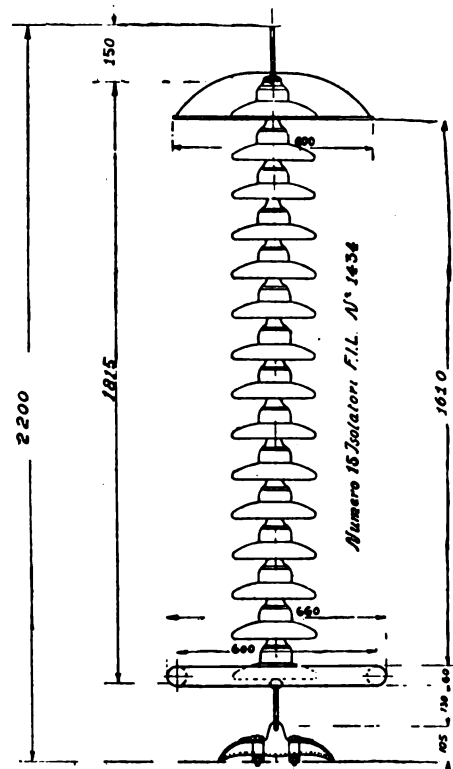


Fig. 36. — Catena a sospensione per linea Isarco a 220 kV.

Naturalmente occorre evitare che queste protezioni abbassino troppo la tensione di scarica delle catene. Nella fig. 35, sono segnate le tensioni disruptive sotto acqua di condotta a 50 periodi, in funzione della distanza fra corna oppure fra anelli, delle dimensioni normalmente impiegate in Italia, montati su catene di isolatori. Per ottenere una protezione efficace, biso-

<sup>(14)</sup> SINDEBAND e SPORN. — Lightning and other Experiences with 132 kV Transmission Line. — (Journ. A. I. E. E., luglio e ottobre 1926 e L'Elettrotecnica, 15 gennaio 1927).

<sup>(15)</sup> v. PEEK nella discussione all'articolo di Sindeband e Sporn. (J. A. I. E. E., ottobre 1926).

gna — in relazione al numero degli isolatori componenti la catena — sceglierà la distanza fra corna o fra anelli in modo che la tensione di scarica sia solo *leggermente inferiore* a quella della catena senza protezioni. Nella fig. 36 è indicata una disposizione studiata per la catena in sospensione semplice di una

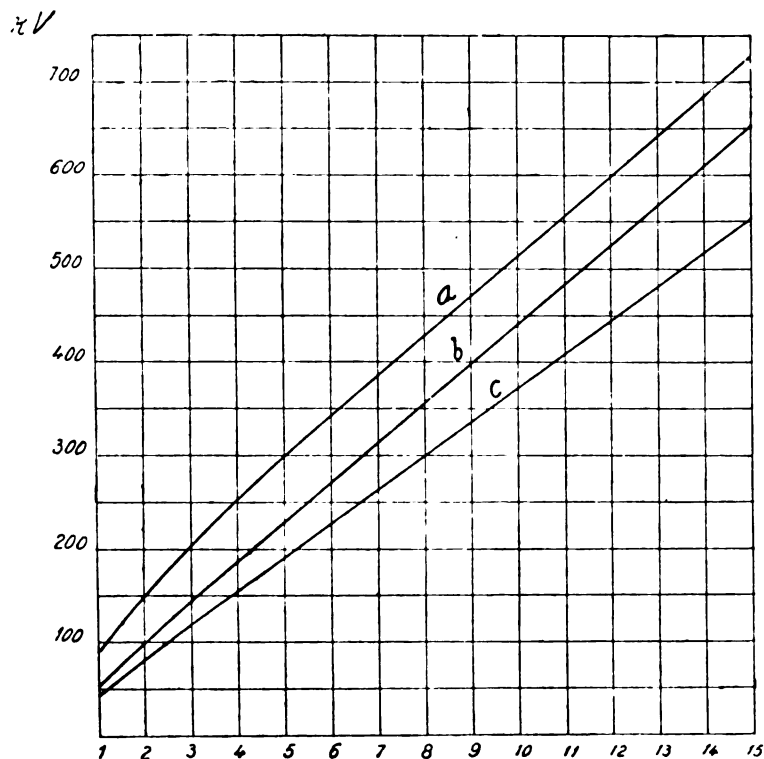


Fig. 37. — Diagramma tensioni scarica isolatore Fil 1434.

a) = archi a secco; b) = sotto pioggia A. E. I.;  
c) = sotto acqua di condotto.

linea a 220 kV attualmente in corso di esecuzione nell'Italia Settentrionale. La catena è composta da 15 elementi a cappa e perno del tipo normale (diametro 254 mm, altezza 121 mm circa); la tensione di scarica sotto acqua di condotta a 50 ~ è di circa 550 kV (v. fig. 37) cui corrisponde una distanza fra gli anelli di poco superiore a 1610 mm (distanza fra gli anelli).

però certe migliorie si possono ottenere mediante piccoli accorgimenti, quali evitare il più possibile gli spigoli presso il conduttore mediante opportune disposizioni delle membrature, lasciare in tutte le condizioni un margine di sicurezza maggiore per il conduttore che per le protezioni, ecc.

Le condizioni peggiori si hanno, evidentemente, con il massimo vento e possono diventare gravissime nelle linee a tensione molto elevata (catene lunghe) con conduttori in alluminio — acciaio, o peggio con le treccie tubolari che hanno diametri rilevanti. Per la linea a 220 kV di cui a fig. 34, prevista con treccia di 25 mm di diametro, se si fossero applicate rigorosamente le formule solite, che servono a calcolare i pali agli effetti degli sforzi prodotti dal vento sui conduttori (76 kg per metro quadrato di superficie meridiana), si sarebbe arrivati a inclinazioni delle catene di 50° circa, e quindi a sbracci e distanze proibitive. L'esperienza ci dice che tali inclinazioni non si verificano mai in pratica, per un cumulo di varie circostanze (attrito negli attacchi, non contemporaneità della spinta del vento su tutta la campata, ecc.); quindi, *in media*, si può contare che la massima inclinazione raggiunta dalla catena nei nostri paesi non oltrepassi i 30° per pali in rettilineo. Nei pali d'angolo, ove non si adottino gli amarraggi, interviene anche la risultante del tiro; così l'inclinazione aumenta e quasi sempre si deve — oltre che allungare le mensole — abbassare il punto di attacco della catena. In questi casi fra mensola e catena bisogna interporre un pezzo girevole nel senso longitudinale alla linea, perchè un pezzo rigido sarebbe soggetto a flessione nell'eventualità della rottura d'un conduttore.

Nei pali molto larghi in testa, bisogna inoltre tener presente che l'inclinazione del conduttore per effetto della catenaria, soprattutto in campate a dislivello, peggiora le condizioni aumentando la lunghezza della parte oscillante vicina al palo.

Quanto ai valori da darsi alla detta distanza minima non abbiamo delle cifre sicure; le tabelle del Bureau of Standards americano portano 0,25'' per kV; ma si arriverebbe con ciò a valori troppo scarsi. Le distanze minime adottate in alcune linee italiane si troveranno nel quadro statistico allegato (tabella I).

Nella fig. 38 è schizzata una testa di palo studiata per la linea a 220 kV di cui a fig. 36. Nelle peggiori condizioni la minima distanza fra il ferro del palo e l'anello inferiore è di 1700 mm, mentre la distanza fra conduttore e palo, (per campate in pendenza del 25 % circa) è di 1800 mm, cioè leggermente superiore alla precedente.

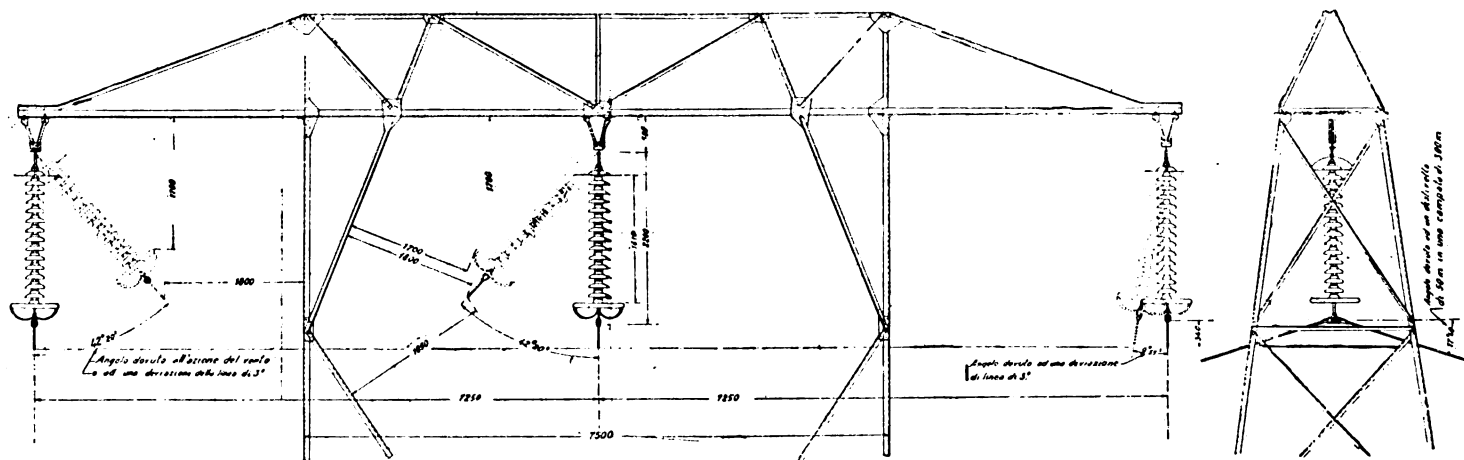


Fig. 38. — Testa di palo per linea Isarco a 220 kV.

Per quanto riguarda la distanza delle parti sotto tensione dalle membrature del palo, bisogna dare la dovuta importanza all'andamento delle linee di forza del campo elettrostatico. Sotto questo punto di vista la campagna che l'Austin svolge da qualche tempo è veramente meritoria. Nello studio dei pali — soprattutto di quelli a cavalletto — si era finora curata quasi esclusivamente la parte meccanica trascurando quella elettrica; — si era quindi arrivati a delle teste di palo che davano origine a enormi concentrazioni di linee di forza in punti determinati, con conseguenti facilità di scariche (le quali talvolta partivano dal palo anzichè dal conduttore).

Il conciliare le varie esigenze è problema molto difficile;

#### Accessori delle catene di isolatori.

In generale le linee ad isolatori sospesi richiedono accessori più complessi e numerosi che non quelle ad isolatori rigidi. La fig. 39, dà un'idea della varietà di pezzi che generalmente si adoperano.

Tutti questi pezzi devono lasciare facilità di spostamenti alla catena, a seconda delle varie forze che la sollecitano; il materiale comunemente impiegato è la ghisa malleabile, l'acciaio forgiato e — per certe parti — il bronzo; attualmente si stanno inoltre sperimentando delle leghe speciali e molto leggere a base di alluminio.

Importanza particolare ha la *zincatura*, che generalmente si fa con i processi galvanico e a caldo; vanno però ora diffondendosi altri due procedimenti.

l'aria ambiente, di carbonato o ipercloruro di zinco a seconda se l'aria è normale o salmastra.

Il processo di sherardizzazione (Eloc), consiste in una

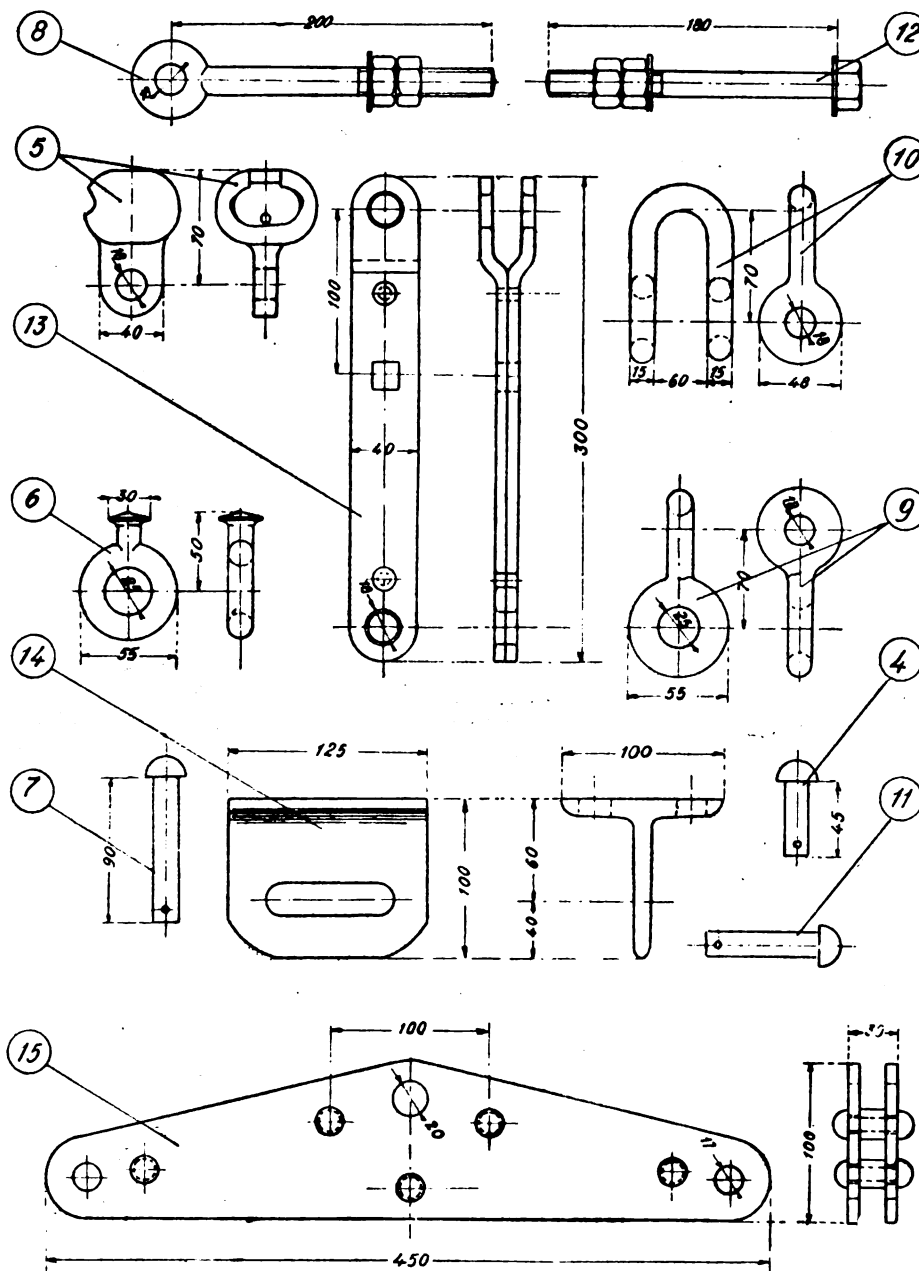


Fig. 39. — Assieme di accessori.

Nel processo a spruzzo (sistema Schoop) lo zinco viene proiettato allo stato fuso sul pezzo da zincare mediante una

cementazione del pezzo con lo zinco allo stato di vapore; cementazione che ha luogo in un ambiente riducente a circa 600°: il

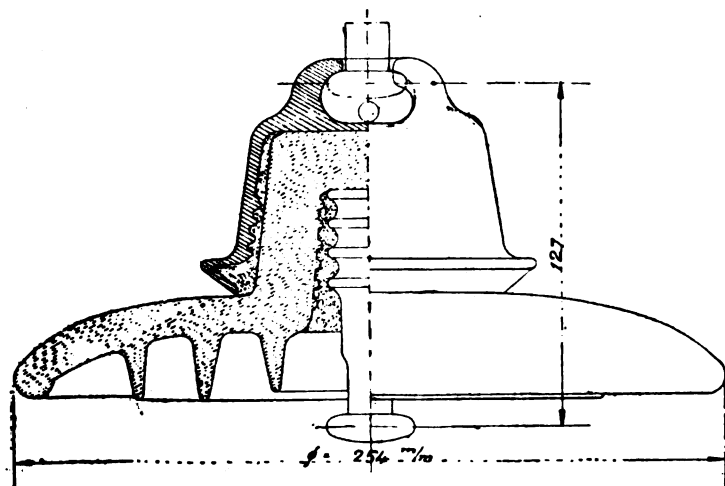


Fig. 40. — Isolatore con «ball socket»

corrente d'aria compressa; l'azione di colmataggio delle superfici porose avviene naturalmente per formazione, a contatto con

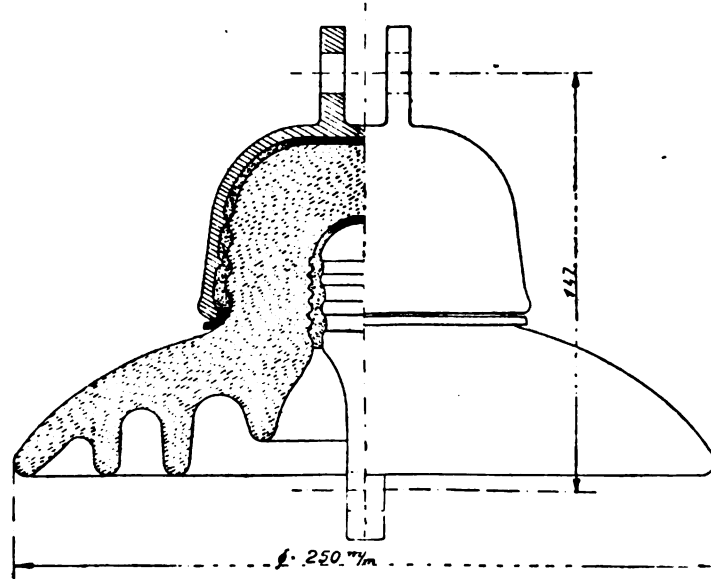
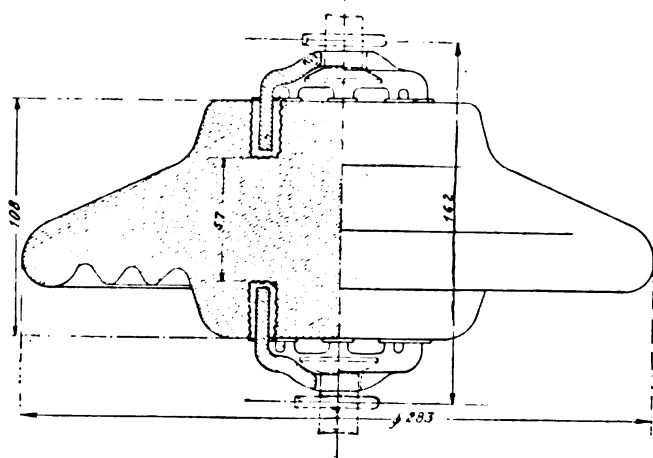


Fig. 41. — Isolatore con alente



deposito è atomico e da ciò risulta un vantaggio per la zincatura di parti filettate. Il raffreddamento del materiale sempre



Per quanto riguarda gli *attacchi fra isolatori*, osserviamo che — per i tipi a cappa e perno e per quelli a doppia cappa — è diventato di uso comune, dopo scaduto il brevetto che lo proteggeva, quello ad orbita (« ball socket ») costituito come è noto da un perno con l'estremità arrotondata che penetra in una cavità praticata nella cappa e così sagomata da impedire — mediante una copiglia — l'uscita del perno (v. fig. 40). Questo attacco è molto più snodato di quello ad alette che si usava prima (v. figura 41).

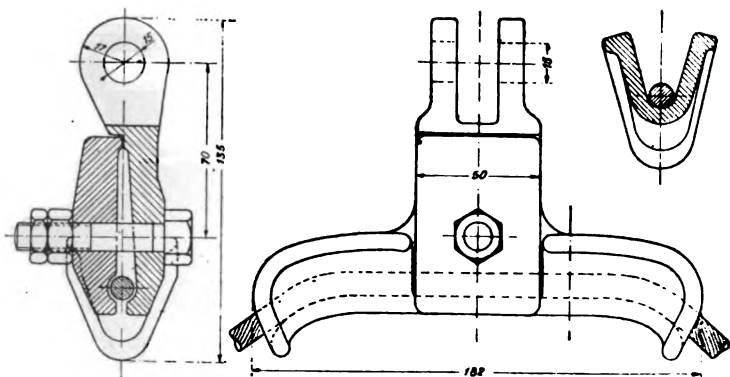


Fig. 47. — Morsetto sospensione bronzo.

Nel tipo di isolatore Jeffery Dewitt, nel corpo del « ragno » in ghisa malleabile le cui zampe sono annegate nella porcellana e ivi fissate con una lega speciale, è praticato un foro, dove penetra il pezzo di collegamento con l'elemento successivo (vedi fig. 42).

Per gli isolatori tipo Hewlett va diffondendosi l'uso degli attacchi semirigidi, perchè assicurano bene la posizione reciproca degli elementi e riducono la lunghezza delle catene, ma anche quelli completamente flessibili sono molto usati. Nella fig. 43, è indicata la soluzione adottata dalla Soc. Thomas; il collegamento è in rame ricotto, che s'adatta bene entro la sede praticata nella porcellana, evitando così concentrazioni di sforzi su certe zone a preferenza di altre. Con questa soluzione non sono necessari i bulloni e gli elementi possono essere rapidamente collegati (v. fig. 44).

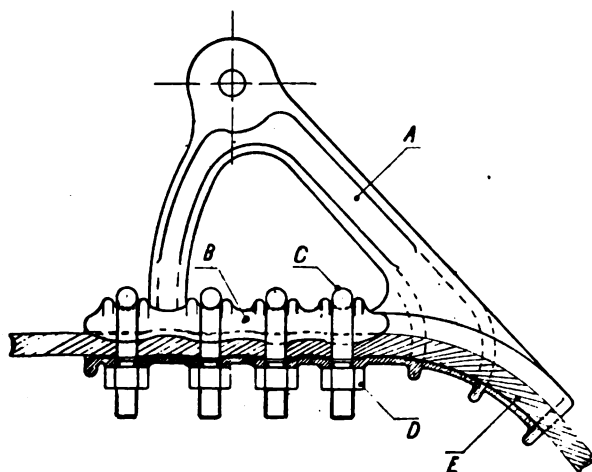


Fig. 48. — Morsetto amarraggio triangolare.

Gli accessori più importanti delle catene sono ovviamente i *morsetti di attacco del conduttore*.

I *morsetti di sospensione* possono essere in lamiera di acciaio stampato, in ghisa malleabile o in bronzo (v. fig. 45, 46 e 47).

Quelli in acciaio, più economici e leggeri, presentano una minor resistenza allo scorrimento del conduttore, resistenza che — in generale — per treccie di rame da 80 a 150 mm<sup>2</sup>, non dovrebbe scendere sotto i 1000 ÷ 1500 kg per evitare lo sfilamento completo della linea fra due amarraggi in caso di rottura d'un conduttore <sup>(16)</sup>. Fra i morsetti di sospensione va sempre più generalizzandosi l'uso di quelli aperti (v. fig. 46) che ren-

dono molto più facile il montaggio del conduttore in confronto di quelli chiusi. Le estremità devono essere arrotondate per evitare intaccature sul conduttore (per questo le treccie in alluminio-acciaio vengono protette con fodera in alluminio) e non localizzare in un punto le vibrazioni, le quali, d'altronde, si verificano più negli amarraggi che nelle sospensioni.

I *morsetti d'amarraggio* possono suddividersi in varie categorie:

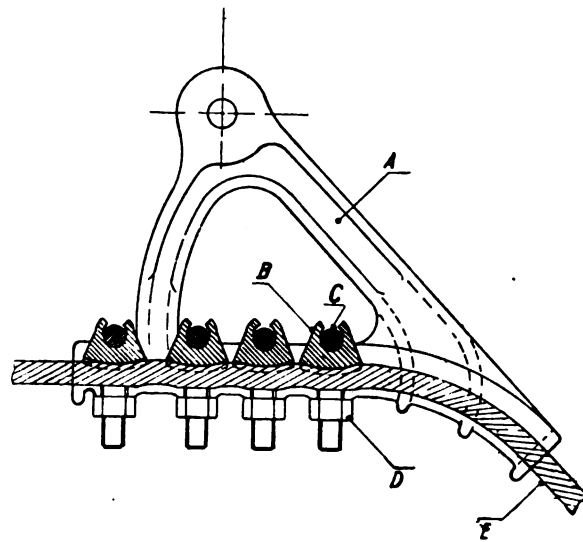


Fig. 49. — Morsetto amarraggio con copritreccia girevoli (brevetto Sip).

*Morsetto triangolare* (v. fig. 48). — Il conduttore può venire fissato con un copritreccia zigrinato e ondulato, serrato con bulloni a scarpa o meglio a cavallotto. Come si vede, il tiro viene sopportato non solo dai bulloni ma anche dalla parte ricurva del morsetto. Quanto maggiore è lo sforzo, tanto maggiore deve essere l'attrito su questa parte ricurva, per rendere difficile lo scorrimento, che altrimenti avrebbe luogo facilmente data la diminuzione, prodotta dal tiro, nel diametro della treccia, che

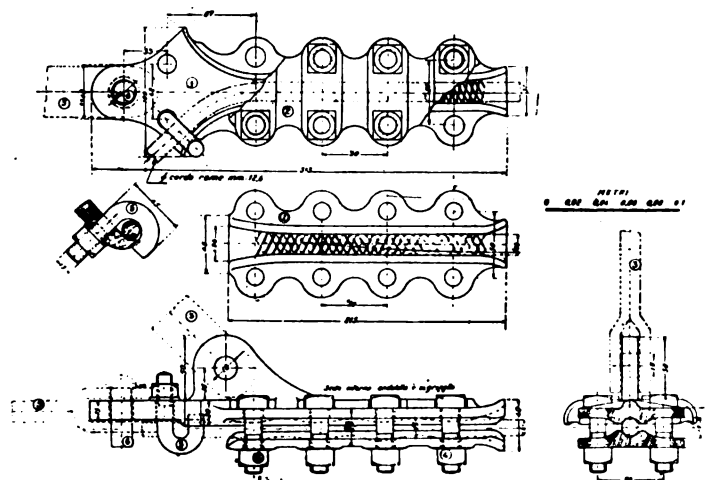


Fig. 50. — Morsetto amarraggio a piastre.

potrebbe così scivolare sotto i cavallotti o le scarpe. Per ovviare a questo inconveniente si è proposto di foggare i copritreccia a cuneo, oppure farli multipli e ciascuno girevole attorno al relativo cavallotto, sotto il tiro della treccia (v. fig. 49). Il profilo di questi copritreccia è studiato in modo che, ad una sua rotazione attorno al cavallotto, consegua una maggiore pressione sulla fune. Il serraggio di questa diventa così automaticamente tanto più forte quanto più forte è il tiro.

*Morsetto a piastre* (v. fig. 50). — Il conduttore viene serrato fra due piastre zigrinate, strette da bulloni.

*Morsetti per funi bimetalliche* (alluminio-acciaio). — Queste morse presentano difficoltà speciali non solo per il tiro (ordinariamente maggiore che nelle treccie rame), ma anche perchè, in generale, lo sforzo si fa sopportare dall'anima di acciaio, che deve quindi essere amarrata a parte; mentre la conducibilità elettrica viene affidata all'alluminio.

<sup>(16)</sup> Vedi fra l'altro: HEALY e WRIGHT: Unbalanced Conductor Tension. (Journ. A. I. E. E., 1926, pag. 1144) e l'interessante articolo del Prof. A. PICCHI: Calcolo meccanico delle condutture, ecc., (L'Elettrotecnica, 25 novembre 1922, pag. 765).

La fig. 51, rappresenta una delle prime morse usate a questo scopo: la treccia intera è stretta in una morsa a piastra;

E' evidente però che se l'anima d'acciaio è appena un po' grossa, si rende molto difficile il suo avvolgimento attorno alla carrucolina.

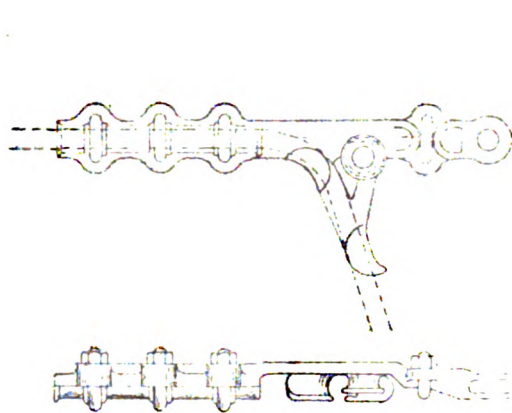


Fig. 51. — Morsetto per alluminio acciaio a carrucola.

l'anima d'acciaio viene estratta dal complesso, avvolta attorno ad una carrucolina e fissata sotto un cavallotto apposito. I fili

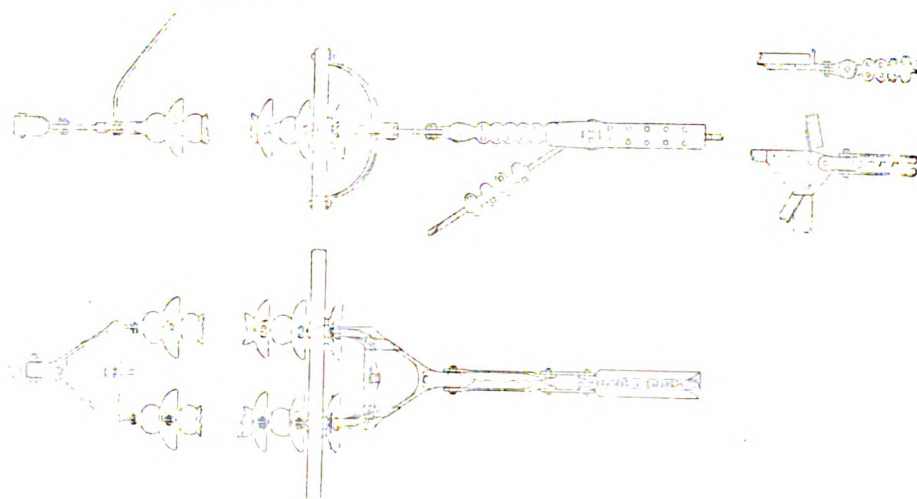


Fig. 52. — Morsetto per alluminio acciaio a piastra.

Per treccie di diametro superiore a 15 mm conviene quindi usare un altro tipo di morsa nel quale, fermo restando il con-

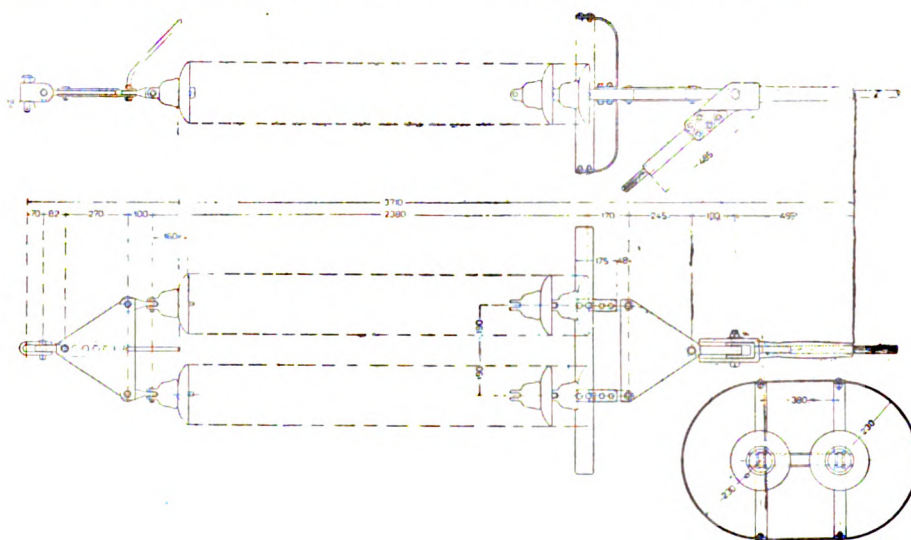


Fig. 53. — Amarraggio con morsetti a compressione.

d'alluminio proseguono poi, opportunamente guidati, per il « collo morto ». Il sistema di fissaggio dell'acciaio assicura con-

cetto dei due amarraggi separati, sia l'alluminio che l'acciaio vengono stretti con morse a piastra e bulloni (v. fig. 52).

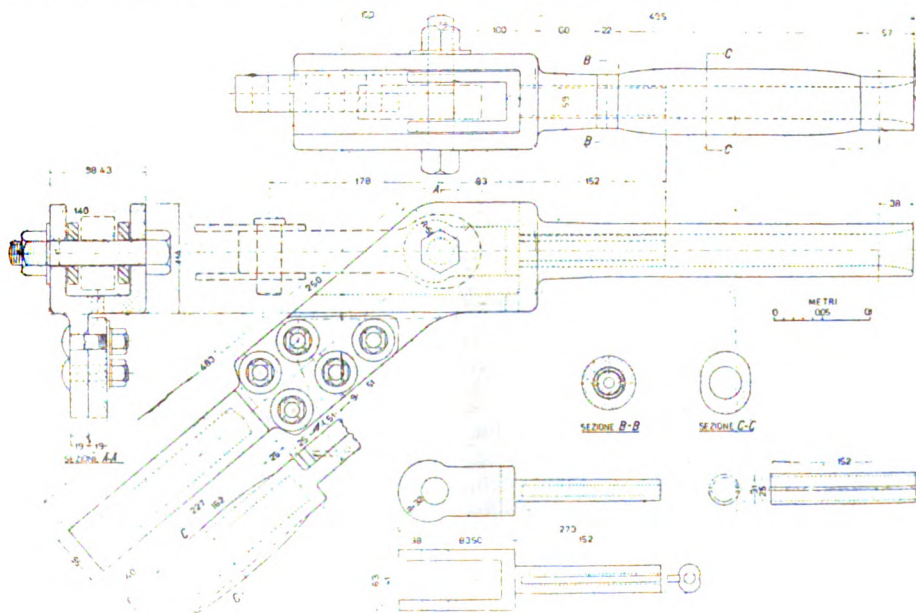


Fig. 54. — Morsetto a compressione per alluminio-acciaio.

tro lo scorrimento, perchè quanto maggiore è il tiro, tanto maggiore è l'attrito sulla carrucolina.

Come inconveniente di questi due tipi si può dire che l'anima d'acciaio — liberata dell'involucro protettore d'alluminio

— è esposta alle intemperie e può corrodersi nonostante la sua zincatura. Quindi necessità di verniciature periodiche, non essendo ammissibile negli amarraggi il minimo indebolimento di resistenza.

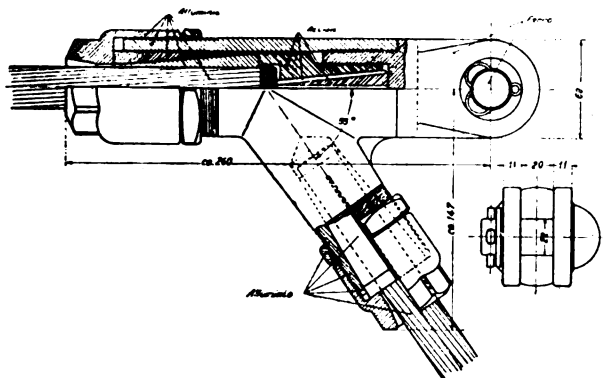


Fig. 55. — Morsetto a coni.

Per conduttori di diametro non eccessivo, l'Ohio Brass consiglia un morsetto nel quale si stringe l'intera treccia senza separare l'acciaio. In fondo si tratta d'uno dei soliti morsetti ad ampio raggio di curvatura, convenientemente allungato e munito di numerosi bulloni.

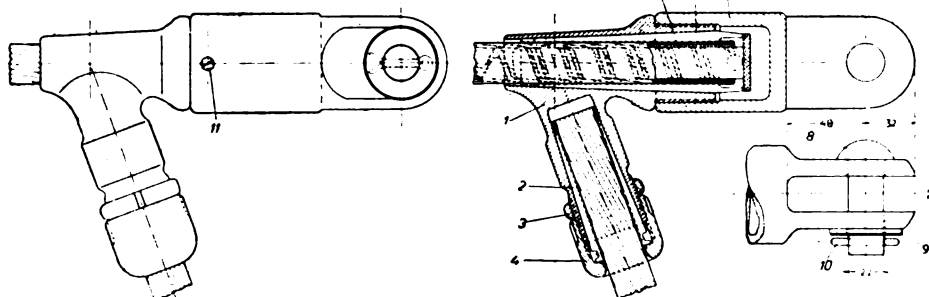


Fig. 56. — Morsetto per conduttore in treccia tubolare.

L'Aluminium Co. of America propugna invece un « morsetto a compressione » che è stato recentemente oggetto di notevoli miglioramenti (v. fig. 53-54). Gli strati d'alluminio vengono tagliati lasciando scoperto un tratto dell'anima d'acciaio, che si introduce in un manicotto interno del morsetto; con una

il peso è di circa 7 kg); essendosi constatato l'effetto deleterio esercitato sulla conservazione della treccia dall'adozione di morsetti pesanti, quali i primi adoperati, che provocano la riflessione delle oscillazioni del conduttore inevitabili negli amarraggi e quindi la rottura della fune <sup>(17)</sup>.

Questo tipo presenta notevoli difficoltà in caso di riparazioni.

Altro tipo di morsetto per fune bimetallica è quello « a conici » (v. fig. 55) usato specialmente in Germania, e nel quale l'alluminio e l'acciaio vengono serrati a parte, il tutto essendo protetto da un involucro esterno.

Analogo è quello per i conduttori a treccia tubolari (v. figura 56).

I morsetti d'amarraggio dovrebbero resistere senza dar luogo a scorrimenti fino al carico di rottura del conduttore.

Per i *semiamarraggi* si adottano, o morsetti di sospensione rinforzati, oppure morsetti del tipo da amarraggio ma più leggeri, adatti a sopportare solo una parte del tiro totale. Per le treccie in alluminio-acciaio non occorre separare i due componenti.

Per *campate speciali*, di lunghi attraversamenti o simili si adottano catene multiple in amarraggio. Un dispositivo molto complicato è quello recentemente impiegato nella linea a 220 kV fra Vaca e Dixon della Pacific Gas & Electr. Co. di San Francisco per gli attraversamenti dei fiumi Sacramento e San Joaquin lunghi rispettivamente 1340 m e 960 m (v. fig. 57).

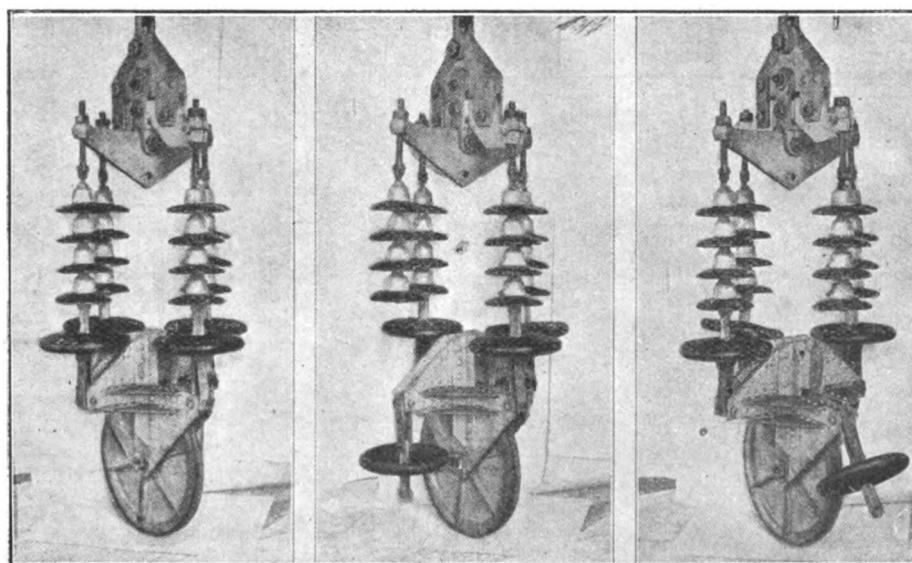


Fig. 57. — Amarraggio attraversamento Rio Sacramento.

pressa trasportabile da 100 tonnellate detto manicotto viene compresso sull'anima e il tutto viene spalmato con una mano di vernice speciale. Successivamente anche l'alluminio viene compresso entro un altro manicotto che avvolge e protegge il precedente. Il collo morto è fissato mediante una morsa a compressione nella quale si stringe il complesso della treccia.

Il morsetto a compressione viene ora costruito in materiale speciale molto leggero (per treccia da 25 mm di diametro

di una carrucola fissata al giogo inferiore, ed è fissato, mediante ordinari morsetti a due vie, su una lunghezza di circa 15 m <sup>(18)</sup>).

Ben più semplice è la disposizione adottata dalla Società

<sup>(17)</sup> Vedi T. VARNEY: Notes on the vibration of Transmission-Line Conductors. (Journ. A. I. E. E., ottobre 1926) e G. H. STOCKBRIDGE: Vibration in Transmission Cables. (El. W., 26 dicembre 1925).

<sup>(18)</sup> v. L'Energia Elettrica, luglio 1927, pag. 785.



Adamello nella sua linea a 125 kV Temù-Ligonchio per l'attraversamento del Po a Polesine, lungo 1060 m con treccia in alluminio acciaio da 21 mm di diametro (v. fig. 58-59).

Altro dispositivo interessante è quello usato dalla Società Adriatica per il suo attraversamento del Po (v. fig. 60).

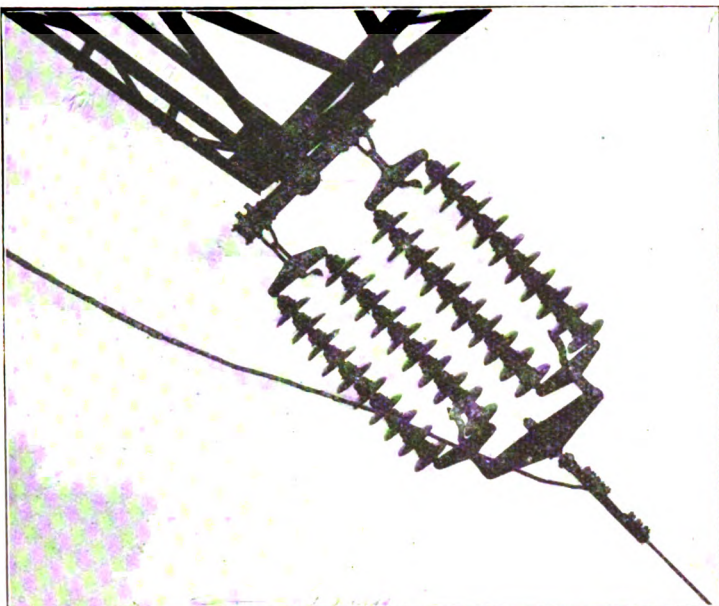


Fig. 58. — Attraversamento Po (Soc. Adamello).

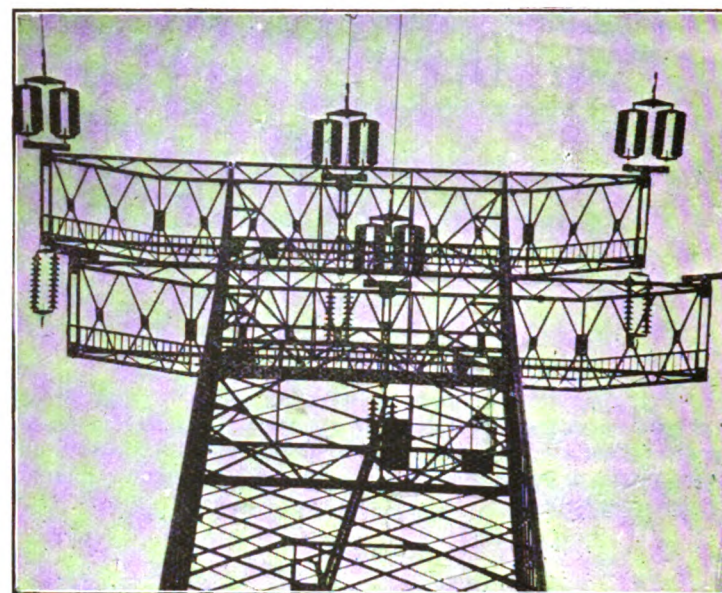


Fig. 59. — Attraversamento Po (Soc. Adamello).

### Dispositivi di sicurezza.

In Francia (e — in Italia — nelle linee della Società Adriatica di Elettricità) si sono adottati, in molti attraversamenti, *dispositivi di sicurezza contro la caduta dei fili* costituiti (fig. 61) da un controfilo fissato al conduttore mediante i soliti morsetti a due vie di uso comune nelle losanghe delle linee ad isolatori rigidi. Ed invero — con gli isolatori moderni, se bene costruiti e collaudati — si può escludere praticamente la rottura d'una catena per sfilamento dei perni o distacco delle cappe, anche in

### Alcune notizie sulle principali linee ad isolatori sospesi costruite in Europa.

*Inghilterra.* — Le linee a sospensione sono piuttosto scarse; per la tensione 60 kV si usano catene di 5 elementi in sospensione e 6 in amarraggio. Si stanno attualmente costruendo varie altre linee con isolatori a sospensione per tensioni diverse.

Riguardo agli accessori metallici in Inghilterra è normale il morsetto di sospensione senza corno di protezione e lo stesso dicasi per gli amarraggi.

Gli anelli finora non sono adottati.

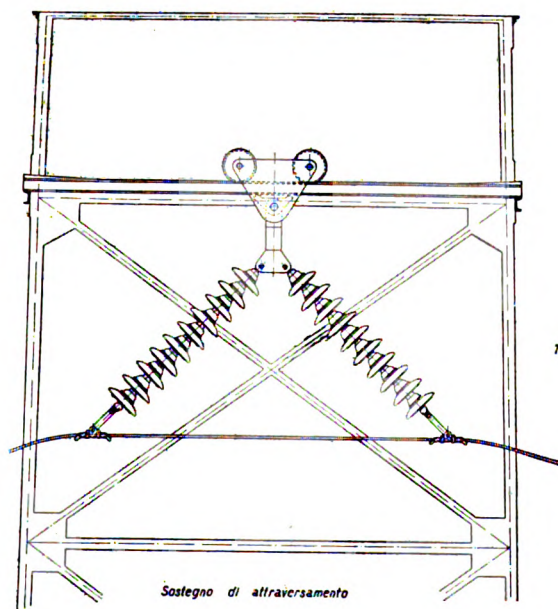


Fig. 60. — Attraversamento Po (Soc. Adriatica).

caso di lesione alla porcellana. Quindi l'unico motivo di caduta dei conduttori può risiedere nella loro fusione per archi; — contro questo pericolo un rimedio si ha nella adozione di corna od anelli; inoltre, negli attraversamenti, si può applicare il controfilo che offre certo maggiore sicurezza (a questi effetti) che non l'adozione delle doppie catene.

Meno efficaci ci sembrano i dispositivi di sicurezza analoghi proposti per i semiamarraggi e per gli amarraggi <sup>(19)</sup>; infatti

<sup>(19)</sup> Rev. Gen. Electr. del 22 dicembre 1923 ed Elettrotecnica del 15 maggio 1924.

Per le leggi che regolano la costruzione di linee elettriche sono adottate catene di semiamarraggio e catene doppie (sia in sospensione che in amarraggio) in tutti gli attraversamenti ferroviari e stradali.

*Francia.* — La costruzione delle linee ad altissima tensione con isolatori a sospensione è molto sviluppata. Esistono numerose linee 125/135 kV, alcune a 150 kV, ed una prevista per 220 kV (« Chemins de fer d'Orléans »).

Nella quasi totalità delle linee sono adottati morsetti di sospensione in ghisa malleabile muniti di corna di protezione e morsetti di amarraggio pure muniti di corna



La posizione di semi amarraggio adottata nelle prime linee viene man mano abbandonata e sostituita con sospensioni doppie o amarraggi normali.

Particolare interessante nelle linee a sospensione francesi è come detto l'adozione del controfilo di sicurezza in molti attraversamenti.

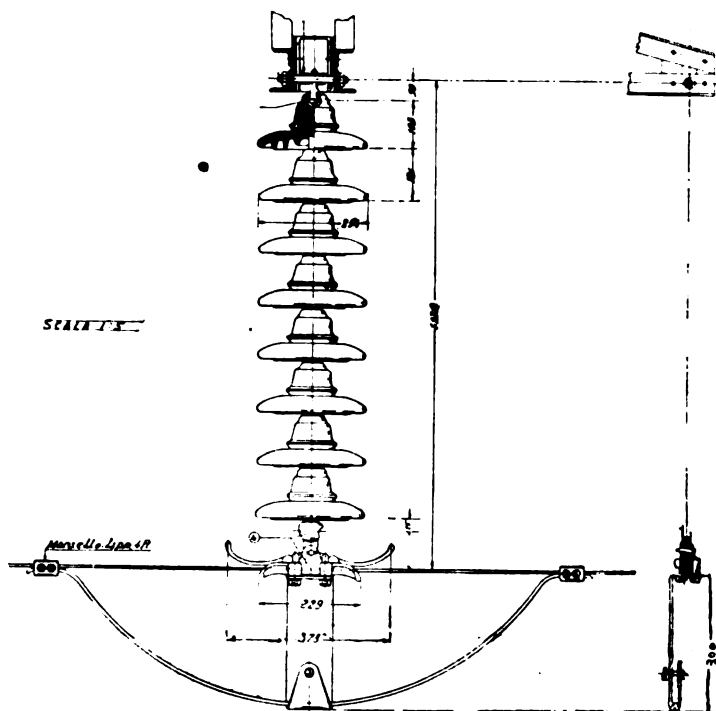


Fig. 61. — Controfilo di sicurezza in sospensione.

L'anello di protezione è stato finora introdotto in via di esperimento solamente da una Società su breve tratto delle sue linee 135 kV.

*Svizzera.* — La costruzione delle linee a sospensione in Svizzera è diffusa; si adottano morsetti di sospensione e di amarraggio senza corno di protezione, mentre l'anello non è impiegato.

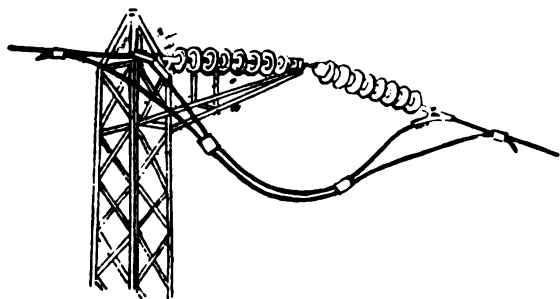


Fig. 62. — Palo d'amarraggio con controfilo.

Anche nella Svizzera, in applicazione delle leggi vigenti, gli attraversamenti ferroviari e stradali sono con catene doppie sia di sospensione che di amarraggio.

*Germania.* — Innumerevoli sono le linee a sospensione esistenti in Germania. Generalmente esse per quanto riguarda l'armamento delle catene sono costruite nello stesso modo. Gli anelli di protezione hanno cominciato ad essere usati soprattutto col montaggio d'isolatori « Motor ». La forma di tali anelli è

praticamente quella di molte Società italiane, cioè anello con un cerchio di tubo di ferro con braccia di attacco in tubo o in piastrina (v. fig. 65).

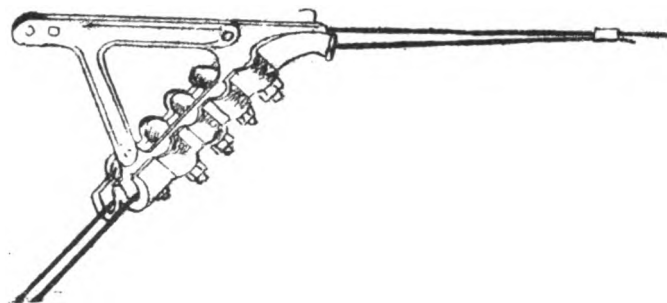


Fig. 63. — Morsetto doppio (brev. Muneghina).

Anelli di protezione superiore in genere non si usano in Germania e sono sostituiti dal corno superiore. Però per la linea 220/380 kV della Rheinische Westf. W. si è adottato tanto l'anello inferiore che quello superiore.

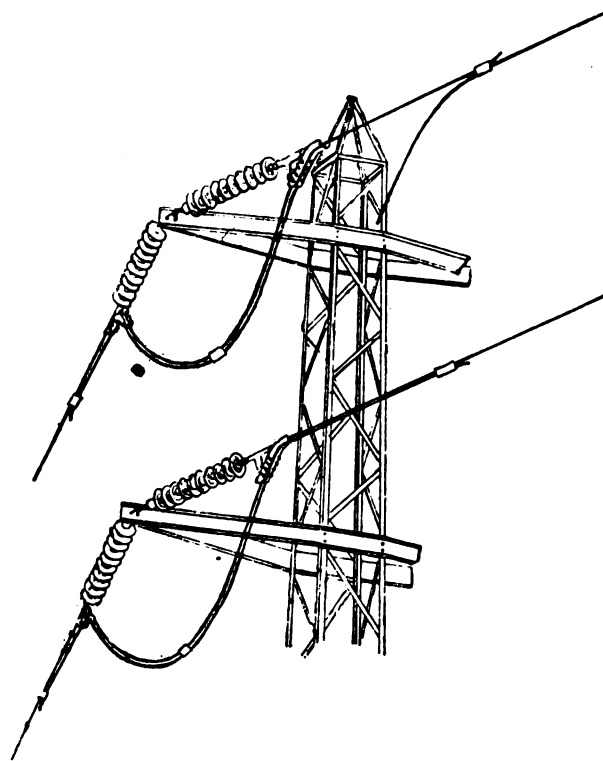


Fig. 64. — Palo d'amarraggio con morsetto doppio.

In generale i morsetti di sospensione sono senza corno di protezione e lo stesso dicasi di quelli d'amarraggio.

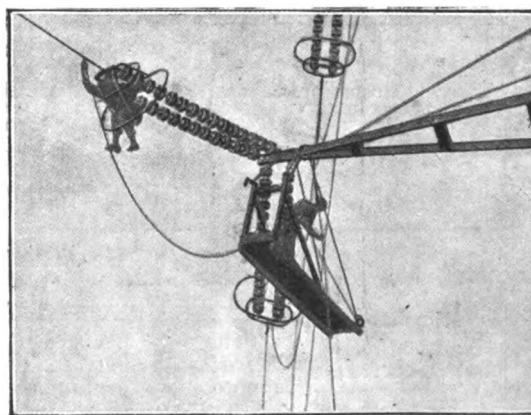


Fig. 65. — Amarraggio su una linea tedesca.

Tutti gli attraversamenti stradali e ferroviari sono eseguiti con catene doppie.

Le linee in Spagna sono costruite con criteri americani; mentre quelle numerose ad alta tensione (fino a 220 kV) in Svezia e in Norvegia sono costruite press'a poco secondo i con-

TABELLA I.

Particolarità di alcune linee italiane

Società		Generale Elettrica Adamello	Adriatica di Elettricità	Generale Edison d'Elettricità	
		1	2	3	
Linea		Temù-San Polo d'Enza	Fadalto-Portomag- giore e Caneva- Trieste	Pallanzeno-Milano Pallanzeno-Arquata	
Lunghezza: km.		—	165-115	—	
Tensione: kV.		125	125	135	
Numero delle terne		1 e 2	1	1	
Tipo dei sostegni		tralicei ferro	tralicei ferro	tralicei ferro	
Altezza palo fuori terra		m. 24 e m. 27	18.800	—	
Sbraccio mensole (1ª, 2ª, 3ª)		2,10-2,10-2,60 2,20-3,00-2,30	2,15-2,35	max. m. 4	
Conduttori		treccia rame 80 mm²	treccia rame 80 mm²	treccia rame 107 mm²	
Schizzo testa del palo				—	
Distanza minima del conduttore dal palo e angolo della catena		1,25 m.	1 ÷ 1,10 con 45°	—	
Tipo degli isolatori		cappa e perno Ohio Brass C°	C. G. E. C. F. I. L. Ginori Ohio Brass Schomburg	vari tipi	
Numero degli elementi	<div>per le sospensioni semplici</div> <div>per le sospensioni doppie</div> <div>per i semiamarraggi</div> <div>per gli amarraggi</div>	8 no 10 10	8 no 9 9	9 norm. 7 spec. (250 mm.) (280 mm.) no 10 ÷ 8 10 ÷ 8	
Lunghezza totale catena (compreso morsetto)	<div>nelle sospensioni semplici</div> <div>nelle sospensioni doppie</div> <div>nei semiamarraggi</div> <div>negli amarraggi semplici</div> <div>negli amarraggi doppi</div>	1,15 m. no 1,65 m. 1,50 » 1,90 »	1,15 ÷ 1,30 m. no 1,58 ÷ 1,70 m. 1,40 ÷ 1,55 » —	<div>Altezza di ogni elem. 150 m/m.</div> <div>(attacco ad alette)</div>	
Protezioni	<div>corni inferiori</div> <div>corni superiori</div> <div>anelli inferiori</div>	<div>400</div> <div>no</div> <div>no</div>	<div>350</div> <div>no</div> <div>no</div>	<div>no</div> <div>si</div> <div>si</div>	
Dimensioni	<div>anelli superiori</div> <div>dischi</div>	<div>no</div> <div>no</div>	<div>no</div> <div>no</div>	<div>no</div> <div>no</div>	
Morsetti	Materiale e sistema di zincatura		ghisa malleabile zincata a caldo	acciaio stampato zincato a caldo	
	carichi allo slitta- mento	per sospensioni kg.	—	1.500	—
		per semiamarraggi kg.	—	—	—
	per amarraggi kg.	—	4.000	—	
Dispositivi speciali per angoli		no	sospensioni oblique fino a 19°	no	
Dispositivi speciali per caduta fili		no	controfilo	no	

ad isolatori sospesi.

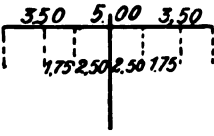
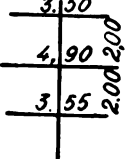
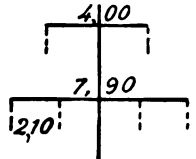
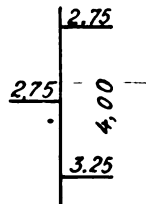
Ferrovie dello Stato — Compartimento di Torino			Interregionale Cisalpina		
4	5	6	7	8	9
Sangone-Alessandria	Cuneo-S. Salmazzo di Tenda	Tortona-Voghera	Brugherio-Reggio Emilia	Reggio Emilia-Bologna	Mese-Brugherio (parte montagna)
90	65	16	152	61	124
60	60	60	135	135	
2	1 con filo riserva	2	1	1	2
tralicci ferro	tralicci ferro	tubolare	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro
—	—	—	21.90	—	—
5,00	1,50-2,20-1,50	1,90-3,80	min. 2,30 max. 2,90	min. 2,30	min. 2,30
filo 10 m/m $\Phi$	filo 11,5 m/m $\Phi$	filo 11,5 m/m $\Phi$	treccia rame 109 mm <sup>2</sup>	treccia rame 93 mm <sup>2</sup>	treccia rame 129 mm <sup>2</sup>
				—	—
0,70 ÷ 0,80	0,70 ÷ 0,80	0,70 ÷ 0,80	1 m. con 51°	1 m. con 51°	1 m. con 51°
Galvano Smet-Ginori Ginori 17524 e Fil 1434	Galvano Smet-Ginori	Galvano Smet-Ginori Fil 1434	Jeffery Dewitt	F. I. L.	Motor
4/5	3 e 5	4/5	8	9	4
—	—	—	no	no	4
no	no	no	9	10	4
4/6	3 e 4	4/6	9	10	4
1,43/0,98 si no 1,43/1,13 —	1,18 si no 1,18 1,43	1,43/0,98 si no 1,43/1,13 —	1,50 m. no 1,75 m. 2, — —	1,32 m. no 1,50 m. 2,36 —	1,70 m. no 1,55 m. 2,05 —
no no no	no no no	no no no	no no no	no no no	no no tubo 50 mm. $\Phi$ cerchio 600 mm. no
no no	no no	no no	no $\Phi$ 340 mm.	no $\Phi$ 340 mm.	no
ghisa malleabile zincata a caldo, Schoop-Eloc	ghisa malleabile zincata a caldo, Schoop-Eloc	ghisa malleabile zincata a caldo, Schoop-Eloc	acciaio stampato zincato a caldo	acciaio stampato zincato a caldo	acciaio stampato zincato a caldo
— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
no	catene sussidiarie, mensole speciali, fili internamente al vertice rispetto al palo	no	no	no	no
no	no	no	no	no	no



TABELLA I (seguito).

Società		Ligure Toscana di Eletticità		
Linea		10	11	12
		Livorno-Gallicano	Livorno-Castelfranco	Foce Giovo-Fornoli
Lunghezza: km.		—	—	—
Tensione: kV.		60	100	120
Numero delle terne		1	1	1
Tipo dei sostegni		ferro e cemento	cemento	tralicci ferro
Altezza palo fuori terra		—	m. 18,80	m. 25,70
Sbraccio mensola (1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> )		1,30-1,55-1,30	m. 2	2,25-2,85-2,35
Conduttori		treccia rame 61 mm <sup>2</sup>	treccia rame 92 mm <sup>2</sup>	treccia rame 131 mm <sup>2</sup>
Schizzo testa del palo				
Distanza minima del conduttore dal palo e angolo della catena		0,60 m.	0,80 m. con 40°	0,85 m. con 40°
Tipo degli isolatori		F. I. L. Ginori Folembay M. I. V. A. Verbano	F. I. L.	F. I. L.
Numero degli elementi	per le sospensioni semplici	5	8	9
	per le sospensioni doppie	no	no	no
	per i semiamarraggi	5	8	9
	per gli amarraggi	5	9	9 spec.
Lunghezza totale catena (compreso morsetto)	nelle sospensioni semplici	—	—	—
	nelle sospensioni doppie	—	—	—
	nei semiamarraggi	—	—	—
	negli amarraggi semplici	—	—	—
	negli amarraggi doppi	—	—	—
Protezioni Dimensioni	corni inferiori	no	no	no
	corni superiori	no	no	no
	anelli inferiori	no	no	tubo 1"
	anelli superiori	no	no	Φ cerchio 500 mm. no
Morsetti	dischi	no	no	no
	Materiale e sistema di zincatura	bronzo con cavalotti in ottone	bronzo con cavalotti in ottone	bronzo nichelato opaco
	carichi allo slittamento	1800 — 2000	— — —	2000 — 2500
	per sospensioni kg. per semiamarraggi kg. per amarraggi kg.			
Dispositivi speciali per angoli		no	no	no
Dispositivi speciali per caduta fili		no	no	no

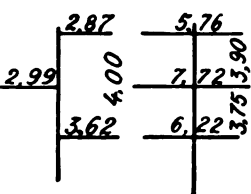
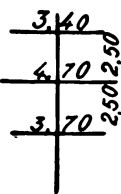
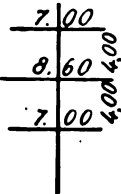
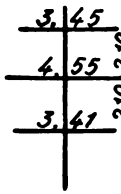
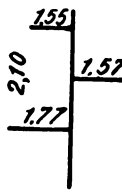
Lombarda Distribuzione Energia Elettrica	Meridionale di Elettricità		Società Negri	Romana di Elettricità	
13	14	15	16	17	18
Carone-Cislago e Valteolina-Cislago	Sila-Reggio e Liri-Napoli	Sila-Puglie	S. Dalmazzo-Genova	Terni-Roma	Tivoli-Roma
35,35-122	—	—	170	76,100	2 × 22,015
135	66	150	75	60	60
1 e 2	2	2	2	2	{ due palificazioni ad 1 terna tralicci ferro
tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	
m. 19,60-m. 25,34	m. 21,20	m. 25	—	m. 21	m. 23,85
2,45-2,50-3,20 2,50-3,25-2,50	1,50-2,10-1,50	2,80-3,60-2,80	1,30-1,50 ..	1,50-2,00-1,38	1,35-1,35-1,55
treccia rame 105 e 120 mm <sup>2</sup>	treccia rame 50 mm <sup>2</sup>	all. acc. 22 ÷ 145 mm <sup>2</sup> rame 128 mm <sup>2</sup> rame 119 mm <sup>2</sup>	filo rame 78 mm <sup>2</sup>	treccia rame 61 mm <sup>2</sup>	treccia rame 61 mm <sup>2</sup>
			—		
1,20 m. con 45°	0,50 m.	1,45 m.	0,80	—	—
Ohio Brass Canadian F. I. L.	cappa e perno (Φ 250 mm.)	Ohio Brass F. I. L. C. G. E. C.	F. I. L.-Ginori Rosenthal Jeffery Dewitt Ohio Brass Locke	C. G. E. C. Schomburg F. I. L.	F. I. L.
9 no 9 10	4 no 5 5	10 no 12 12	4 Jeffery e 5 altri tipi — no 6 Ohio B. - 5 altri tipi	4 no no 5	4 no no 5
1,35 ÷ 1,50 m. no 1,70 ÷ 2,60 m. 1,70 ÷ 2,15 » —	0,80 m. no 1,20 m. 1,15 » —	1,50 m. no 2,20 m. 2,00 » —	0,78 ÷ 1,38 — no 0,80 ÷ 1,38 —	0,80 m. no no 1,00 » —	0,80 m. no no 1,00 » —
400 no no  no no	400 no no  no no	400 400 no  no no	no no no  no no	{ tubo 15 mm. Φ cerchio 450 mm. no no	no no no  no no
ghisa malleabile zin- cata a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo	acciaio stampato zincato a caldo		acciaio stampato zincato a caldo
— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
no	no	no	no	no	no
no	no	no	no	no	no

TABELLA I (seguito).

Società		Elettrica Sarda	Idroelettrica Piemonte (S. I. P.)	
		19	20	21
Linea		—	Aosta-Torino Torino-Savona	Pont S. Martin Sesto S. Giovanni
Lunghezza: km.		—	230	125
Tensione: kV.		70	75	75
Numero delle terne		2	1	2
Tipo dei sostegni		tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro
Altezza palo fuori terra		—	16,30–22,15	21,200
Sbraccio mensole (1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> )		3,50	1,30–1,90–1,30 1,93–2,33–1,10	0,92–1,31–0,94
Conduttori		treccia rame 35 mm <sup>2</sup>	treccia rame	treccia rame 70 mm <sup>2</sup>
Schizzo testa del palo		—	$  \begin{array}{r}  3,20 \\  - 4,20 \\  \hline  3,20 \\  2002,00 \\  \hline  4,60 \\  - 5,60 \\  \hline  3,70 \\  2203,30  \end{array}  $	$  \begin{array}{r}  1,10 \\  1,50 \\  1,15 \\  1,60 \\  1,15 \\  1,60  \end{array}  $
Distanza minima del conduttore dal palo e angolo della catena		—	—	0,45 m. con 30°
Tipo degli isolatori		vari tipi	Ohio Brass	F. I. L. C. G. E. C.
Numero degli elementi	per le sospensioni semplici	4	5	5
	per le sospensioni doppie	no	no	5
	per i semiamarraggi	4	5	no
	per gli amarraggi	5	6	6
Lunghezza totale catena (compreso morsetto)	nelle sospensioni semplici	0,70 m.	0,80 m.	0,865 m.
	nelle sospensioni doppie	no	—	0,873 »
	nei semiamarraggi	no	1,20 m.	—
	negli amarraggi semplici	1,00 »	1,15 »	1,20 m.
Protezioni Dimensioni	anelli superiori	—	—	—
	anelli inferiori	—	—	—
	dischi	—	—	—
	—	—	—	—
Morsetti	Materiale e sistema di zincatura	acciaio stampato zincato a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo
	carichi	—	—	—
	allo slitta-	—	—	—
	mento	—	—	—
Dispositivi speciali per angoli		no	no	no
Dispositivi speciali per caduta fili		no	no	no

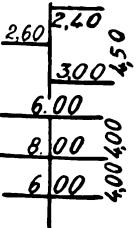
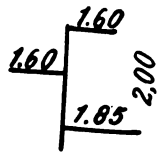
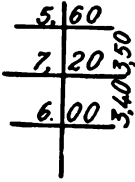
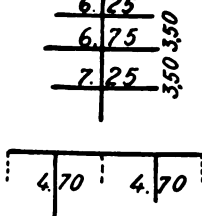
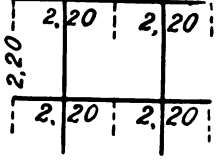
Idroelettrica Piemonte (S. I. P.)		Trentina di Elettricità		Elettrica del Valdarno	Ente Autonomo Volturno
22	23	24	25	26	27
Maen Covalou-Torino	Torino-Venaria	Dro-Mori	Mori-Bussolengo	—	Capo Volturno-Napoli
11,374-88,931	5,95	21	49	325	97
135	75	70	130	135	60
1 e 2	1	2	2	1 e 2	2
tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro	tralicci ferro
m. 24-28	21	m. 18,50	m. 25	—	19,30
2,05-2,20-2,55 2,55-3,40-2,26	1,28-1,24-1,48	2,35	2,40-3,05-2,40	2,15-2,15-2,65	1,10
treccia rame 109 mm <sup>2</sup>	filo rame 50 mm <sup>2</sup>	treccia rame 100 mm <sup>2</sup>	treccia rame 100 mm <sup>2</sup>	treccia rame 115 mm <sup>2</sup>	treccia rame 50 mm <sup>2</sup>
		—			
1	0,60 m. con 45°	0,70 m. con 45°	1,35 m. con 45°	1,35 m.	—
Ohio Brass F. I. L.	M. I. V. A. (Pirex)	Locke	Locke	Ginori-F.I.L.	Ginori-Locke e Pittsburg
9	5	5	8	8	4 ÷ 5
9 no 10	— 10 6	5 no 6	8 no 9	no 9 10	4 ÷ 5 no 5 ÷ 6
1,535 m. 1,700 » — 1,90 m. 2,30 »	0,89 — 0,89 1,23 —	0,87 m. — no 0,95 m. 1,25 »	1,30 m. — no 1,45 m. 1,85 »	1,15 m. — no 1,50 m. —	1,00 m. 1,00 » no 1,25 m. —
no no tubo 48 mm. Φ cerchio 550 mm. tondino 10 mm. Φ cerchio 550 mm. no	350 no no no no	380 380 no no no	380 380 no no no	no no tubo 15 mm. Φ cerchio 450 mm. no no	380 380 no no no
ghisa malleabile zincatura Schoop e Elloc	ghisa malleabile zincata a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo	ghisa malleabile zincata a caldo	bronzo	—
1200 kg. — 3000 kg.	— — —	— — —	— — —	2000 kg. 3500 » 4500 »	— — —
sospensioni oblique fino a 35°	no	no	no	no	sospensioni oblique
no	no	no	no	no	no



TABELLA II.

Tensione assorbita da ogni elemento  
in percento della tensione totale.

Numero elementi per catena	Numero dell'ele- mento	$\frac{c}{C} = \frac{1}{20}$	$\frac{c}{C} = \frac{1}{15}$	$\frac{c}{C} = \frac{1}{10}$	$\frac{c}{C} = \frac{1}{5}$
5	1	16,5	15,5	13,8	10,0
	2	17,3	16,6	15,2	12,0
	3	19,1	18,8	18,2	16,5
	4	21,7	22,1	22,9	24,4
	5	25,4	27,0	29,9	37,1
6	1	12,7	11,6	9,9	6,4
	2	13,3	12,4	10,8	7,6
	3	14,6	14,0	13,0	10,5
	4	16,6	16,6	16,3	15,4
	5	19,5	20,2	21,4	23,6
8	6	23,3	25,2	28,6	36,5
	1	7,8	6,7	5,2	2,6
	2	8,1	7,2	5,6	3,1
	3	8,9	8,1	6,8	4,3
	4	10,2	9,6	8,5	6,3
9	5	12,0	11,7	11,2	9,6
	6	14,3	14,6	15,0	14,9
	7	17,4	18,5	20,2	23,1
	8	21,3	23,6	27,5	36,1
10	1	6,1	5,2	3,8	1,7
	2	6,4	5,5	4,1	2,0
	3	7,1	6,2	4,9	2,7
	4	8,0	7,3	6,2	4,0
	5	9,5	9,0	8,1	6,1
12	6	11,3	11,2	10,9	9,5
	7	13,8	14,2	14,7	14,8
	8	16,9	18,1	20,0	23,1
	9	20,9	23,3	27,3	36,1
14	1	4,9	3,9	2,7	1,1
	2	5,1	4,2	3,0	1,2
	3	5,6	4,8	3,6	1,7
	4	6,4	5,7	4,5	2,6
	5	7,5	6,9	5,9	3,9
16	6	9,0	8,6	7,9	6,1
	7	10,9	10,9	10,7	9,5
	8	13,4	14,0	14,6	14,8
	9	16,6	17,9	19,9	23,0
	10	20,6	23,1	27,2	36,1
18	1	3,1	2,3	1,4	0,4
	2	3,2	2,5	1,5	0,5
	3	3,5	2,8	1,8	0,7
	4	4,0	3,3	2,3	1,0
	5	4,7	4,1	3,1	1,6
20	6	5,7	5,1	4,1	2,4
	7	6,9	6,5	5,6	3,8
	8	8,5	8,3	7,6	6,0
	9	10,5	10,7	10,4	9,4
	10	13,1	13,7	15,0	14,8
22	11	16,3	17,8	19,7	22,9
	12	20,5	23,0	27,0	35,8
24	1	2,0	1,4	0,7	0,1
	2	2,1	1,4	0,8	0,2
	3	2,3	1,6	1,0	0,2
	4	2,6	2,0	1,2	0,4
	5	3,1	2,4	1,6	0,6
26	6	3,7	3,0	2,2	1,0
	7	4,5	3,8	3,0	1,5
	8	5,5	4,9	4,1	2,4
	9	6,8	6,3	5,6	3,8
	10	8,5	8,1	8,0	6,0
28	11	10,6	10,5	10,5	9,3
	12	13,5	13,6	14,4	14,5
	13	16,6	17,4	19,8	22,8
	14	20,6	22,5	27,0	35,6

cetti tedeschi ma con molti isolatori americani oltre a quelli germanici.

In Russia nelle linee oltre 100 kV si sono utilizzati molti isolatori tedeschi con pali di tipo speciale (v. fig. 66).

\*

Riguardo ai particolari costruttivi, in linea generale, dei morsetti di sospensione, di semi amarraggio e di amarraggio, tanto in Francia che in Inghilterra e in Germania il tipo adottato è quello « aperto ».

Per i semi amarraggi in Francia e in Germania vengono adottati gli stessi morsetti di sospensione (preferibilmente tipo a doppio cavallotto).

Per gli amarraggi in Francia, Inghilterra, Spagna e Belgio prevalgono i tipi di morsetti triangolari con arresto a cavallotto.

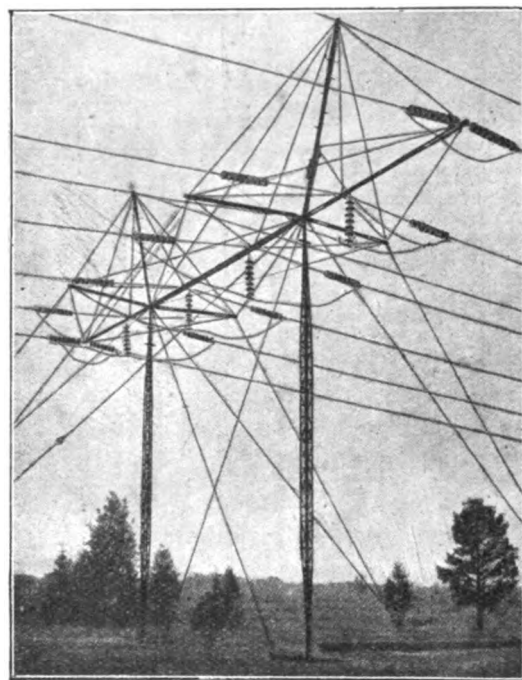


Fig. 66. — Palo russo.

In Germania invece prevale il tipo di morsetto di amarraggio a piastre di serraggio tenute da bulloni passanti.

\*

*Italia.* — Nella tabella I sono riassunti i dati cortesemente favoriti da Enti e Società Elettriche.

Come si vede, le linee ad isolatori sospesi già in servizio sono da noi molto numerose; di altre grandi linee è imminente l'entrata in esercizio e di varie altre per tensioni fino a 220 kV sono iniziati i lavori di costruzione.

E' certo che solo l'isolatore a sospensione ha permesso l'adozione di tali alte tensioni e quindi lo sviluppo così gigantesco e rapido di tutte le industrie elettrotecniche <sup>(20)</sup>.

<sup>(20)</sup> Sentiamo il dovere di ringraziare — oltre agli Enti e Società citati nel quadro allegato — tutte le altre Ditte che cortesemente ci sono state larghe di notizie e chiarimenti, e in particolare: A. E. G.; Aluminium Company of America; Fabbrica Isolatori Livorno; Fabbrica Isolatori Verbano; General Electric Co.; Importazioni e Forniture Industriali; Ohio Brass Co.; Richard-Ginori; Schomburg e Hermsdorf; Siemens; Soc. Ital. per la Metallizzazione; Volpato, ecc.

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

### RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Memorie presentate nel Congresso annuale e discussioni relative.

Vol. I (1922) Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica.*

Vol. II (1923) Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'energia elettrica.*

Vol. III (1924) Riunione XXIX, Spezia: *La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione dell'energia.*

Vol. IV (1925) Riunione XXX, Napoli: *1° Conversione di forma dell'energia elettrica - 11° Messì per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici.*

Vol. V (1926) Riunione XXXI, Brescia: *1° Messì per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici - 11° Relazione dei Delegati del Comitato Elettrotecnico Italiano alla Riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale.*

Ciascun Volume per i Soci dell'A. E. I. .... L. 20,—

Ciascun Volume per i non Soci ..... » 30,—

più per postali » 2,50

## □ SUI PROGRESSI DELLA TELEFONIA A GRANDE DISTANZA □ □ □ □

G. DI FIRRO



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

(Continuazione e fine, v. N. 22-24, pag. 525).

### § 12 - Lo sviluppo degli impianti telefonici interurbani mediante l'impiego di cavi pupinizzati e di amplificatori ed i criteri tecnici che vengono ora seguiti.

#### a) Sviluppo degli impianti.

Come si è accennato, dopo l'introduzione dei ripetitori termoionici un grande impulso è stato dato all'impianto delle reti telefoniche in cavi a grande distanza.

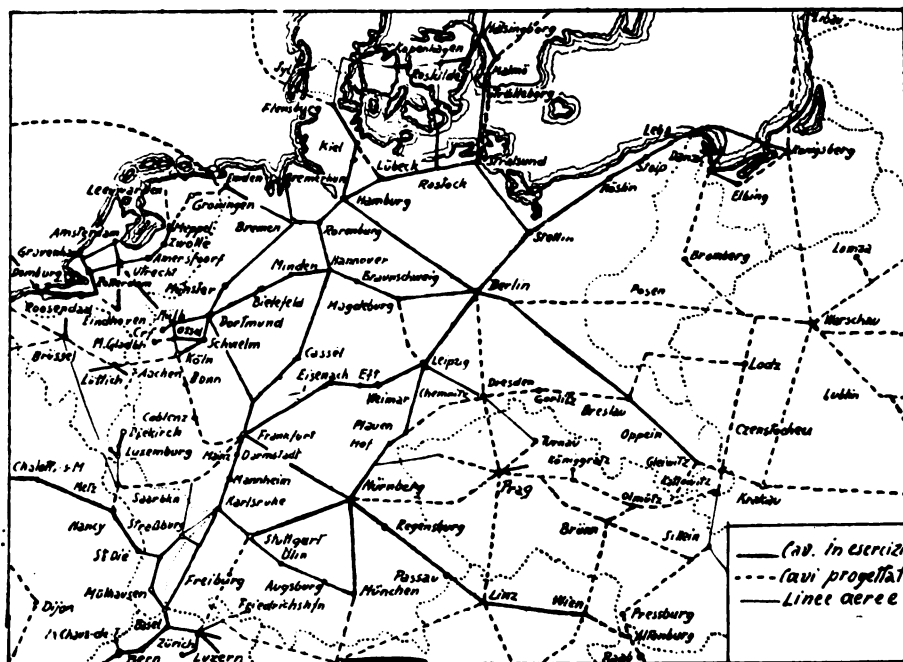


Fig. 53. — Rete telefonica in cavi: Germania Olanda Danimarca.

Le figure 53, 53 a, 53 b, 53 c riportate dal n. 4 (aprile 1927) della Rivista germanica «Europäischer Fernsprechdienst» diretta dall'Ing. Dott. Craemer e dall'Ing. Dott. Franke mostrano la rete dei cavi esistenti o progettati nei vari paesi di Europa. Quando tale rete verrà completata, sarà possibile la corrispondenza telefonica fra i più lontani centri del vecchio continente.

Come è risaputo il maggiore sviluppo della telefonia a grande distanza si è avuto negli Stati Uniti d'America: la fig. 54 mostra i cavi posati e progettati in quel paese.

Il problema della telefonia a grande distanza interessa in particolar modo l'Italia nostra, nella quale i più lontani centri sono separati da distanze notevoli (fra Milano e Palermo la distanza è di km 1900 circa).

L'Amministrazione italiana ha da tempo riconosciuta la convenienza tecnica ed economica della costruzione di un cavo collegante Genova-Torino-Milano-Bologna-Firenze-Roma-Napoli, con diramazione Bologna-Venezia-Trieste. Non è esclusa la convenienza anche economica di un cavo Napoli-Palermo e di altri cavi qualora in esso vengano inclusi circuiti telegrafici (v. fig. 55).

La costruzione innanzi accennata ha avuto principio di esecuzione in quanto Torino-Milano-Genova sono da tre anni collegate con un cavo pupinizzato.

La stazione di amplificazione è sorta a San Giuliano, che dista da Milano, Genova e Torino rispettivamente km 104,5; 79,07; 113,1. La costante di smorzamento chilometrica, in corrispondenza alla frequenza di 800 è rispettivamente di 0.0185 e 0.0156 per i circuiti reali e virtuali di mm 0,9 e di 0.0111 e 0.0093 per i circuiti reali e virtuali di mm 1,3.

Grandissimo è il vantaggio che dal nuovo impianto hanno tratto le città in discorso, le quali dal punto di vista telefonico costituiscono come un unico centro. L'opera è stata eseguita dalle Ditte Pirelli, Tedeschi e Western; le prime due hanno costruito il cavo ed eseguita la posa, l'ultima ha fornito i rocchetti Pupin e gli amplificatori.

L'apertura all'esercizio di tale impianto fu inaugurata solennemente nell'ottobre del 1924 in Milano, in una sala del Castello Sforzesco e l'Autore della presente Relazione ebbe l'onore di illustrare l'opera (v. fig. 56) alla presenza del Primo Ministro S. E. Benito Mussolini, di S. E. il Ministro Ciano e di altre alte Autorità.

Posteriormente, per iniziativa di S. E. Ciano, è stato stipulato un contratto, ora in corso di esecuzione, con cui la Società Italiana Reti Telefoniche Interurbane (SIRTI), nella quale si trovano consociate le Ditte Pirelli, Tedeschi, Western e Siemens, si è obbligata a posare un cavo che, raccordandosi in Casteggio a quello esistente Torino-Milano-Genova, proseguirà per Bologna-Firenze-Roma-Napoli. Un altro cavo partirà da Bologna per raggiungere Padova-Mestre-Udine-Trieste. Due altri cavi Milano-Chiasso ed Udine-Tarvisio collegheranno la rete italiana a quella degli altri paesi d'Europa. Tale cavo viene illu-

strato in apposita Relazione dal Direttore Generale delle Poste e Telegrafi, Comandante Prof. G. Pession.

Grande merito del Governo Nazionale sarà quello di aver dotata l'Italia di una estesa rete telefonica in cavi.

L'impianto dei ripetitori in una stazione amplificatrice deve essere eseguito con ogni cura e con la maggiore semplicità in guisa che possa essere facile la ricerca e la sostituzione delle parti difettose. Per tale impianto occorre costruire un apposito edificio, nel quale si portano le due teste di cavo (entrata ed uscita), da cui i vari fili vengono collegati ai vari ripartitori ed ai diversi pannelli contenenti gli amplificatori a 2 ed a 4 fili, le linee artificiali di equilibrio, i dispositivi terminali, gli organi di protezione, ecc.

La stazione deve avere un impianto di energia contenente le batterie di accumulatori necessarie per il funzionamento dei triodi e le macchine per caricarle nonchè le macchine per la corrente di chiamata e per i servizi accessori.

E' evidentemente indispensabile l'impianto di un tavolo per esperimenti, corredato di tutti gli apparecchi occorrenti per le misure sui cavi, per la misura dell'amplificazione, della diafonia, ecc.

La figure 57, 58, 59 si riferiscono alla stazione amplificatrice di San Giuliano, la fig. 60 rappresenta una parte della stazione amplificatrice di Berlino impiantata dalla Siemens, le figure 61, 62, 63 a tipi di impianti della Western.

#### b) Criteri tecnici attualmente seguiti negli impianti interurbani.

In base agli studi ed esperimenti effettuati nell'ultimo decennio da parte delle grandi Case costruttrici e dagli uffici di

studi delle Amministrazioni telefoniche europee, si sono potute stabilire alcune direttive che sono state formulate da un Comitato Consultivo Internazionale (C. C. I.) di telefonia internazionale a grande distanza, che ha sede a Parigi e che que-

formare una coppia; due coppie vengono cordate fra loro per formare una biccoppia e le biccoppie sono a loro volta insieme cordate. Cavi siffatti consentono di ricavare tre circuiti dalle due coppie di una biccoppia: due (circuiti reali) costituiti dalle

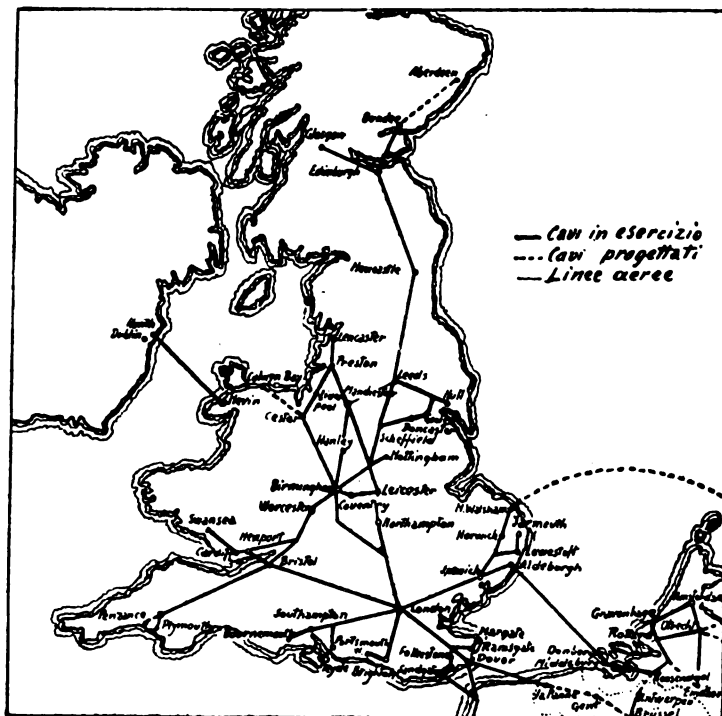


Fig. 53 a. — Rete telefonica in cavi: Inghilterra.

sto anno si riunirà a Como in omaggio a Volta: Comitato costituito dai rappresentanti delle Amministrazioni telefoniche europee alle cui riunioni assistono come esperti i tecnici delle grandi Case costruttrici.

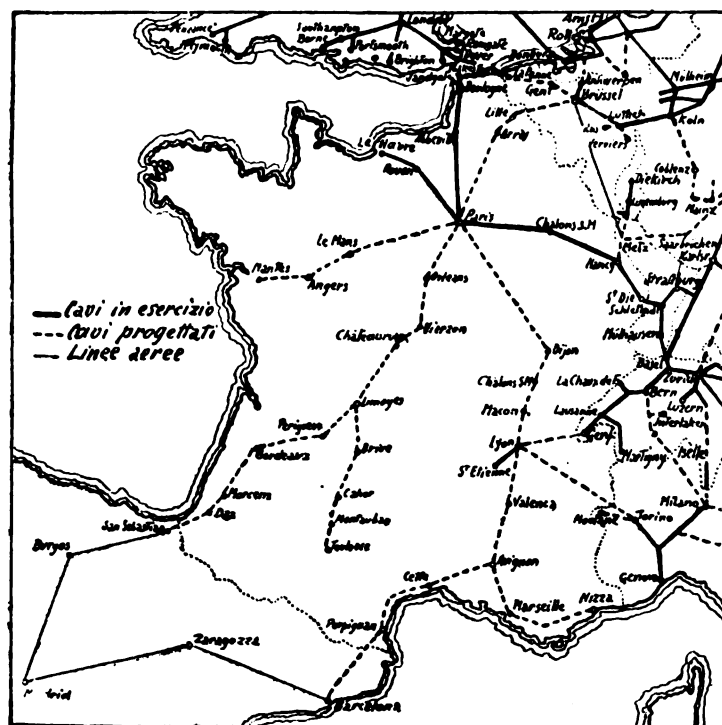


Fig. 53 b. — Rete telefonica in cavi: Francia Spagna Belgio.

Cercherò di riassumere le direttive seguite per gli impianti in discorso, avvalendomi degli studi del C. C. I. di cui ho l'onore di far parte come delegato della Amministrazione Italiana.

#### 1. — Tipi di cavi.

I cavi generalmente adottati sono quelli con isolamento in carta ed aria con formazione a biccoppie avvolte insieme secondo il sistema indicato da Diesselhorst e Martin nel 1903, in base al quale due conduttori vengono cordati a spirale fra loro per

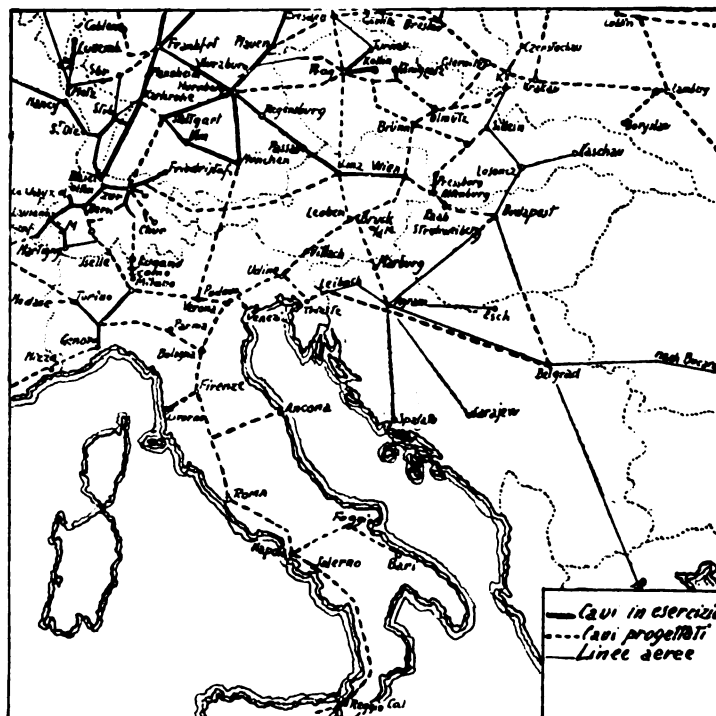


Fig. 53 c. — Rete telefonica in cavi: Svizzera Italia Cecoslovacchia Ungheria Jugoslavia.

due coppie, usate singolarmente, l'altro (circuito virtuale o combinato) costituito dalle due coppie, una utilizzata come conduttore di andata, l'altra come conduttore di ritorno. Ciò è pos-

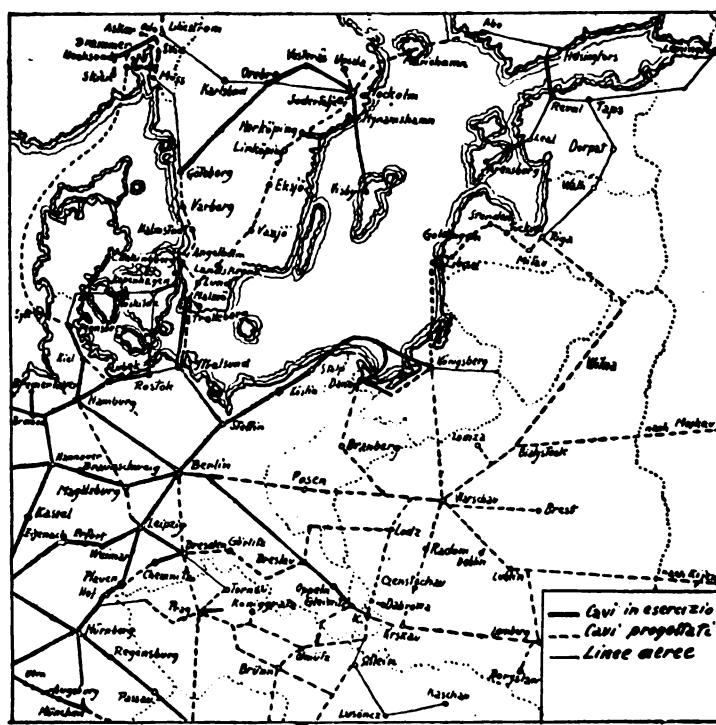


Fig. 53 d. — Rete telefonica in cavi: Nord-Est di Europa.

sibile ottenere in grazia della costruzione anzidetta, la quale riduce al minimo il valore della diafonia fra i diversi circuiti. In tal guisa il numero dei circuiti realizzabili (fra reali e virtuali) è superiore dal 50% al numero delle coppie contenute nel cavo.

In base a considerazioni tecnico-economiche e di standardizzazione, per la telefonia interurbana a grande distanza si adoperano cavi con conduttori di mm 0,9 e di mm 1,3 (secondo i criteri della Western) ovvero di mm 0,9 e di mm 1,4 (secondo i criteri della Siemens).

I cavi suddetti sono stati dal C. C. I. contraddistinti con le indicazioni di tipo I e tipo II: essi hanno le seguenti costanti elettriche:

TABELLA I. — Costanti elettriche dei cavi.

TIPO	Diametro del conduttore mm.	Natura del circuito	Resistenza del circuito a 15° C per Km. di cavo (valor medio) Ohm	Capacità mutua a 15° C. per Km. di cavo (valor medio) microfarad
I	0.9	reale	55	0.0385
		virtuale	27.5	0.0625
	1.3	reale	27.5	0.0385
II	0.9	virtuale	13.75	0.0625
		reale	55	0.0335
	1.4	virtuale	27.5	0.0540
		reale	23.8	0.0355
		virtuale	11.9	0.0570

Per tali cavi viene prescritta una resistenza d'isolamento misurata fra un conduttore e tutti gli altri messi a terra insieme col tubo di piombo, di Megohm 10.000 per una tensione continua di 100 a 600 volt e dopo un minuto primo di elettrizzazione.

La fig. 65 mostra la sezione del primo cavo pupinizzato con conduttori di grosso diametro posato fra New York e Washington.

Recentemente sono stati posati in Olanda a cura dell'« All-gemeine Elektriciteit Gesellshaft » (A. E. G.) dei cavi di formazione diversa da quella a bicipie, e precisamente dei cavi cosiddetti a stella in cui quattro anime (conduttori isolati con carta ed aria), formanti un gruppo non cordato, vengono a risultare iscritte in un circolo ed i gruppi vengono poi cordati fra di loro. I due conduttori opposti (non contigui) di un gruppo formano una coppia, e gli altri due conduttori opposti un'altra coppia. Nei cavi di questa specie in cui la utilizzazione dei virtuali non è conveniente, anche a causa della loro maggiore capacità, l'area della sezione occupata dai gruppi è circa il 33 % di quella che si ottiene nei cavi a bicipie aventi lo stesso numero di coppie di ugual resistenza e capacità, onde è possibile con questo sistema ottenere un cavo delle stesse dimensioni, ma aventi un numero di circuiti reali uguali a quello complessivo (fra reali e virtuali) di un cavo a bicipie. Il costo maggiore del cavo dovuto alla maggiore quantità di rame impiegato sarebbe compensato dal risparmio dovuto alla più facile sua fabbricazione, al minor costo delle bobine Pupin ed alle diminuite difficoltà delle operazioni di giunzione aventi per scopo la riduzione della diafonia: difficoltà che sono maggiori quando si vogliono utilizzare i circuiti virtuali.

Il vantaggio che si ottiene utilizzando i cavi a stella non è

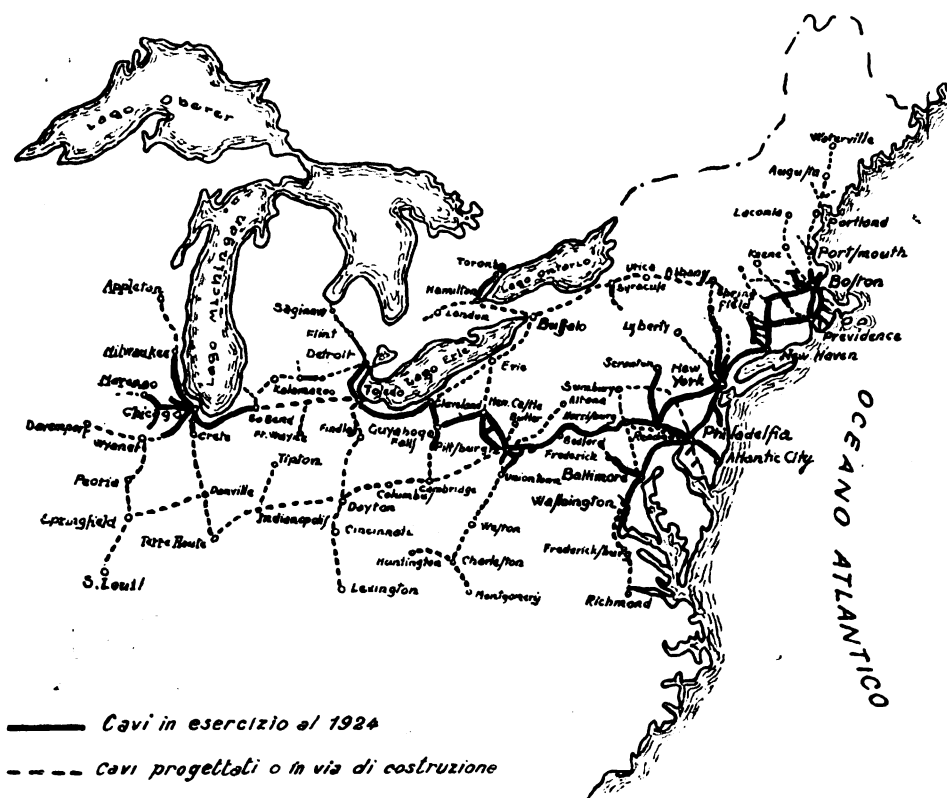


Fig. 54. — Rete telefonica in cavi: Stati Uniti di America.

La resistenza di isolamento per corrente alternata è di gran lunga minore; per essa viene stabilito che il rapporto  $\frac{K}{\omega C}$  non debba essere superiore a 5 millesimi, essendo  $K$  la conduttanza mutua,  $\omega$  la pulsazione uguale a  $2\pi$  volte la frequenza;  $C$  la capacità mutua: per  $C = 0.0385$  microfarad ed  $\omega = 5000$ ,  $K$  risulta uguale a circa  $10^{-6}$  Mho, corrispondente all'isolamento di 1 Megohm.

Speciali condizioni vengono stabilite per ridurre al minimo le differenze di capacità e di resistenza delle varie coppie allo scopo di diminuire più che sia possibile la diafonia.

Cavi di questo genere, armati se sotterrati, e con la protezione del solo piombo se in tubazione od aerei, vengono generalmente adoperati in Europa ed in America. Le Ditte italiane Pirelli e Tedeschi hanno sinora costruiti cavi del tipo I soddisfacenti completamente ai requisiti suaccennati.

La fig. 64 dà la sezione del cavo di più alta potenzialità che verrà posato dalla SIRT, per la costruenda rete italiana, fra Bologna e Firenze: tale cavo conterrà 27 bicipie di mm 1,3 e 108 bicipie di mm 0,9.

ritenuto però tale da far abbandonare l'impiego dei cavi a bicipie specialmente quando la rete è già costituita di cavi di questo tipo e si deve corrispondere a grande distanza.

## 2. — Rocchetti Pupin.

Prescindendo dai rocchetti a forte induttanza che sono stati per qualche tempo adoperati nei circuiti a due fili (i rocchetti del genere per circuiti reali e virtuali forniti dalla Western avevano una induttanza di Henry 0,253 e 0,156 rispettivamente), vengono ora adoperati per i lunghi circuiti rocchetti a media ed extra leggera induttanza. Le loro costanti sono riportate nella seguente tabella, nella quale sono contraddistinte coi tipi I e II quelle dei rocchetti da inserire nei cavi tipi I e II.

Opportune garanzie devono essere date perchè l'induttanza non vari entro i limiti del  $\pm 2,5$  % quando gli avvolgimenti sono percorsi da una corrente di 2 Ampere (e ciò al fine di assicurare la stabilità magnetica delle bobine per il caso in cui i circuiti sieno eventualmente percorsi da forti correnti indotte) e garanzie



TABELLA II. — Costanti elettriche dei rocchetti Pupin.

TIPO	Circuito in cui il rocchetto viene inserito	Induttanza Henry	Resistenza effettiva
I media induttanza	reale	0.177	Non maggiore di 150 Ohm per Henry, per la frequenza di 1800 e per la corrente di un miliampère.
	virtuale	0.063	
	reale	0.044	
	virtuale	0.025	
II media induttanza	reale	0.200 per circuiti di mm. 0.9	
		0.190 per circuiti di mm. 1.4	
	virtuale	0.070	
induttanza debole	reale	0.050	
	virtuale	0.020	

date pure perchè la diafonia fra gli avvolgimenti dei rocchetti collocati in una medesima cassa non superi un certo limite.



Fig. 55. — Tracciato schematico della rete italiana in cavi.

La resistenza effettiva delle bobine varia evidentemente con la intensità della corrente e con la frequenza.

Per le bobine del tipo I, i valori delle resistenze quali risultano dalle misure eseguite nei laboratori della Western (v. *Electrical Communication*, luglio 1925) sono date dalla tabella III.

Le curve della figura 66 danno i valori della resistenza effettiva per frequenze fino a 2800.

### 3. — Cavi muniti di rocchetti Pupin.

E' necessario ora di ricordare alcune relazioni quantitative

TABELLA III. — Resistenza dei rocchetti Pupin del tipo I.

Induttanza della bobina millihenry	Circuito in cui la bobina viene inclusa	Resistenza per corrente continua Ohm	Resistenza effettiva per 1000 periodi Ohm
44	reale	4.0	4.6
25	virtuale	2.0	2.3
170	reale	12.4	15.2
63	virtuale	6.2	6.8

fondamentali che intervengono nel fenomeno della propagazione illustrato nel § 3. Se in conformità della ipotesi ammessa

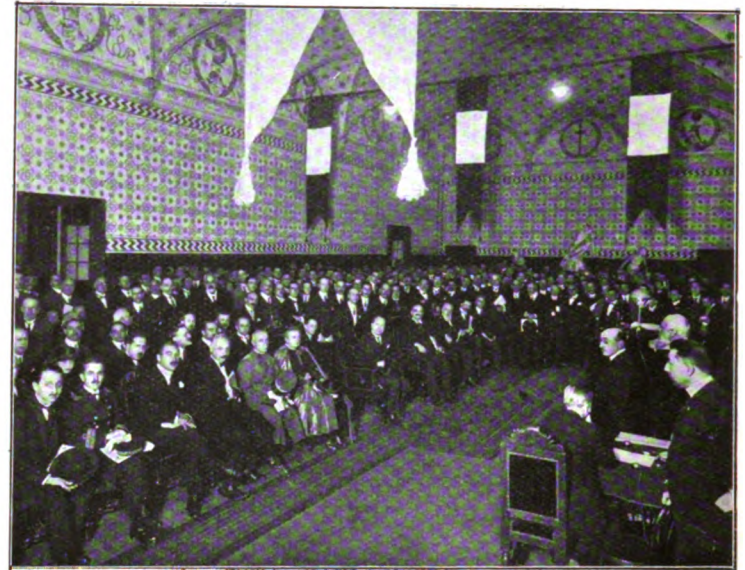


Fig. 56. — Inaugurazione del cavo Milano-Genova-Torino.

in tale paragrafo consideriamo una linea di lunghezza infinita con costanti uniformemente distribuite (a doppio filo per rimanere nel campo delle trasmissioni telefoniche) ed applichiamo all'origine di essa una f. e. m. armonica semplice e cioè della forma  $E \cos \omega t$  ( $\omega$  è la pulsazione) prodotta da un generatore di impedenza trascurabile, allora la tensione fra due punti della linea simmetrici rispetto all'origine e posti alla

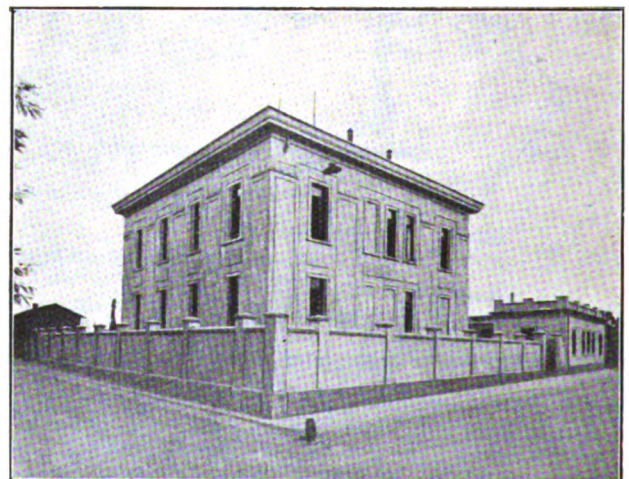


Fig. 57. — Edificio Stazione amplificatrice di S. Giuliano.

distanza  $x$  da questa, e la corrente  $i$  in un punto  $x$  della linea stessa sono date per il periodo di regime dalle due seguenti espressioni:

$$(1) \quad \begin{cases} v = E \varepsilon^{-\beta x} \cos(\omega t - \alpha x) \\ i = \frac{E}{|Z_0|} \varepsilon^{-\beta x} \cos(\omega t - \alpha x - \varphi_0) \end{cases}$$

in cui  $\varepsilon$  è la base dei logaritmi neperiani,  $\beta$  è la costante di



smorzamento,  $\alpha$  è la costante di lunghezza d'onda o di velocità,  $|z_0|$  e  $\varphi_0$  il modulo e l'argomento della impedenza caratteristica (grandezza complessa), che, nel caso considerato di una linea di lunghezza infinita, è uguale al rapporto fra tensione e corrente in qualsiasi punto della linea stessa. La costante complessa

$$\gamma = \beta + j\alpha$$

che si chiama *costante di propagazione*, e la impedenza caratteristica complessa  $z_0$  sono denominate *costanti secondarie* e vengono espresse in funzione delle costanti primarie (resistenza  $R$ , conduttanza  $K$ , induttanza  $L$ , capacità  $C$ , per unità di lunghezza del doppino) mediante le relazioni:

$$(2) \quad \begin{cases} \frac{2\beta}{2\alpha} = \sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)(K^2 + \omega^2 C^2)} \pm (KR - \omega^2 LC) \\ z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{K + j\omega C}} = |z_0| e^{j\varphi_0} \end{cases}$$

$$\text{essendo } |z_0| = \left[ \frac{R^2 + \omega^2 L^2}{K^2 + \omega^2 C^2} \right]^{\frac{1}{4}} \quad \text{e} \quad \varphi_0 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$$

con  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  tali che

$$\text{tang } \varphi_1 = \frac{\omega L}{R}; \quad \text{tang } \varphi_2 = \frac{\omega C}{K}$$

Dalle (1) si deduce poi che la lunghezza d'onda  $\lambda$  e la

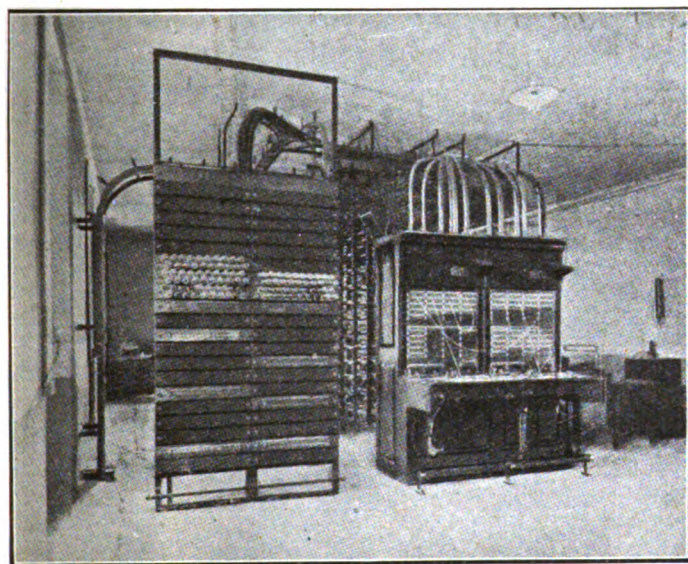


Fig. 58. — Stazione amplificatrice di S. Giuliano - Tavolo di prova.

velocità di propagazione delle fasi  $v$  sono rispettivamente:

$$\lambda = \frac{2\pi}{\alpha}, \quad v = \frac{\omega}{\alpha}$$

E' importante notare che, allorché  $R$  e  $K$  sono trascurabili di fronte ad  $\omega L$  ed  $\omega C$  le formule (2) diventano:

$$(3) \quad \begin{cases} \beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} + \frac{K}{2} \sqrt{\frac{L}{C}} \\ \alpha = \omega \sqrt{LC} \\ z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \end{cases}$$

le quali si possono applicare ai cavi pupinizzati quando la inserzione dei rochetti è fatta secondo la regola enunciata dal Pupin (v. § 4). I valori di  $R$ ,  $L$ ,  $K$ ,  $C$  da introdurre nelle formule sono quelli che si ottengono dividendo la resistenza, induttanza, conduttanza, capacità *totali* del circuito (del cavo e dei rochetti Pupin) per la lunghezza del circuito stesso.

Grande importanza di un circuito pupinizzato è la cosiddetta frequenza propria, che è la frequenza della oscillazione naturale della porzione di circuito comprendente una

bobina Pupin e le due adiacenti semisezioni di lunghezza  $\frac{s}{2}$ , essendo  $s$  la distanza fra due bobine.

Il circuito considerato può essere assimilato a quello a costanti localizzate della fig. 67 nel quale  $L_s$  simboleggia la

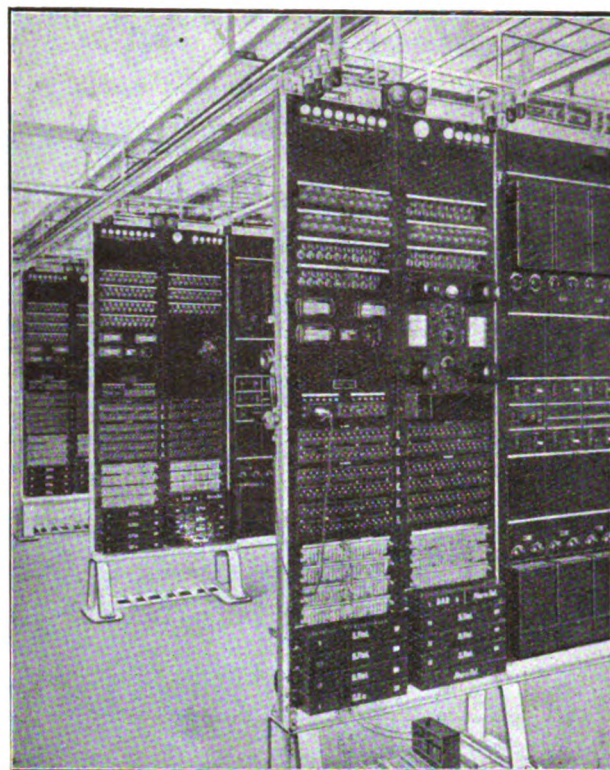


Fig. 59. — Stazione amplificatrice di S. Giuliano Equipaggiamento amplificatore.

induttanza totale ( $L$  induttanza unitaria,  $s$  lunghezza della sezione) e  $C_s$  la capacità totale supposta concentrata metà in una estremità del circuito e metà nell'altra.

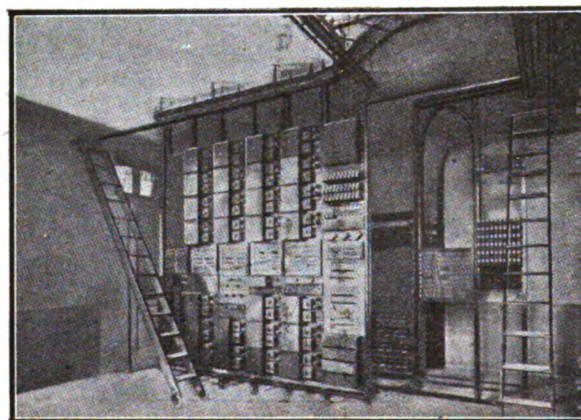


Fig. 60. — Stazione amplificatrice di Berlino (tipo Siemens) - Apparecchi di esperimento. Organi di protezione. Amplificatori a 4 fili.

Ora la pulsazione  $\omega_0$  corrispondente alla frequenza propria del circuito considerato nella fig. 67 è data dalla relazione:

$$\frac{\omega_0^2 L C s^2}{4} = 1 \quad \text{ossia da}$$

$$\omega_0 = \frac{2}{\sqrt{L C s}} \quad (4)$$

da cui risulta che la frequenza propria del circuito pupinizzato è tanto più elevata quanto minori sono la induttanza, la capacità e la distanza fra le bobine. Tale frequenza propria o critica deve essere evidentemente superiore a tutte le frequenze essenziali della parola (da 300 a 2400).

Per i cavi pupinizzati la costante di smorzamento, a causa



delle perdite per riflessioni dovute alle bobine, è maggiore di quella che si calcola in base alla prima delle (3) e che riferisce a circuiti con costanti uniformemente distribuite.

Detta  $\beta'$  la costante di smorzamento del circuito pupinizzato, essa si può ottenere dalla costante  $\beta$  del circuito uniforme corrispondente mediante la formula approssimata

$$\beta' = \frac{\beta}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \quad (5)$$

in cui  $\omega$  è la pulsazione della corrente trasmessa,  $\omega_0$  quella della frequenza propria.

Anche l'ultima delle (3) che dà l'impedenza caratteristica dei circuiti uniformi ad alta induttanza non vale più nel caso di circuiti pupinizzati, per i quali la impedenza caratteristica è in generale complessa ed è data da una espressione molto più complicata, la quale dipende pure dalla distanza fra la entrata del circuito ed il punto di inserzione della prima bobina. Se tale distanza è eguale alla metà di quella che intercede fra due bobine, la impedenza caratteristica non ha componente reattiva, ed è assimilabile ad una resistenza che

aumenta con l'aumentare del rapporto  $\frac{\omega}{\omega_0}$ .

TABELLA IV. — Costanti dei cavi pupinizzati.

TIPO	Diametro del conduttore mm.	Tipo della pupinizzazione	Tipo del circuito	Distanza fra le bobine Km.	Costante di smorzamento per Km. alla frequenza		Impedenza caratteristica $= \sqrt{\frac{L}{C}}$ Ohm	Frequenza propria
					800	1000		
I	0.9	media	reale	1.83	0.0217	0.0250	1590	2900
	0.9	»	virtuale		0.0228	0.0245	740	3600
	1.3	»	reale		0.0121	0.0164	1590	2900
	1.3	»	virtuale		0.0125	0.0147	740	3600
	0.9	extra legg.	reale		0.0390	0.0410	1590	5800
	0.9	»	virtuale		0.0328	0.0339	740	6000
II	0.9	media	reale	2.0	0.0197	0.0236	1730	2750
	0.9	»	virtuale		0.0210	0.0234	805	3670
	1.4	»	reale		0.0097	0.0133	1630	2750
	1.4	»	virtuale		0.0101	0.0131	775	3620
	0.9	debole	reale		0.0307	0.0308	855	5340
	0.9	»	virtuale		0.0350	0.0353	440	6840

$b = 9$  fra qualunque circuito di un gruppo di bicipie a

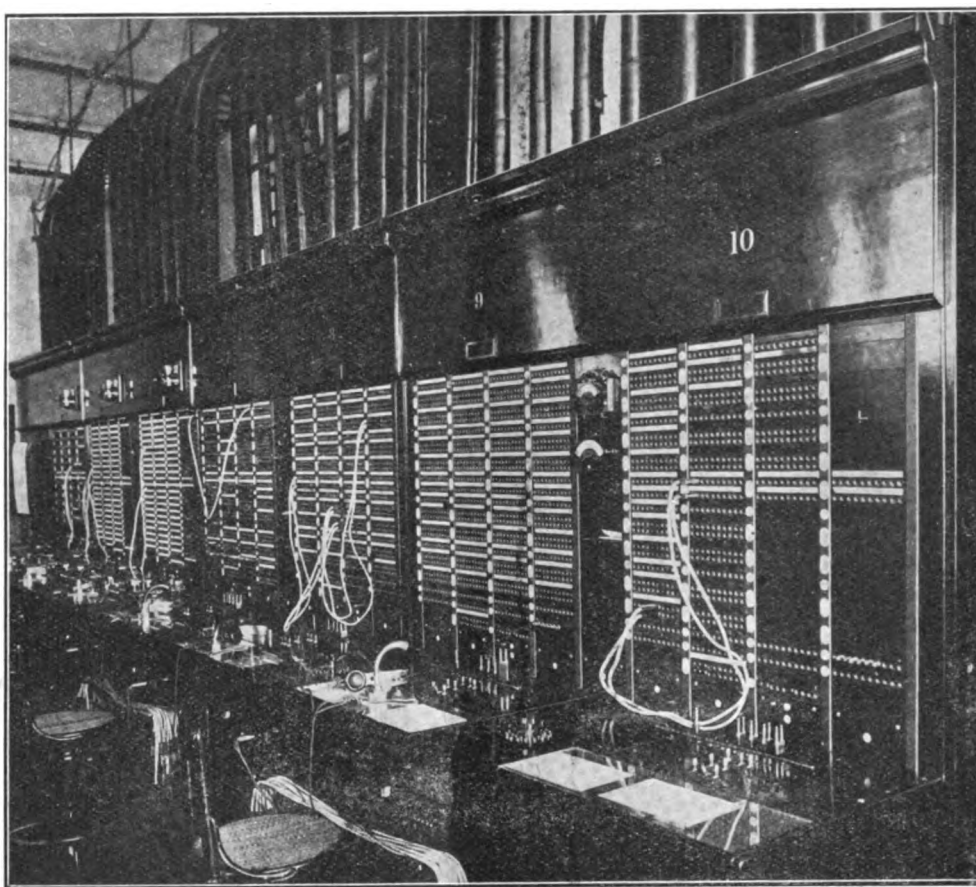


Fig. 61. — Tavolo di prova (tipo Wester).

Per tale ragione si cerca di fare in modo che la distanza fra l'ultima bobina di un cavo pupinizzato e l'Ufficio in cui detto cavo deve essere inserito sia uguale ad una semisezione.

Dopo quanto si è detto diventa di facile comprensione la seguente tabella IV che contiene i dati relativi ai cavi dei tipi I e II pupinizzati con rocchetti dei tipi I e II.

Per i cavi sopra specificati la diafonia relativa ad una sezione di cavo compresa fra due stazioni amplificatrici (espressa mediante l'attenuazione totale  $b$  di un circuito fittizio a costanti uniformemente distribuite nel quale il rapporto fra le potenze all'origine ed alla estremità sia eguale al rapporto fra le potenze nei punti come appresso determinati dei circuiti perturbante e perturbato, chiusi attraverso le proprie impedenze caratteristiche) non dovrà essere inferiore a:

$b = 7,5$  fra i circuiti a due fili, ponendo la sorgente di corrente e l'apparecchio di misura della diafonia alla stessa estremità dei due circuiti;

quattro fili che trasmettono in un senso e qualunque altro circuito del gruppo di bicipie a quattro fili che trasmettono in senso opposto nelle stesse condizioni di esperimento indicato per il caso precedente;

$b = 7,5$  fra due qualunque circuiti compresi nello stesso gruppo a quattro fili che trasmettono in un senso, ponendo la sorgente di corrente e l'apparecchio di misura alle estremità opposte.

Prima di terminare questo argomento ritengo opportuno osservare che sinora l'efficacia della trasmissione è stata da noi espressa mediante il valore della costante di smorzamento, che è la grandezza più importante nel fenomeno della propagazione dei circuiti con costanti uniformemente distribuite. Ora se si considerano le relazioni (1) si rileva che il rapporto fra i valori che le potenze  $P$ , le tensioni  $V$  o le correnti  $I$  hanno nei punti posti alle distanze  $x_1$  ed  $x_2$  ( $x_1 < x_2$ ) dalla sorgente è espresso da:

$$\beta l = \frac{1}{2} \log_z \frac{P_1}{P_2} = \log_z \frac{V_1}{V_2} = \log_z \frac{I_1}{I_2} = n$$

$$(x_1 - x_2 = l)$$

In grazia di ciò si suol dire che la efficacia della trasmissione è misurata in unità naturali di attenuazione o Napier e si suol indicare con  $n$  (minuscola) o con  $b$  (minuscola) il numero di queste unità.

La definizione data sopra si estende a qualsiasi circuito, comunque complesso esso sia.

In America (Stati Uniti) si è fatto riferimento sino a pochi anni or sono al miglio di cavo Standard, la cui attenuazione per la frequenza 800 è uguale a 0,109.

Ultimamente è stata adottata colà una nuova unità di trasmissione ( $TU$  - Transmission Unit) definita dalla relazione:

$$N_{TU} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

in cui  $N_{TU}$  è il numero dell'e Unità di trasmissione ( $TU$ ),  $P_1$  e  $P_2$  sono rispettivamente le potenze nel punto più vicino alla sorgente ed in quello più lontano da essa.

Il Comitato Consultivo internazionale (C.C.I.) si è adoperato perchè fosse adottata una sola unità di trasmissione, ma es-

Tale equivalente si potrà dunque esprimere nei vari sistemi di unità.

Neila seguente tabella i numeri della seconda colonna sono i fattori per cui bisogna moltiplicare l'equivalente di trasmissione espresso in unità della prima colonna per ottenere il medesimo equivalente espresso in unità della terza colonna.

Equivalente di trasmissione in	Fattore	Equivalente di trasmissione in
Miglia di cavo Standard	$\times 0,947$	$TU$
" " " "	$\times 0,109$	Napier
Napier .....	$\times 9,175$	Miglia di cavo Standard
" .....	$\times 8,686$	$TU$
$TU$ .....	$\times 1,056$	Miglia di cavo Standard
" .....	$\times 0,115$	Napier

#### 4. ... Inserzione degli amplificatori e diagrammi di livello. - Effetti di eco. - Periodo transitorio.

In base all'esperienza si è riconosciuto che per una buona conversazione commerciale la costante di attenuazione totale

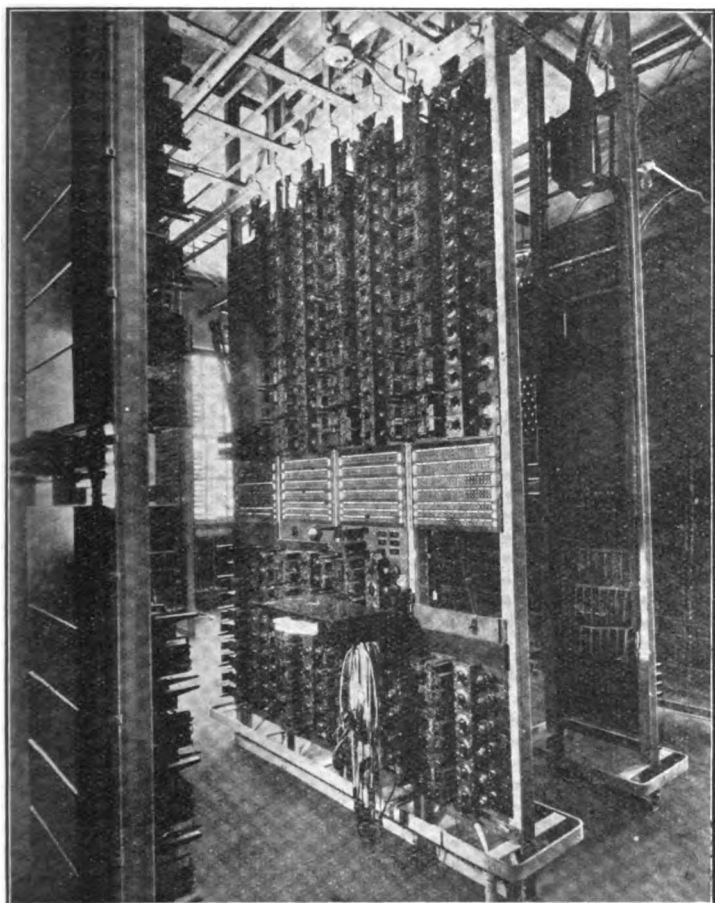


Fig. 62. — Equipaggiamento dei ripetitori (tipo Western) vista di fronte.

sendo mancato l'accordo, si è stabilito di adottare due unità di trasmissione una neperiana e l'altra decimale distinte coi simboli Nap e Bel e definite dalle relazioni:

$$b = n = \frac{1}{2} \log_z \frac{P_1}{P_2} = \log_z \frac{V_1}{V_2} = \log_z \frac{I_1}{I_2}$$

$$N = \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 2 \log_{10} \frac{V_1}{V_2} = 2 \log_{10} \frac{I_1}{I_2}$$

in cui  $n$  o  $b$  (minuscole) ed  $N$  (maiuscola) indicano il numero di unità di trasmissione dei due sistemi.

Si rileva che la nuova unità nel sistema decimale è uguale a  $1/10$  di  $TU$ .

Si è convenuto di dare il nome di *equivalente di trasmissione* di un sistema di trasmissione al numero di unità di trasmissione corrispondente a tale sistema e determinato o mediante il calcolo ovvero con la esperienza.

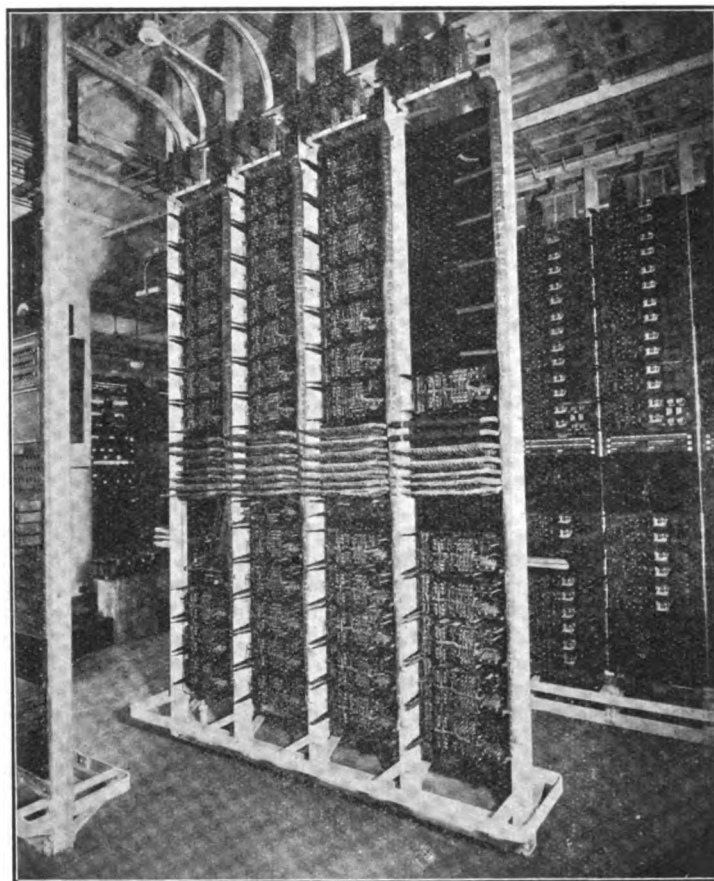


Fig. 63. — Equipaggiamento dei ripetitori (tipo Western) vista di dietro.

del circuito compreso fra due apparecchi di abonato (tratti urbani e tratto interurbano) non debba essere superiore a 3,3 per la frequenza 800.

E poichè è stato stabilito che la costante di attenuazione per detta frequenza di ciascun tratto urbano (compreso fra l'apparecchio e la Centrale interurbana) non debba superare il valore  $b = 1$ , non deve il circuito interurbano avere una costante di attenuazione maggiore di  $b = 1,3$ . Ne consegue che a tale valore deve risultare uguale l'attenuazione residua, ossia la differenza fra l'attenuazione totale del circuito e la somma delle amplificazioni dei ripetitori, espressa in unità di trasmissione dello stesso sistema.

La ubicazione dei ripetitori, il grado di amplificazione a cui questi debbono lavorare sono problemi delicati della tecnica telefonica per la soluzione dei quali occorre tener presenti i vari fenomeni innanzi illustrati (diafonia, equilibrio fra le linee reali e le linee artificiali, riflessioni, effetti di eco, effetti del periodo variabile). Per i fini della presente Relazione basterà



far conoscere che facendo uso dei cavi descritti in questo paragrafo, la distanza a cui vengono inserite le stazioni amplificatrici è di circa 70 ad 80 km, salvo le varianti imposte dalle condizioni topografiche e da altre esigenze.

I ripetitori per circuiti di mm 0,9 (a 2 od a 4 fili) vengono impiantati in tutte le stazioni, mentre quelli per i circuiti di mm 1,3 vengono impiantati in una metà soltanto di esse, cosicchè i ripetitori si troveranno ad una distanza di km 140 a 160. Ciò è dovuto alla circostanza che l'attenuazione di questi ultimi circuiti è eguale, giusta la precedente tabella IV, alla metà di quella dei primi.

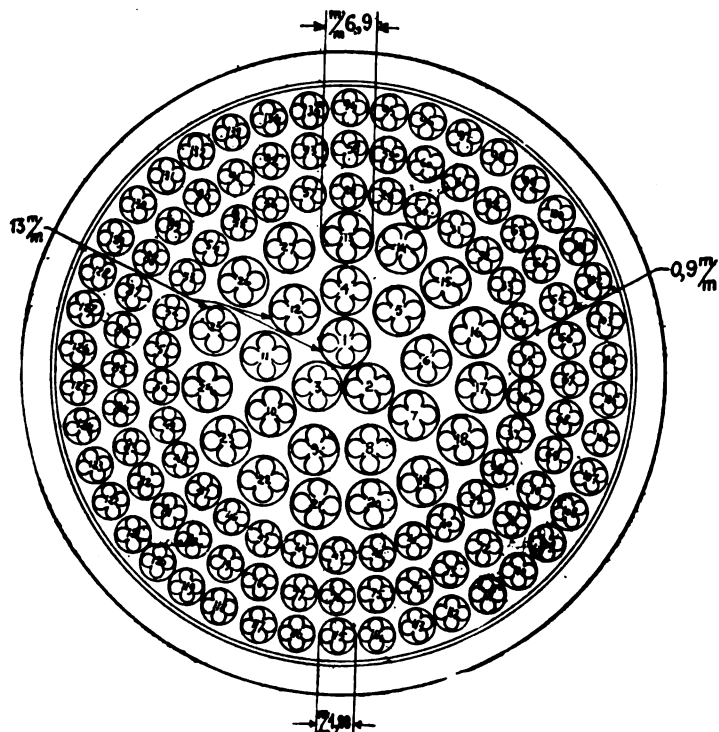


Fig. 64. — Sezione trasversale del cavo Bologna-Firenze.

I guadagni e le perdite di trasmissione (guadagni dovuti agli amplificatori, perdite dovute alla dissipazione di energia lungo la linea) sogliono essere messi in evidenza mediante speciali diagrammi, chiamati *diagrammi di livello*, simili a quelli delle fig. 68 e 69, che contengono rispettivamente il diagramma progettato per i circuiti a quattro fili di mm 0,9 Milano-Roma e New York-Chicago dotati di pupinizzazione extra leggera. Il diagramma di cui trattasi fornisce il livello di trasmissione in un punto qualunque del circuito: livello che è definito dal rapporto espresso in unità di trasmissione, della potenza o tensione o corrente in questo punto alle grandezze analoghe nella estremità trasmittitrice del circuito quando questa è collegata ad un apparecchio normale.



Fig. 65. — Sezione del primo cavo pupinizzato Washington-New York.

La linea orizzontale che rappresenta i valori delle grandezze considerate in detta estremità, viene assunta come linea di livello zero: in essa sono indicate le distanze dei punti della linea dall'origine, ed i punti d'inserzione dei ripetitori, in corrispondenza dei quali sono rappresentati con segmenti verticali i loro guadagni. Le linee oblique rappresentano le cadute dell'equivalente di trasmissione fra due ripetitori successivi.

La distanza di ciascun punto del diagramma dalla linea di

livello zero dà l'equivalente di trasmissione in quel punto che può essere positivo o negativo secondo che il diagramma si trova al disopra o al di sotto della linea orizzontale.

Generalmente il grado di amplificazione dei ripetitori è in pratica di circa  $b = 1,4$  ad  $1,5$  nei circuiti a due fili, e di circa  $2,8$  a  $3,0$  nei circuiti a quattro fili. E' richiesto per le esigenze dovute al fenomeno della *diafonia* che il livello della trasmissione sia compreso fra  $b = 1,1$  e  $b = -3$  nei circuiti a quattro fili e fra  $b = 0,6$  e  $b = -1,6$  nei circuiti a due fili.

Tali valori non appaiono superati nei diagrammi delle figure 68 e 69.

E' poi da notare che per ridurre la distorsione viene prescritto che gli equivalenti di trasmissione relativi alle frequenze

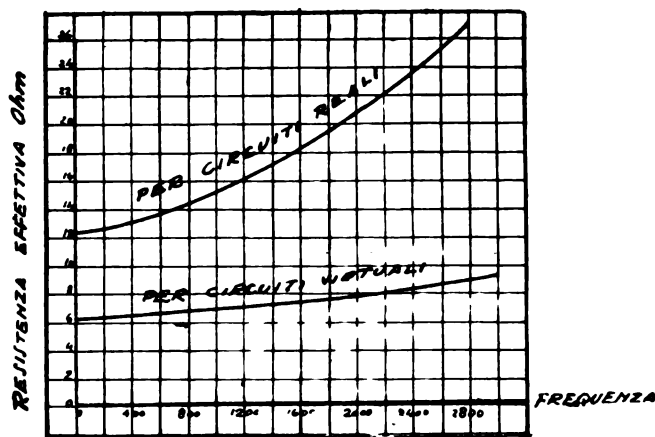


Fig. 66. — Curve della resistenza effettiva dei rocchetti Pupin d'indutt. media.

300 e 2000 non debbano, nei circuiti a due fili, differire da quello di  $b = 1,3$  (fissato per la frequenza 800) per più di  $b = 0,5$  e  $b = 1,5$  rispettivamente.

Per i circuiti a quattro fili è invece prescritto che gli equivalenti non differiscano per più di  $b = 1$  da quello  $b = 1,3$  (corrispondente alla frequenza 800) per tutti i gruppi di frequenza 300-2000 ovvero 300-2500 secondo che si tratti di pupinizzazione media od extraleggera.

Giova rilevare che con gli equivalenti sopra indicati il regolare funzionamento dei circuiti è assicurato, anche quando per le modificazioni di resistenza dei circuiti dovute a variazioni di temperatura, tali equivalenti varino di  $b = \pm 0,2$ . Per variazioni di  $b$  maggiori che si verificano nel caso di impiego di cavi aerei vengono adottati appositi dispositivi regolatori.

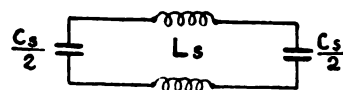


Fig. 67.

Non è possibile entrare in tutti gli altri dettagli dei circuiti destinati alla telefonia a grande distanza; darò soltanto un ulteriore cenno intorno ai fenomeni di eco e del periodo transitorio.

Circa i fenomeni di eco importa osservare che aumentando la lunghezza del circuito ed il numero degli amplificatori essi vengono esaltati in dipendenza della velocità di propagazione della elettricità lungo il circuito e dell'*equivalente residuo*.

Per una data lunghezza di circuito, più piccolo è tale equivalente e maggiore è l'effetto di eco. La fig. 70 contiene tre curve che rappresentano i risultati ottenuti da alcune Amministrazioni telefoniche. Esse danno in corrispondenza della durata di propagazione (segnata sull'asse delle ascisse) e quindi della lunghezza del circuito, l'equivalente di trasmissione minimo al disotto del quale l'effetto di eco diventa intollerabile. Considerando, ad esempio, la curva B si nota che per una durata di trasmissione di 0,058 secondi (corrispondente a km. 1850 di un circuito a pupinizzazione extra leggera) l'effetto di eco è tollerabile fino a quando l'equivalente residuo si mantiene non inferiore a  $b = 1,3$ . Ma su tale argomento come su quello del periodo transitorio non è detta l'ultima parola.

In merito a quest'ultimo è di grande interesse stabilire la lunghezza del circuito al di là della quale si manifesta distorsione nociva per effetto delle oscillazioni libere. Per i circuiti

pupinizzati è stata stabilita una relazione tra la durata  $T$  del periodo variabile, la durata  $t$  della trasmissione di una armonica di pulsazione  $\omega$  e la frequenza critica  $\omega_0$  del circuito. Tale relazione è la seguente:

$$T = t \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} - 1 \right] \quad (6)$$

Se si ricorda che  $t = \frac{l}{v}$  ( $l$  = lunghezza del circuito,  $v$  = velocità di propagazione) e che  $v = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ , la (6) si può scrivere:

$$T = l \sqrt{LC} \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} - 1 \right] \quad (7)$$

relazione questa ultima che, dati  $L$ ,  $C$ ,  $\frac{\omega}{\omega_0}$  fornisce la lunghezza massima, al disotto della quale non ha praticamente gran peso l'effetto dannoso del periodo variabile.

dei conduttori mm 0,9, pupinizzazione extra leggera, velocità di propagazione 32 000 km al secondo) per il quale la costante di smorzamento è di circa 57 e si riduce a 1,3 con l'impiego dei ripetitori (in numero di 23), si rileva facilmente che il potere di amplificazione totale corrisponde alla potenza 47<sup>a</sup> di 10: risultato questo da cui si desume che per ottenere senza ripetitori alla estremità ricevente la medesima potenza occorrerebbe applicare alla estremità trasmittente una potenza uguale a 50 quadrilioni di volte la totale potenza che si ritiene irradiata dal sole. E la scienza e la tecnica hanno compiuto il miracolo di conseguire così grandioso effetto applicando all'origine soltanto una potenza dell'ordine dei millesimi di watt.

### § 13. - La telefonia per mezzo dei cavi sottomarini.

Il problema della telefonia attraverso i cavi sottomarini e specialmente attraverso i cavi transatlantici è stato sempre per i tecnici un problema affascinante.

Come è noto i cavi sottomarini costituiti da una o più anime (conduttore di rame rivestito di guttaperca) su cui a scopo protettivo meccanico è applicata una armatura di fili di ferro, presentano una grande capacità, a causa dell'alta costante dielettrica dell'isolante e del piccolo spessore di esso imposto da ragioni tecniche ed economiche.

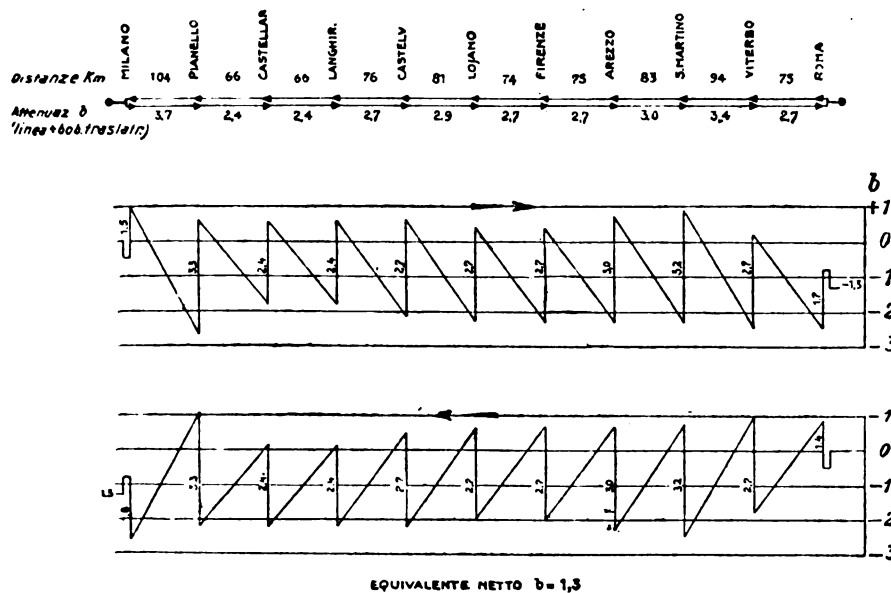


Fig. 68. — Diagramma dei livelli di trasmissione - Circuito Milano-Roma.

In base a tali formule risulta che, per una durata di trasmissione, ad esempio, di 25 millisecondi, bisogna adottare una pulsazione critica  $\omega_0$  di 24.000 per un circuito di 3600 km.

Più alta è la frequenza critica e maggiore è la lunghezza consentita.

Dalle formule stabilite risulta pure che detta lunghezza è tanto più grande quanto più grande è la velocità di propagazione.

Considerata la questione da questo punto di vista si riconosce che le linee aeree in filo di bronzo si trovano a causa della grande velocità di propagazione dell'elettricità lungo di esse, in condizioni molto vantaggiose, in quanto nelle linee stesse gli effetti delle correnti di eco sono trascurabili, per cui (quando si prescinda dai noti inconvenienti di esercizio) esse si presentano pur sempre come le più adatte per collegare paesi che si trovano a grandissima distanza.

La linea aerea più lunga esiste negli Stati Uniti ed è quella New York-San Francisco.

Essa è lunga circa km 5400 ed è costituita da filo di bronzo del diametro di circa mm 4,5. Era prima pupinizzata: ma, in seguito all'applicazione dei ripetitori (ne sono inseriti 12) i rocchetti Pupin furono esclusi. La costante di smorzamento della sola linea è di circa 13; quella risultante in seguito all'applicazione dei ripetitori si riduce a circa 1,3: la durata di propagazione è di circa 20 millisecondi e trascurabili sono quindi gli effetti delle correnti di eco e del periodo transitorio.

Da quanto sopra si è detto rilevasi che grande è l'efficacia dei ripetitori e che miracolosa essa si appalesa alla nostra mente, quando si pensi all'energia che occorrerebbe qualora non si facesse uso dei ripetitori. Nel caso, ad es., dei circuiti a quattro fili del cavo pupinizzato Boston-Chicago (1675 km, diametro

In conseguenza di ciò i cavi sottomarini hanno sinora permesso soltanto la trasmissione telegrafica con apparecchi poco rapidi, e sono particolarmente inadatti per la telefonia, presentando rilevante attenuazione e distorsione. Se si volesse far uso per la trasmissione telefonica del cavo telegrafico più rapido esistente di antico tipo (privo cioè di induttanza aggiunta) che è quello New York-Canso-Azzorre-Waterville-Havre, lungo complessivamente miglia nautiche 4441 = km 8200 circa, posato nel 1923 (peso del rame kg 110 per km, peso della gutta kg 66,3 per km nella prima sezione New York-Canso, lunga miglia 977; e kg 270 e 110 rispettivamente per le altre sezioni; resistenza totale del conduttore Ohm 5915, capacità totale microfarad 1920,5 per km), il quale permette la trasmissione in ciascun senso di 600 lettere al minuto, la parola non potrebbe giungere al di là di un centinaio di km. Anche a causa dell'effetto dell'armatura cui si accennerà appresso, sembrò che il problema potesse avere una soluzione quando si trovò il modo di dotare di induttanza i conduttori dei circuiti telefonici. Si pensò allora o di inserire nel cavo rocchetti Pupin, ovvero di avvolgere intorno al conduttore uno o più strati di sottile filo di ferro secondo il metodo indicato da Krarup. Però fu notato che sarebbe stato difficile posare nei mari profondi cavi muniti di rocchetti Pupin; un cavo del genere a quattro anime fu posato soltanto nel canale della Manica fra l'Inghilterra e la Francia; ed un cavo pupinizzato, però del tipo Patterson, e cioè con isolamento in carta ed aria, e protetto da tubo di piombo, fu pure posato nel lago di Costanza.

Maggiore applicazione ha avuto il sistema Krarup, che è stato applicato nei cavi sottomarini tipi Patterson posati dalla Germania nei mari del Nord ed in altri cavi sottomarini isolati in gutta. L'Amministrazione italiana ha impiegati cavi Krarup

a due coppie nello stretto di Messina, nel canale di Piombino, nel golfo di Napoli. Ma prescindendo dalle difficoltà di carattere pratico si rivelò subito che non sarebbe stato possibile sfruttare largamente delle proprietà dell'induttanza in quanto che dalle misure risultò che l'isolamento della guttaperca, dell'ordi-

per km. Si è cercato di perfezionare la guttaperca al fine di diminuirne la conduttanza e si è riusciti nei cavi in guttaperca così detta Balata a portare tale conduttanza ad 1/5 del valore su indicato, con che la induttanza nel caso considerato potrebbe essere portata a 25 millihenry per km.

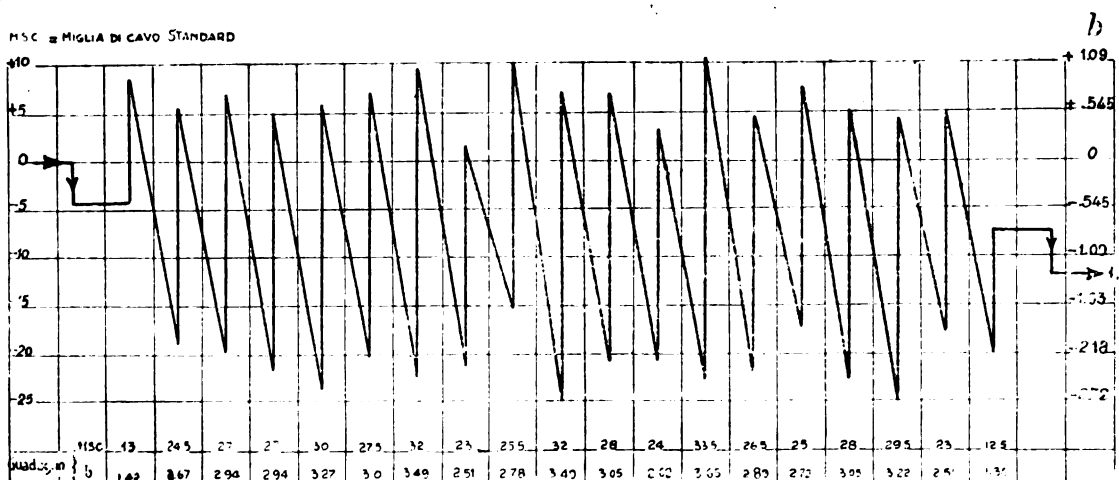
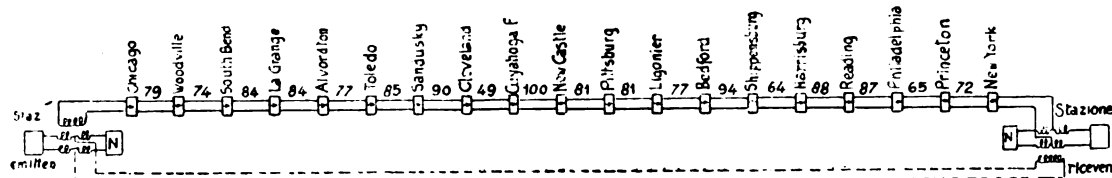


Fig. 69. — Diagramma del livello di trasmissione - Circuito New York-Chicago.

ne delle migliaia di Megohm per correnti continue, scendeva molto al disotto del Megohm per correnti di frequenza telefonica e rendeva l'aggiunta di induttanza consigliabile soltanto in una misura limitata, tale da non permettere il raggiungimento di grandi portate. E' noto infatti che riesce nocivo ogni aumento di induttanza al di sopra di quel valore per cui la costante di

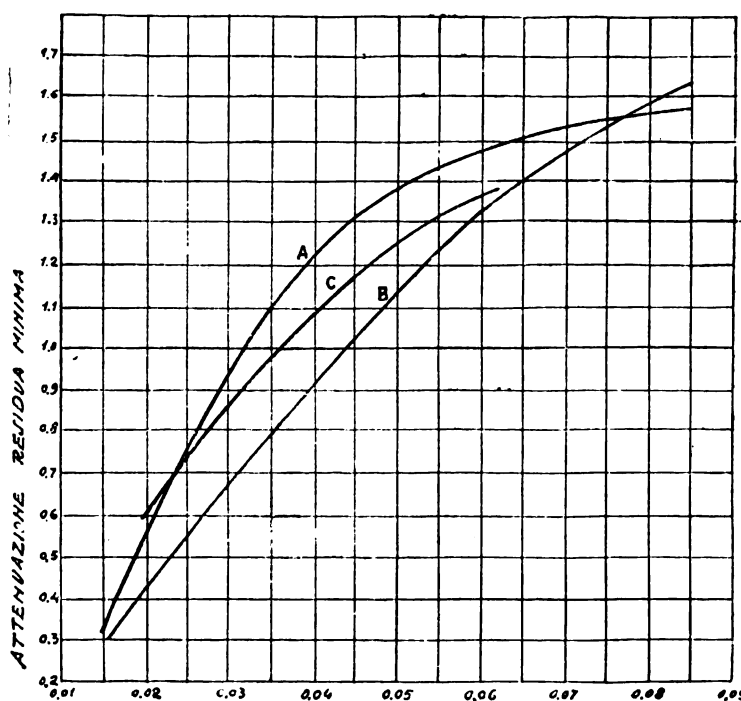


Fig. 70. — Curve relative agli effetti di eco nei circuiti a 4 fili.

tempo elettromagnetica (rapporto della induttanza alla resistenza) diventa uguale ad una delle costanti di tempo elettrostatiche (rapporto della capacità alla conduttanza del dielettrico). La detta conduttanza è proporzionale alla capacità ed alla frequenza e nei cavi in gutta ordinaria, di capacità uguale a 0,2 microfarad, è di circa 25 micromho per una pulsazione di 5000. Con guttaperca siffatta, non si potrebbe nel cavo transatlantico citato del 1923 aggiungere una induttanza maggiore di circa 5 millihenry

Con le induttanze di 5 e 25 millihenry la parola nelle sezioni più pesanti del cavo in discorso (adoperando la terra come conduttore di ritorno) potrebbe essere trasmessa alla distanza di km. 500 e 1000 rispettivamente, sempre però quando si prescinda dall'aumento di resistenza dovuto all'avvolgimento induttivo ed a quello dovuto all'armatura del cavo a causa della localizzazione sopra di questa della corrente di ritorno (fenomeno quest'ultimo di cui parleremo in seguito). Se si tiene conto di siffatti aumenti la portata indicata si riduce presso che alla metà. Le perdite nell'armatura sarebbero trascurabili qualora si impiegassero cavi con doppia anima per ottenere in tal modo un circuito completamente metallico, ma pur prescindendo dal fatto che ben limitata sarebbe anche in questo caso la portata telefonica raggiungibile, il peso di un cavo a due anime (che del resto poco differisce da quella a quattro anime, dato che il diametro del complesso delle anime sotto l'armatura ha lo stesso valore) è considerevole, talchè non sarebbe consentito dalle macchine di posa di immergere cavi del genere nei mari profondi e di rilevarli in caso di guasti.

A causa di tale difficoltà si è pensato negli ultimi anni di utilizzare per la telefonia cavi ad un sol conduttore, raccordati in terraferma a linee aeree a doppio filo mediante adatti trasformatori.

Importanti studi sono stati eseguiti in questa direttiva e qualche vantaggio, sebbene modesto, è stato ottenuto. Nell'impiegare cavi ad un sol conduttore per la telefonia, fu notato già da qualche tempo che la resistenza del circuito di ritorno (il mare) mentre è quasi zero per corrente continua, ha invece un valore non piccolo per corrente alternata; dal che è da indurre che nel primo caso la corrente di ritorno si distribuisce attraverso una grande sezione del mare per cui la resistenza del circuito di ritorno diventa piccolissima, non ostante l'alta resistività dell'acqua del mare, e che invece nel secondo caso la corrente in discorso corre in vicinanza del cavo, per cui a causa della piccola sezione del circuito di ritorno, la resistenza diventa più grande. I risultati delle misure hanno dimostrato che tale resistenza aumenta con la frequenza e che la corrente di ritorno finisce con localizzarsi nell'armatura e nello strato di acqua a questa vicinissimo; talchè allora il cavo può ritenersi equivalente ad un circuito dissimmetrico a doppio conduttore di cui l'uno è il filo di rame, l'altro è l'armatura. Questo aumento di resistenza con la frequenza fu notato nei cavi ad un sol conduttore sin dal 1913; e fu anche studiato d'accordo fra l'Istituto Superiore Postale Telegrafico Telefonico e la Società Pirelli, che insieme procedettero ad alcune misure con corrente alter-

nata sul cavo telefonico Krarup a quattro anime posato nel canale di Piombino e su spezzoni di cavo gettati in mare presso lo Stabilimento di cavi della Ditta Pirelli alla Spezia.

Dalla constatazione fatta circa la funzione dell'armatura si dedusse che avrebbe potuto giovare disporre in parallelo con la armatura stessa un conduttore di rame, al fine di diminuire la resistenza del circuito di ritorno. Debbo per la verità dichiarare che una tale idea fu a me esposta nell'epoca indicata dall'Ing. Emanuelli della Ditta Pirelli durante gli studi che venivano insieme fatti per le comunicazioni telefoniche con la Sardegna, ma per realizzare tale idea occorreva eseguire esperienze ed affrontare rischi non compatibili con i mezzi e le esigenze dell'Amministrazione italiana.

Soltanto un organismo dotato di larghi mezzi di studio e finanziari poteva eseguire indagini ed affrontare rischi, e tale organismo fu l'American Telegraph and Telephone Company, as-

servito per stabilire comunicazioni telefoniche fra importanti centri degli Stati Uniti, come ad esempio New York, Chicago (distanti da Key West 2510 e 3940 km rispettivamente) con alcuni centri di Cuba (distanti da Havana 1126 km). Il cavo permette poi la sovrapposizione di comunicazioni telegrafiche con correnti trasportatrici.

Il tipo di cavo in discorso ha uno speciale interesse per il nostro Paese, giacchè esso ci potrebbe permettere di risolvere il problema delle comunicazioni telefoniche dirette con la Sardegna.

Dagli studi compiuti è risultato che, posando un cavo del genere fra Monte Argentario e Cala Spada ed impiegando ripetitori termoionici, sarebbe possibile far corrispondere telefonicamente i centri dell'isola con quelli del Continente. Il costo dell'impianto riuscirebbe però alquanto elevato.

Ultimamente la Siemens ha perfezionata la costruzione dei

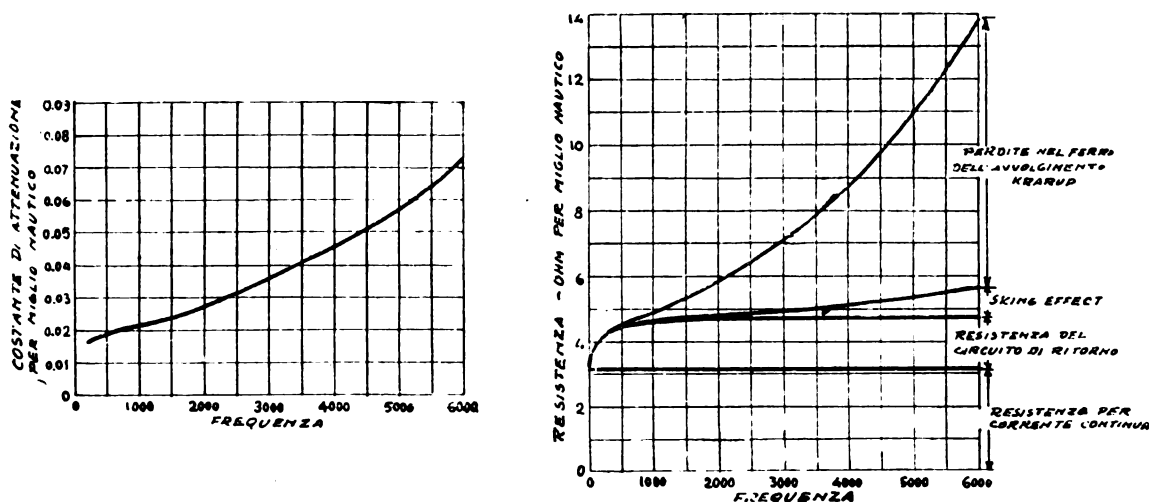


Fig. 71. — Costanti del cavo Key West-Havana.

sociato con la Western Electric Company degli Stati Uniti, il quale ha studiati e posati tre cavi ad un sol conduttore tra Key West ed Havana (lunghezza miglia nautiche 104,5; 100,2; 104,9 rispettivamente uguali a km 193, 186, 194) che presentano rispetto ai cavi di antico tipo la particolarità che l'anima è circondata da uno o più nastri di rame in parallelo con l'armatura. Tali nastri sono sovrapposti a quello di più sottile spessore di ottone che si suole mettere intorno all'anima nei cavi che debbono essere posati in mari nei cui fondi vive la teredo, per proteggere la guttaperca contro il danneggiamento prodotto da questo animalletto.

cavi sottomarini isolati con carta ed aria e dotati di bobine Pupin allungate in modo da ridurre l'ingombro.

Un cavo del genere è stato posato nello scorso anno fra la Germania e la Danimarca in mare poco profondo.

E' da sperare che ulteriori perfezionamenti consentano l'impiego di cavi Pupin anche in mari profondi.

Da quanto è stato esposto si rileva che malgrado gli sforzi fatti, ben limitati sono stati i progressi realizzati in questo campo. Una qualche luce potrà essere proiettata sul problema dei cavi telefonici sottomarini dalle prove che potranno esser fatte sul nuovo cavo telegrafico tipo Krarup che la Western

#### SEZIONE DELL'ANIMA COPERTA DA NASTRI DI RAME

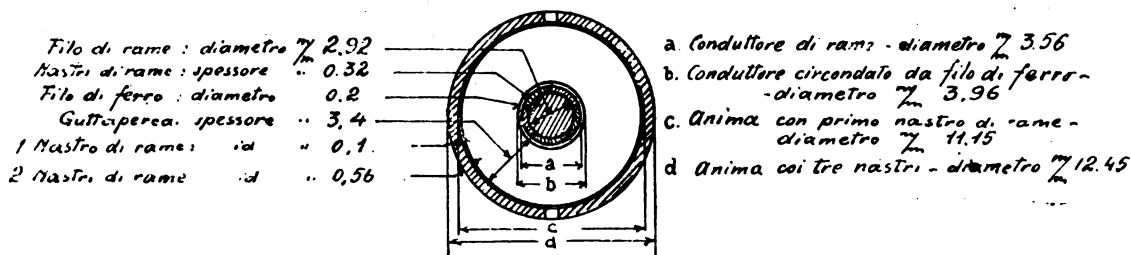


Fig. 72. — Sezione del cavo Key West-Havana.

La sezione del nuovo tipo di cavo è mostrata nella fig. 72.

Le variazioni della resistenza del circuito e della costante di attenuazione dipendentemente dalla frequenza sono mostrate nelle curve della fig. 71. Dalle curve della resistenza si rileva che la resistenza totale è la somma della resistenza per corrente continua del conduttore centrale, di quella del conduttore di ritorno, di quella dovuta allo skin effect nel conduttore, di quella dovuta alle perdite nell'avvolgimento Krarup.

Si scorge che la resistenza del conduttore di ritorno (armatura e nastro di rame) non supera ohm 1.7 per miglio nautico; mentre tale resistenza sarebbe stata senza l'impiego del nastro presumibilmente di 4.6; 5; 8 Ohm per miglio in corrispondenza delle frequenze 1000, 3000, 5000, e la costante di attenuazione sarebbe aumentata del 30 per cento in corrispondenza della frequenza 1000, e del 50 per cento in corrispondenza della

Union ha posato fra New York e le Azzorre: cavo il quale è congiunto all'altro tipo ordinario, che la Compagnia italiana dei cavi sottomarini ha posato fra Fiumicino e le Azzorre per costituire la comunicazione telegrafica Roma-New York.

Il cavo New York-Azzorre ha una induttanza superiore a quella piccola (pochi millihenry) dei cavi di tipo ordinario Krarup, piccola perchè l'avvolgimento dei fili di ferro intorno al conduttore ha un basso coefficiente di permeabilità magnetica (circa 100).

Nel nuovo cavo il detto avvolgimento è costituito da una lega di ferro-nichel che ha un altissimo coefficiente di permeabilità magnetica.

La conseguente alta induttanza ha consentito di ottenere una velocità di trasmissione molto grande, quasi decupla di quella che ha nei cavi ordinari. Ciò vale per le trasmissioni



telegrafiche, che utilizzano basse frequenze; ma per frequenze telefoniche è da attendersi la conferma di quanto si è detto sopra circa la possibilità di corrispondere a grandi distanze. Allo stato attuale della tecnica, e coi mezzi sinora impiegati, è da presumere che ulteriori progressi non si possano conseguire sino a quando non saranno ridotte entro limiti tollerabili le perdite nell'avvolgimento Krarup e non si sarà trovato un dielettrico il cui isolamento sia sufficientemente elevato anche per alte frequenze.

Ma una grande rivale della telefonia transoceanica con cavi sottomarini è sorta negli ultimi anni ed è la radiotelefonia; quella radiotelefonia che permettendo di ricevere discorsi e concerti da stazioni anche lontane, è oggetto sempre di ammirazione e di entusiasmo.

E' ben noto che nel 1915 dei messaggi radiotelefonici, trasmessi dalla stazione di Arlington (Virginia, Stati Uniti d'America) furono ricevuti chiaramente dalla Torre Eiffel in Parigi, e che nel gennaio 1923 esperimenti di trasmissione da New York a Londra furono eseguiti a cura dell'American Telegraph and Telephone Cy e della Radio Corporation Americana, per mezzo della stazione Rocky Point Radio. I messaggi furono ricevuti chiaramente tanto che il Signor Purves, Ingegnere Capo del Post Office, riconobbe la voce del Sig. Carty, Capo del Department of Engineering dell'American Telegraph and Telephone Cy.

Anche nelle trasmissioni radio, piccola è la potenza che giunge alla stazione ricevente, non ostante la grande potenza applicata alla stazione trasmittente (tale potenza negli esperimenti sopra ricordati era di 100 kilowatt, ben grande di fronte ad 1/10 di watt, che è la potenza massima applicata nelle trasmissioni telefoniche sui fili). Ciò com'è noto dipende dal fatto che l'energia s'irradia in tutto lo spazio, od in gran parte di esso talchè piccola è la parte che può essere captata da una antenna ricevente. Ma nelle trasmissioni radio non esiste il fenomeno della distorsione, quando si prescinde da quella del resto non preoccupante, introdotta dagli apparecchi.

Le onde si trasmettono attraverso l'etere senza distorsione, talchè il timbro della voce viene perfettamente conservato.

Tenuto conto da una parte dei risultati sperimentali sovraccennati e dall'altra della enorme impedenza dei lunghi cavi sottomarini era da presumere che il problema delle comunicazioni telefoniche fra i paesi separati da Oceani sarebbe stato più facilmente risoluto mediante la telefonia senza filo anzichè mediante quella con fili.

E ciò infatti è avvenuto, come è dimostrato dalla regolarità del servizio di radiotelefonia commerciale stabilito nello scorso anno fra Londra e New York mediante stazioni di non grande potenza.

Ma di questo interessante argomento come dell'altro importantissimo relativo ai vari metodi elaborati per la misura delle costanti dei circuiti telefonici e delle altre grandezze elettriche che occorre considerare nei problemi del genere, non mi è possibile dare un cenno, data la rilevante estensione della presente Relazione. Ritengo piuttosto opportuno dare una estesa bibliografia delle questioni trattate.

#### LETTERATURA DELL'ARGOMENTO

A. — Principali Riviste in cui sono trattati argomenti di telefonia ed abbreviazioni per esse adottate nelle seguenti citazioni.

L'Elettrotecnica.

R. T. T. — Rivista Telegrafi e Telefoni.

E. F. D. — Europäischer Fernsprechdienst.

E. N. T. — Elektrische Nachrichtentechnik.

E. T. Z. — Elektrotechnische Zeitschrift.

F. I. W. — Das Fernsprechen im Weitverkehr.

Fk. — Das Fernkabel.

M. TRA. — Mitteilungen aus dem Telegraphentechnischen Reichsamte.

T. u. F. T. — Telegraphen und Fernsprechtechnik.

W. V. S. K. — Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemenskonzern.

Z. f. t. P. — Zeitschrift für technische Physik.

Elec. — The Electrician.

G. E. R. — General Electric Review.

I. P. O. E. — Institution of Post Office Engineers.

J. I. E. E. — Journal of the Institution of Electrical Engineers.

P. O. E. E. J. — The Post Office Electrical Engineers Journal.

B. S. T. J. — Bell System Telephonic Journal.

A. I. E. E. — American Institute of Electrical Engineers.

E. C. — Electrical Communication.

A. P. T. T. — Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones.

B. P. T. T. — Bulletin de l'Administration française des Postes, Télégraphes et Téléphones.

B. S. F. E. — Bulletin de la Société française des Electriciens.

B. S. I. E. — Bulletin de la Société des Ingénieurs électriciens.

B. Techn. T. T. Suisses. — Bulletin technique de l'Administration des Télégraphes et Téléphones Suisses.

Ecl. Elec. — Eclairage électrique.

Journ. Télégr. — Journal télégraphique (publié par le Bureau International de l'Union Télégraphique).

Lum. Elec. — Lumière électrique.

R. G. E. — Revue générale de l'Electricité.

R. T. T. et TSF. — Revue des Téléphones, Télégraphes et T. S. F.

B. — Trattati.

O. HEAVISIDE. — Electromagnetic Theory - London 1893-1899 — Electrical Papers - London 1892.

VASCHY. — Électricité et Magnetisme (Vol. 2<sup>e</sup>, 5<sup>a</sup> parte - Parigi 1890).

K. W. WAGNER. — Elektromagnetische Ausgleichsvorgang in Freileitungen und Kabeln - Berlino Tombauer 1908

BREISIG. — Theoretische Telegraphie - Braunschweig 1924.

FLEMING. — The propagation of Electrical Currents in Telephone and Telegraph Conductors - Constable Co. London, Maggio 1911.

KENNELLY. — The application of hyperbolic functions to Electrical Engineering Problems - London 1912.

I. B. POMEY. — Introduction à la theorie des courants téléphoniques et de la Radiotélégraphie - Gauthier Villars, Paris 1920.

MALCOLM. — The Theory of the submarine Telegraph and Telephone Cable - London (The Electrician Printing 1917).

HILL. — Telephonic Transmission.

JOHNSON. — Transmission Circuits for Telephonic Communication - New York, 1924.

H. I. VAN DER BIJL. — The thermoionic vacuum tube and its applications - New York, 1920.

C. — Memorie elencate secondo l'ordine degli argomenti trattati nei successivi paragrafi della presente Relazione.

#### § 1 - 2 - 3 - 4.

I. B. CRANDALL AND D. MACKENZEE. — Analysis of the Energy Distribution in Speech - B. S. T. J., 1922.

H. FLETCHER. — The Nature of Speech and its interpretation - B. S. T. J., 1922.

I. B. CRANDALL. — A Dinamical Study of the Vowel Sounds - B. S. T. J., April, 1924.

H. FLETCHER. — Useful Numerical Constants of Speech and Hearing - B. S. T. J., Luglio 1925.

R. PAGET. — The Nature and Reproduction of Speech Sounds (Vowels) - J. I. E. E., Anno 1924.

PUPIN. — Wave Transmission over non Uniform Cables and Long Distance Aerial Lines - Transactions American Institute of Electrical Engineer, 1900.

— Wave Propagation over non Uniform conductors Transaction American Mathematical Society, 1900. (Ved. DI PIRRO - Sulla telefonia a grande distanza, Atti Assoc. Elettrot., 1902).

G. A. CAMPBELL. — On loaded lines in telephonic Transmissions - Philosophical Magazine, 1903.

F. DOLEZALEK - A. EBELING. — Recherches sur la Téléphonie à grande distance par le système Pupin - E. T. Z. 1902, Fasc. 49.

GHERARDI. — Commercial Loading of Telephone Circuits in the Bell System - A. I. E. E., 1910.

EBELING. — Lange Fernsprechkabel Pupinschen Systems - E. T. Z. 1910, Fasc. 17.

F. B. JEWETT. — Long - distance Telephony in America — Congresso Internazionale delle Applicazioni elettriche (Torino, Settembre 1911).

DEVAUX-CHARBONNEL. — Lignes téléphoniques hétérogènes - Lum. Elec. 1916.

G. DI PIRRO. — Sui circuiti non uniformi - Atti dell'Assoc. Elett. Ital., Vol. XVII, n. 6, 1909 - Lum. Elec., Series 2, Vol. VII, 1909.

K. DOHMEN. — Fernkabel und Spulen im Deutschen Fernkabelnetz, Fk. 1924, n. 7.

F. HORNING. — Die Entwicklung der Pupinspulen - F. i. W., 1923 e E. T. Z., 1924.

W. FONDILLER. — Commercial Loading of Telephone Cable E. C. 1925.

E. SCHURER. — Ueber die neueste Entwicklung der deutschen Krarupkabel - F. i. W. Année 1923, p. 43.

E. SCHURER. — Die Pleijelspule ihr Aufbau und die ersten praktischen Anwendungen - Fk. 1922, n. 1 - E. T. Z. 1924 p. 213 et F. i. W. 1923, pag. 73.

DEVAUX-CARBONNEL. — Les lignes Krarup et la téléphonie à grande distance - B. S. I. E. febbraio 1916

#### § 5 - 6 - 7 - 8.

B. GHERARDI and F. B. JEWETT. — Telephone Repeaters - Trans A. I. E. E., Vol. 38, 1919.

F. BREISIG. — Verstärker für Fernkabel - Fk. 1922, n. 1.

K. HOPFNER. — Verstärkerschaltungen und Verstärkerämter in deutschen Fernkabelnetzen - Fk. 1922, n. 2.

B. POHLMANN. — Stand der Verstärkeramtschnik - E. N. T., 1926.

B. POHLMANN. — Verstärkerämter - T. u. F. T., 1923.

C. R. ROBINSON and R. M. CHAMNEY. — Recent Research Work on Telephone Repeaters - Paper n. 99 of I. P. O. E.

— Four-wire Telephone Repeater Systems - Paper n. 83 of I. P. O. E.

A. BKHART. — Telephone Repeaters - Paper n. 75 of I. P. O. E.

# *L'Esperienza di Parecchi Decenni*



*è riassunta  
nella nuova lampada Osram*

**OSRAM** *la più grande Fabbrica  
di Lampadine elettriche in Europa*

# OSRAM



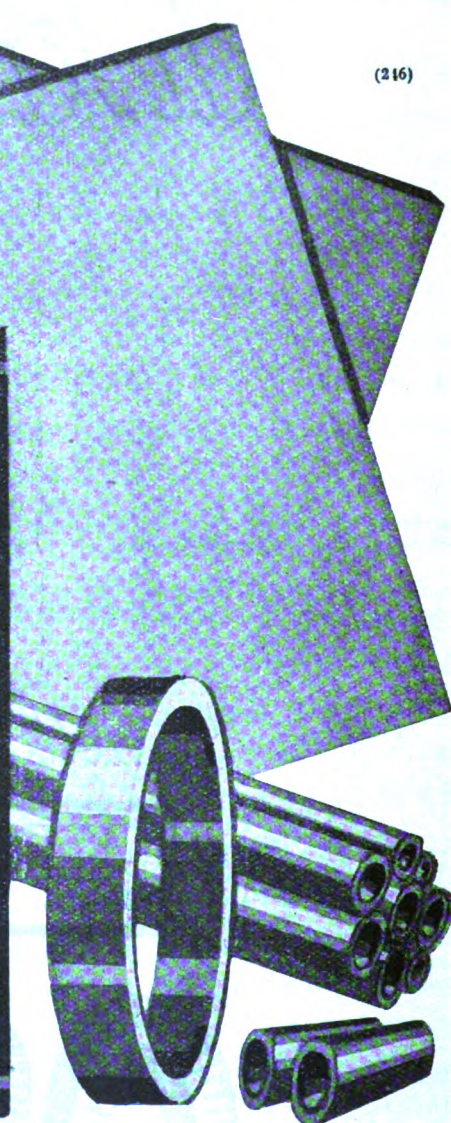


# HAEFELY

(216)

## MATERIALI ISOLANTI PER ALTA TENSIONE:

lastre, tubi, cilindri, diaframmi,  
isolatori lavorati, pezzi stampati,  
isolatori passanti, isolatori portanti,  
asticine, micarta foglio  
carta laccata, lacca.



# S.A. EMILE HAEFELY & C.

## BASILEA (SVIZZERA)

RAPPRESENTANZA GENERALE PER L'ITALIA: STUDIO TECNICO INDUSTRIALE

**GIUSEPPE CECCATO, MILANO (29)**

VIA SETTEMBRINI, 26 TELEFONO 22559.



- A. B. HART. — A modern Telephone Repeater Station - P. O. E. E. J. - Anno 1925, vol. 18, 3 parte.
- H. NOTTERBROCH et DEUTSCHMANN. — Stations amplificatrices modernes (système de la Société Siemens und Halske). Pubblicazione delle Siemens Halske, 1926.
- E. H. COLPITTS and O. B. BLACKWELL. — Carrier Current Telephony and Telegraphy - A. I. E. E., Maggio 1921.
- T. SHAW - W. FONDILLER. — Development and application of loading for telephone Circuits E. C., Aprile 1926.
- C. A. TAYLOR and R. BRADFELD. — Some Experiments on Carrier Current Telephony - Paper n. 86 of I. P. O. E.

## § 9 - 10.

- Some Artificial Lines and Networks associated with the Uniform Telephone Transmission Line, par les Ingenieurs du Service des Recherches techniques de la « General Electric C. Ltd. »; J. I. E. E., 1925.
- J. B. POMEY. — Lignes artificielles - R. G. E., gennaio 1918.
- BETHENOD. — Sur les lignes artificielles - Radio Electricité, 1920, t. I.
- J. R. CARSON - O. I. ZOBEL. — Transient oscillations in Electric Wave Filters - B. S. T. J., Luglio 1923.
- G. O. CAMPBELL. — Physical Theory of the Electric Wave Filters - B. S. T. J., Nov. 1922.
- ZOBEL. — Transmission Characteristic of Electric Wave Filters - B. S. T. J., Ottobre 1924.
- K. W. WAGNER. — Die Theorie des Kettenleiters nebst Anwendungen - A. F. E. 1915 et M. TRA., vol. VIII, 1925
- Spulen und Kondensatorleitungen - A. f. E., vol. VIII 1919, et M. TRA., vol. VIII, 1925.
- Elektrische Kettenleiter und ihre technischen Anordnungen - M. TRA., vol. IX 1923, et Z. f. P., Vol. II, 1921.
- Der allgemeine Kettenleiter - M. TRA., vol. X Anno 1925, et Telefunken Zeitung, vol. VI, n. 34-35, 1924.
- Einschaltvorgänge bei Siebketten mit beliebiger Gliederzahl - M. TRA., vol. X, 1925, W. V. S. K., vol. II, 1922.
- LANGE. — Théorie des filtres électriques - A. P. T., Ottobre 1923.
- LECORBEILLER et LANGE. — Etude sur les lignes en T. et dyssymétriques; applications aux filtres de bandes. Onde Electrique, Octobre 1923.
- DAVID. — Essai sur la théorie des filtres électriques - Onde Electrique, Gennaio-Febbraio 1926

## § 11 - 12.

- J. R. CARSON. — The Building up of Sinusoidal Currents in Log Periodically Loaded Lines - B. S. T. J., Ottobre 1924.
- T. T. PILLIOD. — Philadelphia-Pittsburg Section of New York Chicago Cable - B. S. T. J., Luglio 1922 - A. E. I. E., Agosto 1922.
- A. B. CLARK. — Telephone Transmission over Long Cable Circuits - A. I. E. E., Gennaio 1923.
- H. S. OSBORNE. — Telephone Transmission over Long Distances - Journal A. I. E. E., Ottobre 1923.
- A. B. CLARK - R. C. MATHERS. — Echo Suppressors for Long Telephone Circuits - E. C., Vol. 4, n. 1.
- D. CRAEMER. — Das deutsche Fernsprechnetz als Teil des zukünftigen europäischen Netzes - F. i. W., 1923.
- DEIBEL. — Die Verlegungsarten der europäischen Fernkabel - Fk. 1923, n. 4.
- K. DOHMEN. — Die Entwicklung des Fernsprechkabelnetzes in Deutschland - Z. f. t. P., 1921.
- K. HOPFNER. — Entwicklung und gegenwärtiger Stand der Verstärkertechnik in Deutschland - E. T. Z., 1924, et. F. i. W., 1923.
- K. KUPFMULLER. — Die Erhöhung der Reichweite von Pupinleitungen durch Echosperren und Phasenausgleich - E. N. T., 1926.
- Einschwingvorgänge, Echoeffekt und Temperatureinflüsse beim Fernsprechen über lange Pupinkabel, T. u. F. T., Année 1923, p. 53.
- F. LUSCHEN. — Die Technik der Telegraphie und Telephonie im Weitverkehr - E. T. Z., 1924.
- K. W. WAGNER. — Ueber die Frequenz der Fernsprchkabelanlagen - Ph. Z. vol. 11, 1910.
- K. W. WAGNER und K. KUPFMULLER. — Der Einfluss von Ungleichmäßigkeiten im Aufbau von Spulendeitungen auf den Wellenwiderstand - M. TRA., Vol. IX 1923, A. f. E., Vol. IX, 1921.
- B. S. COHEN. — A. High Quality Telephone Transmission System - P. O. E. E. J., vol 19, 3<sup>a</sup> parte, 1926.
- L. CAHEN. — Progrés et état actuel de la technique des lignes pupinisées - B. S. F. E., Agosto 1924.
- J. CARVALLO. — Sur la définition de la mesure du crosstalk - A. P. T. T., Settembre 1925.
- DUNAND. — Contribution à la théorie des cables téléphoniques à paires combinable. Etude de la diaphonie - R. G. E., 30 Ottobre 1926, et 6 Novembre 1926.
- D. A. EBELING. — Des cables téléphoniques à longue distance et de l'amplification - Maggio 1921 - (Pubblicazione della Siemens-Halske).
- FRANK B. JEWETT. — Recent Advances in Long Distance Telephony - The J. E. Aldred Lectures of Engineering Practice, Baltimore 1920-21.
- F. LUSCHEN und K. KUPFMULLER. — Über die Zweckmassigste Pupi-

nisierungart von Fernkabeln - Europäischer Fernsprehdienst - Aprile 1927.

H. JORDAN. — Zur Einführung der Sternverseilung im Fernkabelbau, - F. 1924, N. 10.

LUSCHEN. — Sternkabel - D. M. Kabel, Fk. 1926, N. 10.

— Das Fernsprechen in Weitverkehr - Deutsche Beiträge zur Frage der europäischen Fernsprechnetzes - Pubblicazione del Reichpostministerium Berlino - Novembre 1923.

— Comptes Rendus du Comité Consultatif International des Communications Téléphoniques à grande distance (Livre blanc 1926)

## § 13.

EBELING. — Über das im Bodensee verlegte Fernsprechkabel nach den Pupinischen System - E. T. Z., 1907.

J. R. CARSON and J. J. GILBERT. — Transmission Characteristics of the Submarine Cable - B. S. T. J., Luglio 1922.

W. H. MARTIN - G. A. ANDEREGG - B. W. KENDALL. — Key-West Havana Submarine Telephone Cable System - A. I. E. E., 1922.

P. CRAEMER und E. W. MULLER. — Neue Versuche mit pupinisierten Fernsprechseekabeln - E. T. Z., 1925.

E. W. MULLER. — Seekabel im Fernsprechweitverkehr - Fk. 1925, n. 9.

A. N. MORICE. — The Anglo-Dutch n. 3 continuously Loaded Submarine Cable - P. O. E. E. J., vol. 19, 3<sup>a</sup> parte (1926).

D. ING. P. CRAEMER - E. W. MULLER. — Neue Versuche mit pupinisierten Fernsprech Seekabeln - E. T. Z. - 1925, fasc. 42 e 43.

---

## LETTERE ALLA REDAZIONE

---

### Sul comportamento degli isolatori.

Riceviamo :

*Nel n. 18 del 25 giugno u. s., leggo fra le notizie delle Sezioni, il riassunto dell'interessante comunicazione dell'Ing. Silva sul « comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna ».*

*Sono d'accordo con l'Autore circa il verificarsi di « zone critiche » nelle quali le sostituzioni di isolatori si rendono più frequenti o per cause elettriche, o per cause esterne atmosferiche : ma, appunto per ciò un paragone statistico sul comportamento di due diversi tipi di isolatore deve essere esteso almeno a tutto un tronco di una certa lunghezza.*

*Invece nella seconda tabella riportata nel sunto e relativa alla linea Guspini-Monteponi si confrontano 69 isolatori rigidi di vetro contro 666 rigidi di porcellana : se gli isolatori sono nella stessa condotta, non basta che quei pochi di vetro si trovino appunto in una « zona critica » perchè la statistica ne sia falsata ?*

*In quanto poi alla quasi parità di comportamento alle prove di collaudo osservo che anche una lieve differenza può aver procurato, per isolatori installati sulla stessa linea, punti di isolamento più deficienti e di più facile innesco di scariche. In ogni modo ho potuto constatare che anche a parità assoluta di tensione d'effluvio, di tensione di arco a secco e di arco sotto pioggia, il comportamento dell'isolatore sia assolutamente diverso secondo il profilo delle sue campane e che specialmente quando le condizioni locali tendano a formare depositi od incrostazioni saline sull'isolatore, l'esistenza di risalti e gole sul dorso delle campane tenda a spezzare la continuità del deposito salino ed a diminuirne di conseguenza le probabilità di scarica esterna.*

*Per fare quindi un confronto statistico che possa decidere per una data zona la « vexata questio » fra vetro e porcellana, con un po' di rigore, occorrerebbe installare su una stessa linea presso a poco lo stesso numero di isolatori di vetro e di porcellana uniformemente distribuiti e press'a poco aventi lo stesso disegno.*

*Inoltre osservo che le statistiche riportate dall'Ing. Silva parlano solo di numero di isolatori ricambiati e non delle corrispondenti interruzioni di servizio. Sono queste che in ultima analisi hanno la maggior importanza, ed a questo proposito ho potuto notare sulla rete di cui mi è affidato l'esercizio, e che traversa regioni litoranee ed è esposta a depositi salini trasportati dal vento di libeccio, che l'effetto di una scarica si ripercuote sull'isolatore in modo assai diverso a seconda del materiale di cui è costituito.*

*L'isolatore rigido di vetro tende a spaccarsi e rompere così il percorso della scarica : le parti che rimangono sul perno sono il più delle volte sufficienti a reggere la piena tensione di linea, ed il guasto avvenuto è in generale molto visibile dal basso. L'isolatore rigido di porcellana meno fragile resiste meglio all'effetto termico e dinamico della scarica superficiale e il mantenersi di questa e il corrispondente fenomeno di « arcing ground » porta spesso alla perforazione che molte volte non è visibile dal basso.*

*Per contro l'isolatore di vetro ha una maggior facilità di rottura*



per cause accidentali e per effetto di rapide variazioni di temperatura (cicli termici) e ne risulta quindi più alta la percentuale di ricambio.

Questo nel campo degli isolatori rigidi: in quello degli isolatori sospesi entrano in gioco altri elementi: come per esempio la maggior importanza del ciclo termico in rapporto alla diversità del coefficiente di dilatazione fra cappa metallica e isolatore, elemento a netto favore della porcellana, e la maggior importanza della resistenza meccanica pure a favore della porcellana.

L'Ing. Silva conclude a favore dell'adozione degli isolatori sospesi sulle sue condutture a 70 kV, ed in ciò è d'accordo su quanto praticato dalla maggioranza delle Società Elettriche Italiane nella costruzione delle linee di trasporto ad alta tensione eseguite negli ultimi anni, od in corso di esecuzione: e cioè uso dell'isolatore rigido per le tensioni fino a 50 kV, uso dell'isolatore sospeso per le tensioni oltre 50 kV.

Ringraziando la Spett. Redazione dell'ospitalità, e con distinti ossequi

Ing. CLAUDIO CASTELLANI.

\* \*

### Sul funzionamento degli alternatori con carico capacitivo.

Riceviamo:

L'argomento a cui fa cenno l'egregio Ing. Santuari nella sua chiara lettera pubblicata sul n. 20 dell'Elettrotecnica, e cioè il funzionamento degli alternatori su carico capacitivo, è indubbiamente interessante come lo sono i problemi che involgono interessi divergenti.

E' fuori dubbio, secondo il mio avviso, che mentre l'acquirente « tenderà » nell'acquisto di un generatore ad ottenere a miglior mercato la macchina presentante i migliori requisiti generali e particolari (nel caso specifico una macchina presentante il più largo margine fra il punto di funzionamento a piena potenza in regime capacitivo ed il punto di autoeccitazione) il costruttore « tenderà » con l'ausilio di tutte le risorse tecniche di cui dispone a costruire ed a vendere la macchina che presenti il minor costo di produzione. Dal che si può dedurre che il caso accennato rientra, come altri moltissimi, nell'interpretazione di norme, se esistenti ed accettate, o di condizioni contrattuali.

AmMESSO ciò, a me sembra che non sia esatto considerare uno svantaggio per l'acquirente l'interpretazione letterale di una condizione di contratto stillata dallo stesso acquirente. La valutazione di una macchina elettrica è già cosa abbastanza complessa perchè si debbano introdurre altri elementi arbitrari di apprezzamento commerciale.

D'altra parte convengo con l'Ing. Santuari sulla necessità, od almeno sulla utilità da parte dell' esercente di affidamenti che gli garantiscano il valore pratico della garanzia che il costruttore offre nel funzionamento a carico capacitivo. Qui entra un altro fattore dal quale non si può prescindere: il grado di irregolarità del regolatore del motore primo azionante il generatore. Nelle condizioni accennate sarebbe ovvio, ma anche superficiale, richiedere o preferire, fra i diversi offerti, il generatore a più largo margine di sicurezza all'autoeccitazione, ma poichè tutto si risolve, in effetto, in una maggior spesa sembra più logico non disgiungere il lato elettrico da quello meccanico della questione.

In altre parole l'acquirente o per esso il suo consulente non avrebbe che ad inserire fra le altre condizioni di fornitura quella riguardante il valore della potenza con carico capacitivo completandola con lo scarto massimo di velocità del motore primo per il quale tale potenza deve essere garantita, scarto di velocità che dovrà far parte delle condizioni di fornitura del motore primo stesso.

Sulla opportunità di aggravare le condizioni di costruzione dei generatori l'acquirente è il miglior giudice in proposito, inquantochè egli meglio di ogni altro possiede tutti gli elementi per giudicare sull'indispensabilità, pei suoi impianti, di speciali requisiti dei generatori stessi mentre l'opinione dei costruttori non può essere che consultiva, inquantochè nessuna difficoltà tecnica insormontabile si oppone alla costruzione di macchine a grande margine di sicurezza all'autoeccitazione.

E' pur vero che in questi generatori al requisito accennato fa riscontro generalmente un valore di correnti istantanee di corto circuito elevato, cosa certamente non desiderabile: quando anche questo elemento fosse vincolato (o per esso il valore della corrente permanente di corto circuito), al costruttore compete in tal caso la cura di conciliare, al progetto, le due risultanze per avvicinarle alle richieste dell'acquirente segnalando il caso di assoluta incompatibilità dei due valori eventualmente richiesti.

Definita esattamente la condizione desiderata nel caso che c'interessa, penso che tutti i costruttori concorrenti ad una fornitura di generatori si troveranno nelle identiche condizioni e la gara sarà limitata

ai fattori puramente tecnici, perfezione di progetto, modernità di lavorazioni, organizzazione industriale, ecc.), e ne resteranno esclusi i danni od i vantaggi immediati che possono derivare da un eccesso o da un difetto di scrupolosità.

Con distinta stima.

R. TOMASICCHIO.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MOTORI ELETTRICI.

R. F. EMERSON — **L'applicazione del comando elettrico ai trasportatori.** (Gen. El. Rev., febbraio 1927, pag. 93).

L'A., dopo aver esaminato in linea generale il problema del comando dei trasportatori, notando come il comando elettrico sia ormai ovunque adottato, pone la questione della scelta del tipo di motore, scelta che è direttamente connessa ad una profonda conoscenza degli svariatissimi sistemi di trasporto di materiali oggi usati. Il più semplice di essi, quello a nastro, che può però adottarsi solo fino a pendenze di 20°, è particolarmente adatto per materiali molto minuti, quali grano, sabbia, carbone, ecc., e permette di raggiungere una velocità di trasporto sino a 3 m/sec, pur restando la velocità media più conveniente intorno a 1,5 = 2 m/sec.

Gli elevatori a tazze, sia del tipo girevole oppure no, si prestano invece nel caso di inclinazioni maggiori e di materiali più grossi. La loro velocità è molto più bassa che nel caso precedente: il loro costo e manutenzione sono assai vantaggiosi. Altri tipi di trasportatori, basati quasi sempre sullo stesso principio di una cinghia o catena continua, sia per trasporto orizzontale che inclinato e per materiali di varie dimensioni e natura richiedono in generale una potenza superiore ai precedenti, e una velocità inferiore.

Quanto alla potenza richiesta dai vari tipi, l'A. nota che in generale tutti disperdono molta energia, specialmente in forma d'attrito e di inerzia da vincere all'avviamento. Le condizioni imposte da quest'ultimo sono particolarmente difficili, e la scelta di un motore insufficiente può essere causa di gravissimi danni: il costruttore indica di solito la potenza occorrente, ma non studia il tipo che più si adatta, compito che rimane affidato all'elettrotecnico.

L'A. esamina i diagrammi di funzionamento dei motori a gabbia di scoiattolo, e tratta di un nuovo tipo di motore, studiato appositamente per tal genere di lavoro, costruito con due gabbie di scoiattolo sovrapposte; di esse l'una ha una forte resistenza ed una bassa reattanza, l'altra il contrario; all'avviamento la corrente percorre solo la prima, e, raggiunta la velocità di sincronismo le attraversa ambedue, e quindi la seconda in maggior copia. Ne risulta in tal modo una elevata coppia di avviamento e una rapida accelerazione pur conservando un buon fattore di potenza e un buon rendimento durante la marcia senza causare sensibili disturbi alla linea durante l'avviamento.

In alcune condizioni particolari, ad esempio quando il trasportatore è elevatore e si trova in condizioni differenti a seconda che il carico sale o scende, si adoperano motori a due velocità, la cui regolazione è studiata con particolare cura a seconda dei casi, o due motori da inserire successivamente; in qualche caso vengono pure usati dei freni, meccanici o magnetici, automaticamente azionati e regolati dalla velocità del trasportatore stesso.

L'A. considera infine l'uso dei motori a corrente continua, esaminandone le caratteristiche sia che essi siano avvolti in serie che in derivazione.

Quelli del primo tipo non vengono mai applicati ai trasportatori, perchè la velocità varia troppo largamente anche per piccole variazioni della coppia. Al contrario, i motori in derivazione si prestano assai bene allo scopo, e sono quasi esclusivamente usati, tanto per trasportatori a velocità invariabile, quanto per quelli nei quali coppia e velocità sono soggetti a notevoli variazioni.

C. G. E. (\*)

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. A. HEISING - J. C. SCHELLENG - G. C. SOUTHWORTH — **Alcune misure su le trasmissioni con onde corte.** (Proc. Inst. Radio E., Vol. 14, ottobre 1926, pag. 613).

Gli studi e gli esperimenti relativi alla propagazione delle onde corte sono stati molto numerosi in questi ultimi anni; ciononostante sono ancora numerosissimi i punti oscuri di tale questione. Sono perciò assai interessanti i risultati delle esperienze eseguite sistematicamente dalla American Telephone and Telegraph Company e dai Laboratori della Bell Telephone Company.

I dati raccolti si riferiscono alle misure del campo elettrico, al-

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

l'evanescenza (fading) e alla chiarezza dei segnali, nonché al loro modo di variare con il tempo e con la distanza. Anche questi elementi non sono completi, tuttavia è possibile trarne alcune conclusioni di una certa importanza.

Le misure furono eseguite simultaneamente in almeno sei località e furono fatte oltre 6000 osservazioni. La gamma delle frequenze esplorate va da 2,7 ( $\lambda = 111$  m) a 18 megacicli/secondo ( $\lambda = 16,5$  m) e la maggior parte delle osservazioni fu fatta su trasmissioni eseguite con le frequenze di 2,7; 4,5; 6,8; 9,7 megacicli/sec. La potenza irradiata variava con la frequenza e cioè da un massimo di 4 kW sull'onda più lunga a 1 kW su 9,7 megacicli. I trasmettitori usati furono 2, uno situato a Deal sulla costa e l'altro a New York nel centro della città. Il primo comprendeva un oscillatore con stabilizzazione di frequenza e successivi stadi di amplificazione di potenza. Il secondo era invece di piccola potenza, ma permetteva di arrivare alla frequenza di 18 megacicli/sec. Su questa la massima potenza irradiata era di circa 200 W.

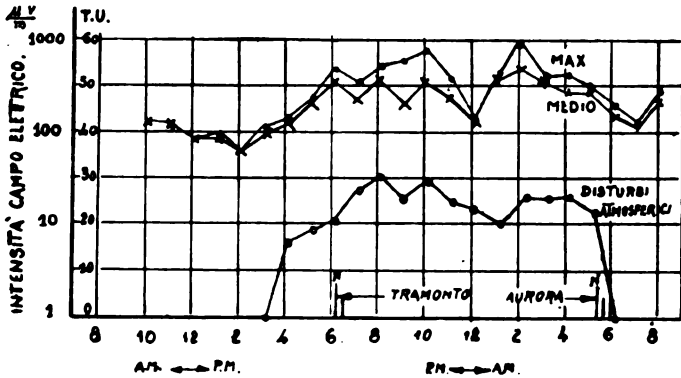


Fig. 1.

A Deal furono sperimentati diversi tipi di antenne. Quella normalmente impiegata per le frequenze più basse era costituita da un filo verticale, che irradiava su un quarto d'onda, mentre quella per le frequenze più alte era costituita da un tubo di rame irradiante su mezza onda. L'antenna di New York era di quest'ultimo tipo. Nella fig. 1 sono riportate alcune curve concernenti i risultati delle osservazioni effettuate a Nantucket per la frequenza di 2,7 megacicli.

Dal complesso delle osservazioni risultano confermati: la presenza di zone di silenzio, i fenomeni di evanescenza, e l'influenza delle ore diurne e notturne sulle distanze di comunicazione. Rimane anche confermata l'ipotesi della propagazione delle onde corte per rifrazione, negli alti strati ionizzati dell'atmosfera. L'intensità del campo elettrico risulta quindi funzione dell'ora e della distanza. Perciò, volendo rappresentare graficamente il modo di variare di questa grandezza in funzione delle altre due, è necessario ricorrere a diagrammi a tre dimensioni. In base ai risultati di queste esperienze e considerando solo quei dati caratteristici che si sono ripetuti giornalmente, gli AA. hanno

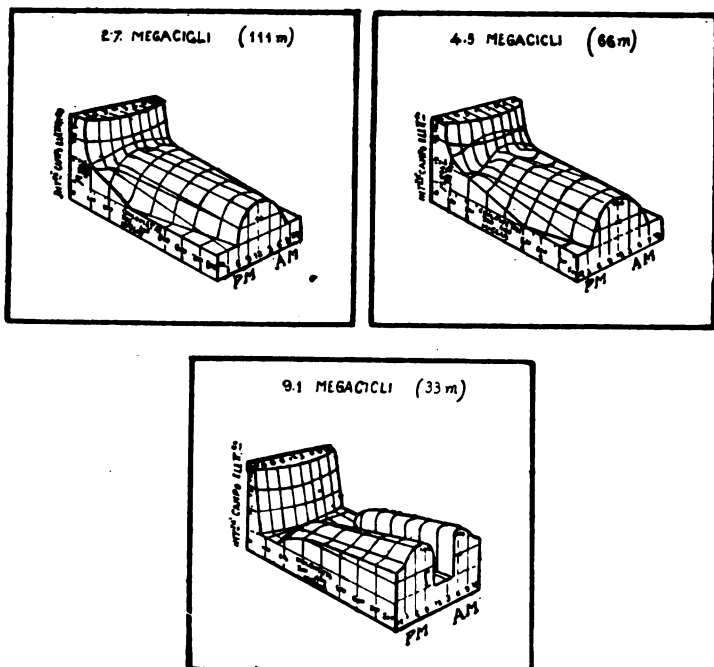


Fig. 2.

disegnato le superfici rappresentate nella fig. 2. Un piano che passa attraverso ogni figura al livello di 1 microvolt per metro è stato scelto arbitrariamente come livello dei disturbi, cioè come limite al disotto del quale i segnali non sono più udibili. Naturalmente la forma delle

figure non cambierebbe molto se fosse stato scelto un livello più alto. Queste superfici sono state tracciate riunendo con curve avviate i diversi punti e correggendo tutti i dati in modo da riferirli approssimativamente alla potenza irradiata di 1 kW.

Esaminiamo ad esempio in modo particolareggiato la superficie relativa alla frequenza di 2,7 megacicli ( $\lambda = 111$ ). Su essa si nota che la differenza di intensità fra segnali diurni e notturni è minore per le zone vicine al trasmettitore che per quelle situate a una certa distanza. In zone più lontane invece, per es. a 800 km, si ha la ricezione soltanto durante la notte, e le ore di buona ricezione diminuiscono con l'aumentare della distanza. La distanza di 500 km presenta particolare interesse, poichè normalmente oltre tale distanza non si ha ricezione durante tutte le 24 ore.

La superficie relativa a 4,5 megacicli ( $\lambda = 66$  m) è molto simile alla precedente, ma l'intensità massima dei segnali durante la notte vi è maggiore che nel caso precedente ed è aumentato anche il numero delle ore diurne in cui si ha la ricezione. Si nota infine una depressione notturna alquanto pronunciata che, nel caso della superficie di 2,7 megacicli, è appena accennata. Considerando gli altri diagrammi, di cui si riporta quello relativo alla frequenza di 9,1 megacicli, si rileva che le varie caratteristiche vanno accentuandosi con l'aumentare della frequenza. Si vede cioè come la depressione notturna divenga sempre più pronunciata fino a raggiungere il limite della ricezione nulla e come l'avvallamento appena accennato nei due primi casi, in corrispondenza di una distanza di circa 100 miglia, vada mano a mano approfondendosi fino a dar luogo alla presenza di una zona di silenzio iniziale. Infine si rileva che mentre il numero delle ore notturne di ricezione diminuisce, il numero delle ore diurne aumenta. Da ciò risulta che, a parità di potenza irradiata, le onde più corte sono le più efficienti per le comunicazioni diurne.

Dall'esame complessivo di queste superfici e dal modo di trasformarsi di esse con l'aumentare della frequenza, si può dedurre che probabilmente la maggior parte dell'energia del segnale deriva per le frequenze più basse dall'onda superficiale, che non è molto assorbita. Invece per le frequenze più alte, dato l'assorbimento prodotto dalla terra sull'onda che si propaga direttamente, la massima energia viene recata dall'onda che si propaga per rifrazione negli alti strati dell'atmosfera.

Oltre a queste ricerche principali altre ne sono state eseguite riguardo alla chiarezza dei segnali, agli effetti che si hanno quando la zona interposta fra stazione trasmittente e ricevente sia acqua o terra, allo studio dell'evanescenza e al confronto di antenne trasmettenti orizzontali e verticali. Circa la chiarezza è risultato che essa dipende più che altro dall'evanescenza, la quale è frequentissima specialmente su alcune lunghezze d'onda. Nei riguardi degli effetti dell'acqua e della terra è stato notato che per distanze fino a 1600 km circa la differenza è molto piccola.

Le misure eseguite per studiare l'effetto dell'impiego di antenne verticali e orizzontali hanno dimostrato che, per distanze fino a circa 160 km (cioè entro l'azione dell'onda superficiale), i segnali emessi con le prime sono praticamente costanti nelle 24 ore, mentre per gli altri si notano molte variazioni. Questo prova che i segnali sono costituiti da due componenti, che si propagano seguendo percorsi diversi. Aumentando la distanza la costanza dei segnali scompare anche per l'antenna verticale, risultando migliore la ricezione in alcune ore per l'una in alcune per l'altra antenna, le differenze fra il comportamento delle antenne si attenuano però col crescere della distanza fino a scomparire a circa 2000 km. Ciò significa che a forti distanze giungono solo le onde rifratte, le quali seguono lo stesso percorso, indipendentemente dalla forma dell'antenna trasmittente e quindi dal loro stato iniziale di polarizzazione.

Riassumendo gli AA. concludono, che i risultati di queste esperienze, relative alla propagazione delle onde corte, sono in accordo con la teoria della rifrazione ionica di Eccles-Larmor.

Circa le applicazioni pratiche è chiaro che, per un dato servizio, la frequenza da scegliersi è funzione della distanza e dell'ora in cui si vuol comunicare. Comunque, per distanze relativamente modeste, è possibile con una data onda comunicare per tutte le 24 ore. Ad esempio per comunicare alla distanza di 300 km occorre una frequenza di circa tre megacicli, e di 6 per 800 km. Invece per comunicazioni a grandi distanze, salvo casi speciali, è necessario cambiare frequentemente l'onda di trasmissione quando si voglia assicurare il servizio per le 24 ore. Per esempio per le comunicazioni transatlantiche, nelle ore diurne, sembra conveniente la frequenza di 15 megacicli.

C. Mi.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**Centrali di conversione con raddrizzatori a vapore di mercurio ad ampolla in vetro per reti cittadine e possibilità di automatismo.** (A. E. G. Mitteilungen, dicembre 1926).

Numerose Società distributrici hanno in esercizio già da molti anni con ottimo successo, impianti di conversione a mezzo raddrizzatori con ampolla in vetro: così le Officine Elettriche di Amburgo hanno in esercizio cinque sottostazioni per complessivi 34 raddrizzatori in vetro della A. E. G. di Berlino da 250 e 300 A.

Dette stazioni di conversione per quanto non siano dei veri im-

pianti automatici, non sono nella maggior parte dei casi direttamente sorvegliate.

Le curve del carico della fig. 1 mostrano in modo evidente il comportamento del raddrizzatore rispetto a quello delle convertitrici.

Risultando la caduta di tensione nell'arco (caduta pressoché costante e indipendente dalla tensione e dall'intensità di corrente), la fonte principale delle perdite di energia, il rendimento di un raddrizzatore è tanto migliore, quanto più alta è la tensione continua, ed esso varia assai poco col variare del carico.

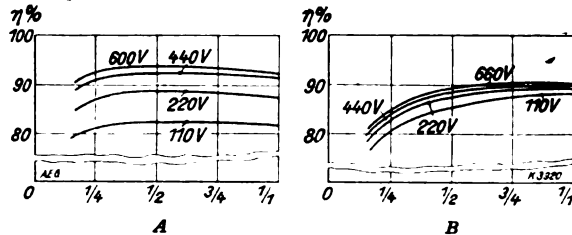


Fig. 1. — Rendimenti complessivi di un impianto di conversione (compreso trasformatore da 10.000 volt e dispositivo di regolazione).

A con raddrizzatore ad ampolla di vetro.  
B con convertitore rotante da 300 kW.

Quando il carico è fortemente variabile e la tensione continua è relativamente alta, il raddrizzatore è economicamente superiore a tutte le macchine rotanti. Perciò i raddrizzatori hanno trovato larga applicazione nella trazione.

I raddrizzatori vengono eseguiti a tre oppure a sei anodi.

I raddrizzatori esafasi sebbene di prezzo più elevato presentano dei notevoli vantaggi. Migliore eguagliamento delle note ondulazioni della corrente alternata raddrizzata; il fattore di potenza per i raddrizzatori trifasi è di circa 0,80, mentre per quelli esafasi è di 0,92 a 0,94; la percentuale del carico medio di ogni singolo anodo è minore nel caso delle 6 fasi di quello che con sole tre fasi. Per grandi potenze sono quindi da preferirsi i raddrizzatori a sei anodi.

Impianti di raddrizzatori con ampole in vetro per grandi potenze e basse tensioni riescono molto costosi.

In generale i raddrizzatori muniti di ampole in vetro servono solo per piccole stazioni.

Per il raddrizzatore a vapori di mercurio con ampolla in vetro non è necessaria nessuna spesa per l'impianto di fondazione e basta uno spazio molto ristretto.

I raddrizzatori richiedono una sorveglianza minima. Vi sono già da parecchio tempo in funzione un buon numero di raddrizzatori, che senza formare dei veri e propri impianti automatici, funzionano per ore intere senza sorveglianza alcuna.

I raddrizzatori in vetro sono adatti specialmente per impianti completamente automatici, o semi automatici oppure per quelli comandati a distanza.

Per l'automatismo ha importanza il tipo delle stazioni, rispetto alla loro posizione nel complesso della rete.

#### a) Stazioni che alimentano da sole una parte della rete.

La inserzione e la disinserione avvengono a mano per mezzo del comando a distanza, oppure entro tempi determinati a mezzo di un orologio a contatti.

Nei casi di corto circuito la stazione viene disinserita e di nuovo inserita entro precisi spazi di tempo.

Quando il corto circuito non cessa, la stazione, dopo essere stata due o tre volte inserita, viene forzatamente disinserita (chiusa) e dà avviso di questo fatto alla prossima stazione funzionante, la quale però è direttamente sorvegliata.

La regolazione della tensione avviene automaticamente in modo tale che, dopo l'inserzione, la tensione viene mantenuta ad un determinato valore costante oppure inserita successivamente ad un valore crescente col carico.

#### b) Stazioni che lavorano in parallelo con altre stazioni.

Inserzione e disinserione o a mano quando il carico cresce, o per mezzo del comando a distanza, oppure con orologio a contatti, oppure ancora molto spesso in modo automatico nel vero senso della parola per mezzo di relais di tensione, con cui avviene l'inserzione quando la tensione di rete è notevolmente diminuita e si ha una nuova disinserzione quando il carico è piccolo.

La regolazione automatica della tensione acquista qui molta importanza, perché la stessa, nel funzionamento in parallelo con altre stazioni, corrisponde ad una regolazione del carico.

In stazioni importanti si adotta il seguente dispositivo che tiene conto di tutte le possibilità che si possono presentare.

L'istrumento di regolazione (fig. 2) che aziona l'interruttore è composto di relais che derivano dal ben noto regolatore rapido di tensione sistema « Tirrill ». Detto strumento contiene il relais differenziale di tensione; quest'ultimo regola la tensione fino a tanto che si stabilisce l'eguaglianza fra la tensione del raddrizzatore e quella della rete. Subito dopo il raddrizzatore potrà esser allacciato alla linea.

Il relais di tensione mantiene la tensione costante, fintantoché il raddrizzatore non venga sovraccaricato.

Il limitatore di corrente entra appena allora in funzione, quando il raddrizzatore assorbe un carico troppo forte e quindi non ammissibile.

Il medesimo mette il relais di tensione fuori servizio, regolando in meno la tensione del raddrizzatore, fintantoché il carico non sia sceso di nuovo al suo valore normale.

Esiste però sempre il pericolo che il raddrizzatore venga sovraccaricato, mentre viene allacciato alla linea, la quale o è addirittura priva di tensione oppure la tensione di esercizio è in quel momento molto bassa.

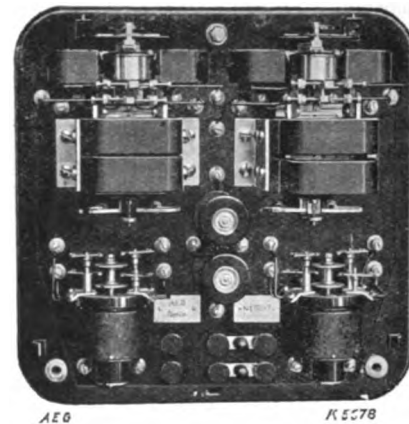


Fig. 2. — Strumenti di regolazione con relais ausiliario.

Il raddrizzatore, dopo un'interruzione di servizio, può entrare automaticamente in funzione al ritorno della tensione trifase, mentre la messa in funzione delle macchine rotanti, lavoranti in parallelo col raddrizzatore, richiede certamente un tempo maggiore. La rete verrebbe ad avere la stessa tensione del raddrizzatore, fintantoché questa non venga sottoposta per altra parte a tensione. Si può evitare che si verifichi questo caso: un relais di tensione a corrente continua permette l'inserzione e rispettivamente l'accensione del raddrizzatore non appena nella rete si stabilisce una tensione di valore prestabilito come minimo.

La rete verrà quindi posta sempre sotto tensione da altre stazioni, prima che venga allacciata alla rete la stazione automatica comprendente il raddrizzatore.

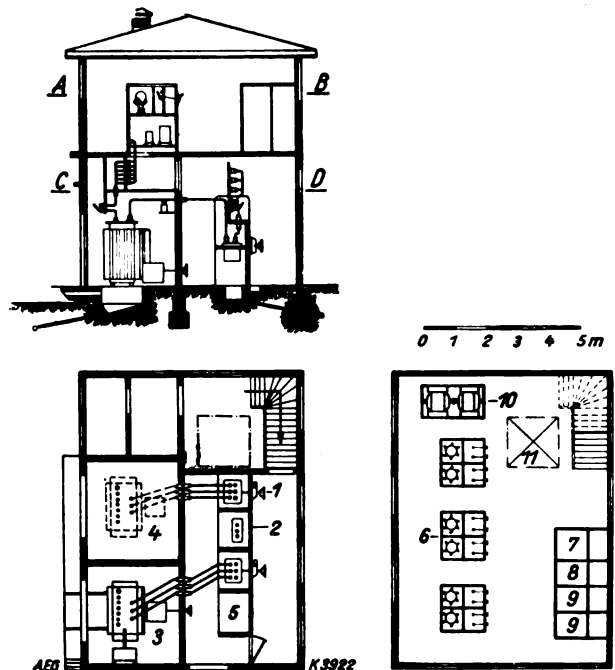


Fig. 3. — Stazione composta di raddrizzatori con ampolla in vetro per comando a distanza.

- 1 = Interruttore in olio del trasformatore.
- 2 = Trasformatore di stazione.
- 3 = Trasformatore con interruttore di regolazione.
- 4 = Riserva.
- 5 = Cella per il cavo di arrivo.
- 6 = Raddrizzatore 2 X 200 amp.
- 7 = Pannelli per gli automatici.
- 8 = Pannelli per il comando a distanza.
- 9 = Pannelli per le derivazioni.
- 10 = Macchina eguagliatrice automatica.
- 11 = Apertura prevista del montaggio.

Per la suddivisione della tensione sono spesso sufficienti i dispositivi esistenti. In ogni caso si potrà avviare la serie delle macchine automatiche compensatrici appena dopo inserita detta stazione, all'opposto di quelle stazioni che lavorano da sole sopra una rete.

Assumono speciale importanza, oltre alle stazioni del tutto automatiche, quelle con comando a distanza (fig. 3).

Lo schema 4 mostra un collegamento molto semplice per il co-

mando a distanza di una stazione di conversione con raddrizzatori, dove sono state omesse alcune particolarità meno importanti. Detta stazione viene posta in funzione inserendo a distanza l'interruttore in olio del circuito a corrente trifase.

La tensione viene regolata automaticamente per mezzo di un relais 7, come accennato. Si può però influenzare il valore della tensione, dal posto di comando, per mezzo di una resistenza addizionale regolabile 9.

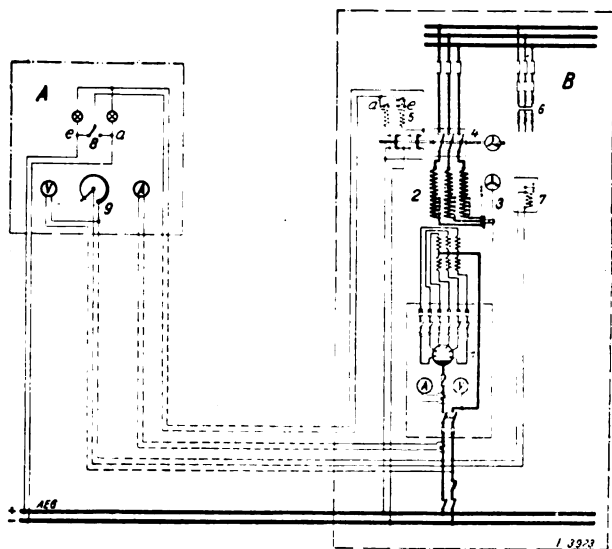


Fig. 4. — Schema di una stazione per comando a distanza composta di raddrizzatori con ampolla in vetro.

- A = Posto di comando.  
 B = Sottostazione.  
 a = Disinserzione.  
 e = Inserzione  
 1 = Raddrizzatore con ampolla in vetro.  
 2 = Trasformatore con prese di regolazione del lato ad alta tensione.  
 3 = Interruttore di regolazione con comando a motore inserito sul trasformatore.  
 4 = Interruttore in olio con comando a motore.  
 5 = Dispositivo di protezione ausiliaria per il comando dell'interruttore in olio.  
 6 = Trasformatore di stazione.  
 7 = Relais di tensione per la regolazione automatica.  
 8 = Interruttore di comando.  
 9 = Resistenza addizionale regolabile del relais di tensione 7.

Con speciali artifizi, che qui non è il caso di ricordare, si può ancora limitare il numero dei fili di comando.

Lo schema (fig. 5) mostra il collegamento di una stazione automatica di conversione con due gruppi di raddrizzatori, consistente ognuno di due raddrizzatori collegati ad un trasformatore.

Gli interruttori in olio dei due trasformatori, come pure gli interruttori di regolazione RS sono previsti per comando a motore M a corrente alternata monofase, la quale viene fornita da un piccolo trasformatore di stazione St. Una sorgente separata a corrente continua non è perciò in questo caso necessaria. L'inserzione è indipendente da ogni sorgente ausiliaria di corrente.

Il procedimento di manovra è il seguente:

1) Inserzione alla tensione di rete diminuita (carico forte):

Il voltmetro a contatti KV inserisce l'interruttore in olio del gruppo conducente di raddrizzatori attraverso il relais a tempo Z3.

L'ampolla conducente di questo gruppo di raddrizzatori si adessa automaticamente.

Il relais differenziale di tensione dell'istrumento di regolazione R regola, attraverso l'interruttore di regolazione RS, la tensione del raddrizzatore con quella della rete.

Una volta raggiunta l'eguaglianza fra le tensioni viene inserito l'automatico A del gruppo.

2) Regolazione automatica.

Il relais di tensione dell'istrumento di regolazione R mantiene la tensione allo stesso valore, fino a chè il carico ammissibile del raddrizzatore non viene superato.

Il relais limitatore di corrente si oppone a che l'intensità della corrente aumenti ulteriormente, quando il carico ammissibile è già stato raggiunto.

3) Inserzione di altre unità.

Col crescere del carico si inseriscono in un primo tempo automaticamente le altre ampolle del gruppo già in funzione ed appena in seguito, attraverso speciali sorvegliatori di corrente S1, S2, vengono inseriti gli altri gruppi.

I relais a tempo Z1 e Z2 impediscono la inserzione e disinserzione troppo frequente, quando la variazione del carico è molto forte.

Per mezzo di speciali interruttori oppure dispositivi a spina, uno qualsiasi dei gruppi esistenti può essere scelto quale gruppo conducente e questo alternativamente nel modo desiderato.

La disinserzione avviene corrispondentemente col diminuire del carico.

4) Disinserzione automatica della stazione ad un determinato carico minimo.

5) Protezione contro i disturbi di funzionamento.

Per mezzo dei limitatori di corrente viene impedito, per quanto possibile, il sovraccarico.

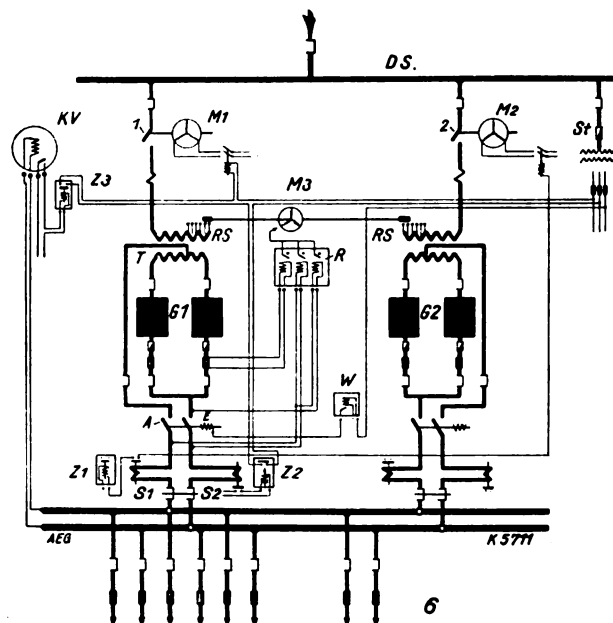


Fig. 5. — Schema di una stazione automatica composta di raddrizzatori con ampolla in vetro

- 1, 2 = Interruttore in olio.  
 A = Automatico del gruppo.  
 DS = Sbarre collettrici per corrente trifase.  
 G1 G2 = Gruppo di raddrizzatori 1, 2.  
 KV = Voltmetro a contatti per la messa in funzione.  
 M1 M2 = Comando a motore per l'interruttore 1, 2.  
 M = Comando a motore per l'interruttore di regolazione.  
 R = Istrumento di regolazione.  
 RS = Interruttore di regolazione.  
 S1 S2 = Sorvegliatori di corrente per l'inserzione e la disinserzione.  
 St = Trasformatore di stazione.  
 T = Trasformatore principale.  
 W = Relais di inserzione.  
 Z1 Z2 = Relais a tempo per l'inserzione e la disinserzione.  
 Z3 = Relais a tempo per la messa in funzione.

Dovesse avvenire egualmente un dannoso sovraccarico (corto circuito, ecc.), intervengono gli automatici di massima corrente A.

Il relais per l'inserzione W ristabilisce due o tre volte il circuito nel breve termine di tempo fra 20 e 120". Se nel frattempo il sovraccarico (corto circuito) dovesse cessare, il funzionamento continua indisturbato.

Se all'incontro il sovraccarico perdura (corto circuito continuativo) il relais stacca l'intera centrale, dopo averne tentata due o tre volte l'inserzione, rendendo impossibile l'inserzione automatica.

Nei casi molto seri di interruzione, dette inserzioni e disinserzioni della centrale avvengono attraverso un interruttore principale di sicurezza.

Quest'ultimo agisce, per esempio, anche con l'aumentare della temperatura del trasformatore ad un valore superiore di quello ammesso, dopo la disinserzione dell'interruttore in olio in seguito a sovraccarico, ecc.

Contemporaneamente alla disinserzione e messa fuori funzione della stazione, risuona un segnale di allarme nella stazione di sorveglianza più vicina. Dopo cessato il disturbo, il che è reso visibile attraverso un relais a sportello, la stazione suddetta può esser messa di nuovo in funzione.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
 MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.



## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Una valvola elettrolitica per galvanoplastica, elettrolisi, ecc. può essere costruita facendo uso delle proprietà del tantalio. Infatti immergendo in una soluzione di elettrolita una lamina di tantalio essa permette alla corrente di circolare soltanto in un senso e non nell'altro; l'energia della semionda di corrente alternativa che viene arrestata si trasforma in calore o in energia chimica. Una soluzione di acido solforico (densità da 1,1 a 1,25) contenente disciolto 1 gr di solfato di ferro ogni centrimetro cubo e in cui si immergono due elettrodi, uno di piombo e uno di tantalio, può servire per ottenere una corrente pulsante raddrizzata.

### APPLICAZIONI VARIE.

Un dinamometro elettrico specialmente adatto per le prove degli autoveicoli era esposto alla recente Fiera delle Industrie Britanniche. Il dispositivo serve sia per l'avviamento e la messa a punto iniziale degli autocarri sia per la misura della potenza sviluppata dal motore. Un motore elettrico viene accoppiato con giunto flessibile al motore dell'autocarro; in un primo periodo il motore elettrico fa girare a vuoto quello a scoppio allo scopo di provocare la necessaria usura e il necessario adattamento delle bronzine dei supporti. Durante tale operazione, delle lampade elettriche di spia indicano quando la corrente assorbita dal motore supera un certo valore; la velocità viene successivamente ridotta man mano che la resistenza al movimento si va facendo minore. Successivamente viene messo in moto il motore dell'autocarro il quale trascina il motore elettrico che funziona da generatore e la corrente erogata permette di misurare la potenza corrispondente. La corrente stessa viene immessa nella rete dello stabilimento e così recuperata.

\*

Un dispositivo per sostituire i lampi al magnesio per scopi fotografici è stato messo in commercio sotto il nome di « Fotofil ». Esso presenta il vantaggio di eliminare la densa nube bianca di vapori di magnesio che resta nell'ambiente dopo bruciato il lampo. Il processo si fonda sulla volatilizzazione rapida di un filo di alluminio per effetto di una forte corrente elettrica. L'apparecchio consiste in un riflettore al centro del quale si monta, su un apposito perno, un cerchio di cartone sul quale sono tesi, in direzione radiale, dei fili di alluminio del diametro di due o tre decimi. L'apparecchio è collegato a una linea elettrica qualunque a tensione di 110 a 220 V. Un piccolo commutatore ruotante a molla, può mettere successivamente in circuito i fili di alluminio, i quali vengono di colpo volatilizzati dando un lampo di luce efficacissimo per l'impressione fotografica. Il commutatore si può ricaricare volta per volta montando la molla e può essere fatto scattare a volontà. Per ripetere l'operazione basta ricambiare il cartone con altro già preparato.

### ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Sui metodi di saldatura dei metalli mediante l'arco prodotto a corrente alternata pubblica uno studio interessante il Bull. de la Société Alsacienne de Construc. Mec. Per ottenere il minimo valore del coefficiente di stabilità (rapporto fra la tensione ai morsetti dell'arco quando esso è spento e quando è in funzione) ciò che permette di realizzare le più convenienti condizioni di esercizio, si è pensato di ricorrere ad una scintilla ausiliaria detta « scintilla pilota » la quale ha il compito di preparare e facilitare il passaggio dell'arco, producendo una forte ionizzazione nell'aria. La scintilla pilota si ottiene mediante un circuito oscillante ad alta frequenza chiuso sul primario di un trasformatore il cui secondario viene montato in serie coll'arco. Con questo metodo di saldatura si raggiungono dei rendimenti medi di 0,85 con fattore di potenza medio di 0,60. Nello stesso articolo è studiata la disposizione dei posti di saldatura ad archi polifasi.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

La reazione trasversale nelle macchine sincrone è studiata nel Journal Am. Inst. Elec. Eng. del febbraio 1927, con un metodo sperimentale che fa uso di due macchine sincrone rigidamente accoppiate, funzionanti una come motore e una come generatrice, di una dinamo a corrente continua comandata con cinghia dal motore stesso, e di due wattmetri. Si può così determinare le tensioni e le correnti nel motore misurando le loro componenti nella direzione della tensione a vuoto e nella direzione perpendicolare. Le relazioni così ottenute fra la tensione diretta e quella trasversa differiscono da quelle ricavate col metodo Blondel. In base a queste esperienze viene proposta una teoria delle macchine sincrone e la costruzione di un diagramma per lo studio delle proprietà di tali macchine.

### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

La Fiera Internazionale viennese, che viene tenuta già da anni con grande successo, ha luogo quest'anno quale Fiera autunnale 1927 nel periodo dal 4 a tutto l'11 settembre corrente.

Le Ferrovie dello Stato italiane accordano ai visitatori della Fiera autunnale viennese 1927 un ribasso del 30 %. Sulle Ferrovie federali austriache i visitatori della Fiera fruiscono nel periodo dal 31 agosto al 15 settembre d'un ribasso del 25 % tanto per il viaggio di andata che di ritorno. Essi sono esentati altresì dal visto passaporti austriaco.

### FISICA E CHIMICA.

Per la realizzazione del corpo nero alla temperatura del punto di fusione del palladio viene proposta nel Bull. de la Soc. Franç. de Physique del 18 marzo 1927, la costruzione di uno speciale forno elettrico. Esso comprende tre avvolgimenti in filo di molibdeno del diametro di 1 mm avvolti su tubi di allumina fusa; i tre tubi sono posti entro un altro tubo di allumina fissato agli estremi a due teste metalliche raffreddate. L'interno del forno è percorso da una corrente di azoto puro; delle finestre in vetro permettono l'ispezione interna. Gli avvolgimenti sui tubi sono studiati in modo da realizzare una larga zona a temperatura perfettamente uniforme.

\*

Sulle proprietà fotoelettriche delle leghe sodio-potassio è pubblicato uno studio accurato nei Bell Telephone Laboratories Reprint B. 238 del marzo di quest'anno. Le leghe dei due metalli furono studiate per determinare l'influenza della composizione loro centesimale sull'intensità dell'emissione fotoelettrica, confrontando le correnti ottenute con raggi di luce polarizzati nel piano di incidenza o nel piano normale ad esso. I metalli puri diedero un valore di circa 3 per il rapporto fra le due emissioni. Per le leghe si riconobbero tre distinti punti di massimo corrispondenti alle percentuali del 20, del 50 e del 90 % di sodio: i rapporti fra le due emissioni variano fra 10 e 30. Fra questi punti di massimo, le leghe presentano dei minimi che scendono fino ai valori corrispondenti ai metalli puri.

### GENERATORI

Due turboalternatori da 100.000 kVA destinati alla Southern Calif. Edison Co. sono in avanzata costruzione presso le officine della G. E. Co. Ogni gruppo, tandem-compound, consiste di un generatore principale da 90.000 kW a 16.500 V, di un generatore ausiliario da 4000 kW e del gruppo di turbine da 94.000 kW. Ogni turbogeneratore sarà lungo 34 metri circa e peserà circa 850 tonnellate. La velocità di rotazione sarà di 1500 giri al minuto; il rotor pesa, completo, circa 100 tonnellate. Gli alternatori saranno raffreddati a circolazione chiusa di gas. Le turbine a bassa scaricheranno il vapore in quattro condensatori verticali.

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Dispositivi per produzione di radiazioni ultraviolette sono descritti nel Die Lichttechnik (supplemento a E. u. M. del 30 gennaio 1927). Le lampade a vapore di mercurio in involucro di quarzo fuso sono già applicate su larga scala nell'industria tedesca; la sola industria del cuoio ne ha oltre 2000 installate. Per sottomettere dei liquidi alle radiazioni ultraviolette si circonda la lampada di quarzo con una camera pure di quarzo che lasci una intercapedine di 3 a 5 millimetri entro la quale circola il liquido: quando questo debba essere mantenuto a temperatura costante, si interpone una camera intermedia di raffreddamento. Una lampada speciale detta « lampada per analisi » ha l'involucro di quarzo speciale che trattiene le radiazioni visibili e permette perciò di utilizzare i fenomeni di fluorescenza per l'analisi e le determinazioni di particolari sostanze; le sue applicazioni sono svariate: riconoscimento di falsificazioni di materiali, lettura dei palinestesi, accertamenti di medicina legale, ecc.

### IMPIANTI.

Il progresso compiuto nella tecnica degli impianti termici in questi ultimi tempi è messo in evidenza dall'andamento degli impianti americani. In sette anni, cioè dal 1919 al 1926 si è verificato un aumento del 95 per cento nella quantità di energia prodotta, mentre il consumo corrispondente di combustibile è aumentato soltanto del 17 per cento. Dai 24.300 milioni di kWh nel 1919 si è passati ai 47.500 milioni nel 1926 mentre il consumo di carbone saliva da 38.880.000 tonnellate a 45.710.000 tonnellate. Se il rendimento degli impianti si fosse mantenuto quale era nel 1919, si sarebbero consumate durante il 1926 ben 30 milioni di tonnellate di più.

### RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Su esperienze intorno alla propagazione in altitudine di onde radiotelegrafiche è stato riferito nella seduta del 14 marzo 1927 alla Académie des Sciences di Parigi. Le esperienze furono eseguite col metodo dei palloni sonda, all'Osservatorio di Trappes; gli apparecchi sono sospesi a due palloni, uno dei quali ad una certa altezza scoppia mentre l'altro serve da paracadute e permette la discesa lenta degli apparecchi. L'apparecchiatura sospesa comprendeva: un'antenna verticale di 10,50 metri portante inferiormente il gruppo di emissione (eterodina), e un contrappeso verticale di 10,50 m pendente dal gruppo; l'insieme pesava kg 2.700. L'emissione avveniva con onde di 42 metri: prima del

lancio venivano compiute emissioni d'onde di eguale lunghezza da terra. Si potevano così confrontare da diversi posti ricevitori, a varie distanze, le due ricezioni e constatarne le differenze. Esse furono riscontrate notevoli sia a piccola distanza che a grande (500 km); alcuni posti ricevettero l'emissione dal suolo e non quella dall'alto, mentre per altri posti avvenne il contrario. Uno dei palloni raggiunse l'altezza di 13 o 14 chilometri. Le esperienze saranno proseguite.

### STATISTICA.

L'industria elettrica nella Svezia è assai sviluppata. Vi è una rete di Stato, per la distribuzione di energia elettrica, che è alimentata da quattro grandi centrali idroelettriche e da una centrale termica rappresentanti insieme una potenza di circa 225.000 kW e una disponibilità annua di circa due miliardi di kWh. Queste cinque centrali hanno le seguenti caratteristiche: Trollhättan sul Gota-Alv: salto di 32 metri, potenza 127.500 kW in 13 gruppi; Lilla-Edet, a valle della precedente: salto di 5,6 a 6,8 metri, potenza 22.500 kW in tre gruppi di cui due con turbine Lovaczed e uno a ruota Kaplan (a potenza variabile fra 2.250 e 12.000 kW con rendimento 0,90 fra 2250 e 7500 kW); centrale di Mosola sull'emissario del lago Vätter: salto di 15 metri, 9000 kW attuali da elevarsi a 22.500 kW; centrale di Alvkärleby sul Duälaren: salto da 16 a 20 metri, da 37.500 kW con cinque gruppi di turbine a quattro ruote; centrale termoelettrica di Wästerås, da 42.000 kW in quattro gruppi.

Le linee principali di trasmissione sono a 130.000 V. Il 3 % dell'energia prodotta nella Svezia è consumata dalle industrie elettrochimiche ed elettrometallurgiche. Nelle città principali di Göteborg e Stoccolma l'energia è distribuita a corrente continua a tre fili 220 V e 120 volt. Stoccolma è servita dalla centrale idroelettrica di Värtom da 29.000 kW in quattro gruppi. Vi sono 900 chilometri di linee ferroviarie elettrificate col sistema monofase a 16.000 V, frequenza 16 2/3.

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una statistica delle locomotive elettriche costruite nel 1926 si trova nel fascicolo di gennaio 1927 della *Révue B B C* che contiene una breve descrizione delle più notevoli locomotive elettriche costruite e ordinate nell'anno 1926 presso le varie Società del gruppo Brown Boveri. Anche se incompleto perchè riguardante le forniture di un solo gruppo di costruttori, tale elenco, riferendosi a dei veicoli costruiti in diversi paesi, può dare un quadro delle diverse tendenze moderne e si presta a qualche interessante raffronto di cifre.

Tenendo presenti i soli veicoli destinati alla grande trazione e scegliendo fra questi le locomotive propriamente dette (escluse dunque le automotrici, anche se di potenza relativamente elevata) risulterebbe che l'anno 1926 ha portato al gruppo Brown Boveri l'ordinazione di 29 locomotori a corrente alternata monofase e di 29 locomotori a corrente continua. I due sistemi di trazione figurano dunque in proporzioni sensibilmente uguali, mentre il sistema trifase non compare del tutto.

Nello stesso anno 1926 sono stati consegnati 69 locomotori, di cui 53 per corrente monofase, 8 per corrente continua e 8 per corrente trifase, con grandissima prevalenza del monofase, che si spiega con una certa stasi che in quel periodo era intervenuta quasi ovunque nell'elettrificazione di grandi linee, mentre la Svizzera e la Germania avevano dato il massimo incremento all'elettrificazione delle loro reti che notoriamente, come anche in Austria e in Scandinavia, sono monofasi.

Per estendere la statistica ad un numero non troppo ristretto di locomotori, si può considerare il complesso dei locomotori ordinati e di quelli consegnati.

Gli 81 locomotori monofasi hanno una potenza complessiva di circa 120.000 kW, con una media di 1500 kW per ciascun locomotore. Per la corrente continua si hanno 37 locomotori con 60.750 kW, ovvero 1650 kW per locomotore. La corrente trifase è rappresentata da 8 locomotori con 15.000 kW complessivi e 1875 kW medi. La differenza fra le medie del monofase e della corrente continua dipende soprattutto dal fatto che fra i locomotori a corrente continua ne figurano alcuni, destinati all'America, di potenza eccezionalmente elevata (3150 kW).

Notevoli varietà di tensioni si riscontrano solo nella corrente continua; i 37 locomotori considerati sono costruiti: 19 per bassa tensione (650 volt), 9 per media tensione (1350-1500 volt) e 9 per 3000 volt.

Tutti i locomotori, nessuno escluso, hanno i motori che lavorano sul rodiggio per mezzo di riduttori ad ingranaggi.

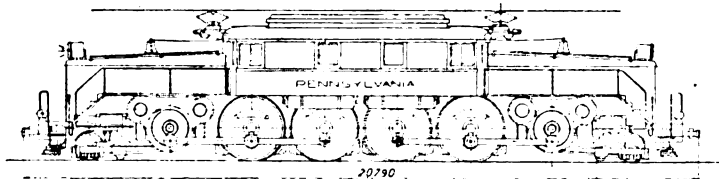
La trasmissione del movimento alle ruote motrici avviene: su 61 locomotori per mezzo di manovelle e bielle, con una spiccata tendenza a semplificare il biellismo; su 51 locomotori per mezzo del noto comando individuale degli assi sistema Brown Boveri; 5 locomotori hanno la sospensione diretta dei motori (tipo tram), e 7 locomotori presentano dei sistemi misti speciali. Esclusi questi ultimi, si ha la seguente distribuzione percentuale: Trasmissione con manovelle e bielle: 52 per cento; Comando individuale degli assi: 44 per cento; Sospensione tipo tram: 4 per cento.

Si vede che nei grandi locomotori prevale di gran lunga l'impiego di quei sistemi di trasmissione che consentono di ridurre al minimo il peso non molleggiato, eliminando l'appoggio diretto dei motori sugli assi. Si vede pure quanto siano divenute numerose le applicazioni del comando individuale degli assi, che raggiungono poco

meno della metà del numero complessivo dei locomotori considerati, con una potenza globale di 89.000 kW distribuiti su 168 assi, ciascuno dei quali ha quindi la potenza media di 530 kW. La maggioranza di questi comandi individuali è costruita per velocità massime di 90-100 chilometri all'ora, con pesi per asse prossimi alle venti tonnellate e sforzi orari ai cerchioni di 2500-3000 kg.

\*

Di alcuni locomotori con caratteristiche interessanti è data notizia nella *Révue B B C* del gennaio 1927. Si tratta di sette locomotive elettriche di grande potenza, destinate alla Pennsylvania Railroad, in costruzione nelle officine della Brown Boveri americana. L'equipaggiamento elettrico dei locomotori è previsto per funzionare in un primo tempo con corrente continua a 650 volt, su linee a terza rotaia; in seguito le locomotive saranno destinate a reti monofasi a 11.000 volt, 25 periodi. Il passaggio dalla corrente continua all'alternata richiederà delle modifiche relativamente lievi: al posto delle resistenze d'avviamento si disporrà un trasformatore a prese, mentre i motori di trazione e la maggior parte degli apparecchi rimarranno gli stessi che per la corrente continua.



Il peso complessivo delle locomotive sarà di circa 163 tonnellate, con 35 tonn. di pressione massima ammissibile per ciascun asse motore e 20 tonn. per ciascun asse portante. I motori, in numero di quattro, lavorano a due a due su dei falsi alberi che trasmettono il movimento al biellismo. Il rapporto degli ingranaggi può essere variato in modo che la medesima locomotiva possa disimpegnare tanto il servizio merci che il servizio viaggiatori. Nel primo caso, il rapporto è di 1:3,94 e dà una velocità di 34 km/h alla potenza oraria e una velocità massima di 55 km/h. Col rapporto di 1:1,79, la velocità alla potenza oraria raggiungerà i 73,5 km/h e quella massima i 120 km/h.

La potenza oraria degli alberi dei motori sarà di 3150 kW per servizio con corrente continua e di 2550 kW a corrente alternata; sforzo di trazione massimo 45.000 kg.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE SARDA

Domenica 24 luglio un gruppo di soci della Sezione Sarda, residente a Sassari si recavano a visitare i grandiosi impianti del Coghinas.

Il gruppo dei soci di cui facevano parte alcune gentili Signore, guidate dall'Ing. Giuseppe Lombardini, giunse su numerose macchine nella mattinata alla centrale.

A ricevere i soci erano l'Ing. Fiorelli, Direttore della centrale, e tutto il personale che, con squisita cortesia, accolse i gitanti e fece loro visitare completamente tutti i grandiosi impianti della centrale sotterranea corredando la visita con chiare e dettagliate spiegazioni.

Dopo una colazione, gentilmente offerta nel cantiere dalla Direzione della centrale, i soci rientrarono nella serata a Sassari serbandosi un ricordo indimenticabile ed entusiastico della bella gita.

\*

Con una diga a gravità il Fiume Coghinas è sbarrato in località Muzzone tra Oschiri e Tempio e viene così formato un lago artificiale del volume di m<sup>3</sup> 254.000.000 e dello specchio d'acqua di km<sup>2</sup> 18.

A lago pieno, l'acqua sommerge un lungo tratto dell'antica strada provinciale Oschiri-Tempio per cui è stato necessario costruire una variante di oltre 4 km con un grande ponte in cemento armato lungo complessivamente m 450 a stilate e avente un grande arco centrale di m 72 di corda e 22 di freccia progettato dall'Ing. Pozzo di Torino.

Per mantenere anche le comunicazioni campestri tra i territori di Oschiri ed i Comuni finitimi si è costruito un altro ponte a tre stilate in cemento armato lungo m 110 e alto m 25.

La diga a gravità è fondata su ottimo granito ed è alta sul letto del fiume m 58 essendo il suo piano di fondazione a quota 112 e la sommità a quota 170; ha un volume complessivo in muratura di oltre 100 mila m<sup>3</sup>. Essa è a pianta rettangolare ed è munita di numerosi dre-



naggi verticali e orizzontali e di sei giunti di contrazione convenientemente sigillati a monte.

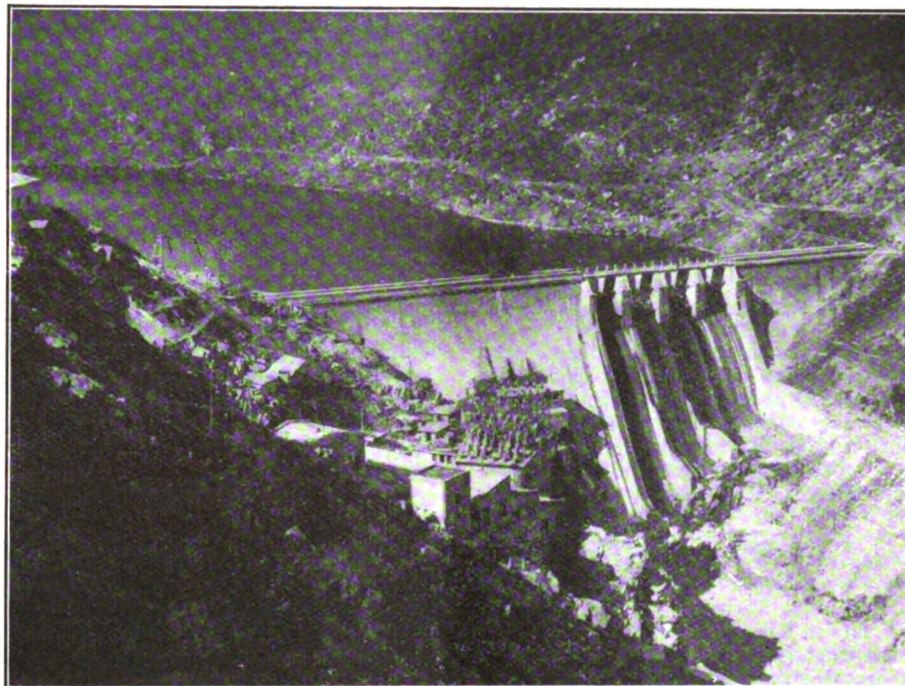
La diga è munita di uno scaricatore di fondo situato alla quota 114 del diametro di m 2,20 capace di smaltire m<sup>3</sup> 120 al secondo, di due scaricatori di alleggerimento situati alla quota 138, del diametro ciascuno di m 2,60 capace di smaltire complessivamente m<sup>3</sup> 170 al secondo e di quattro paratoie automatiche in sommità capaci di smaltire m<sup>3</sup> 1.060.

La derivazione dell'acqua è effettuata attraverso la diga alla quota

La galleria è stata eseguita mediante quattro attacchi.

Alla centrale sotterranea si accede con un grande pozzo profondo m 70 della sezione di m 6,30 × 5 diviso in tre parti, la maggiore destinata al calaggio dei macchinari per mezzo di un potente ponte mobile fornito dalla Ditta Nathan Ubaldi di Milano. Nel secondo scomparto è installato un ascensore per persone e nel terzo le scale in cemento armato.

Si ha poi un terzo pozzo profondo m 65 della sezione di m<sup>2</sup> 8 per la ventilazione della centrale.



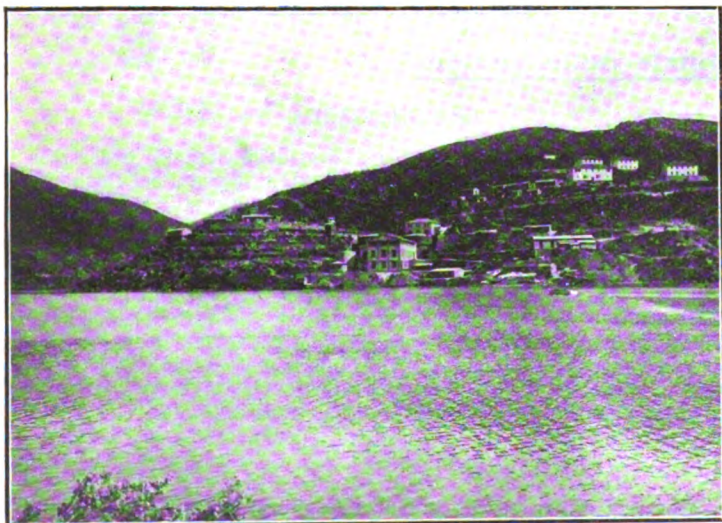
Diga del Coghinas.

133,50 con una tubazione in ferro di m. 3 di diametro che si innesta in un pozzo verticale scavato nel granito e rivestito con una struttura in cemento armato e con rivestimento impermeabile, profondo m 55 da cui si prosegue in un tubo collettore orizzontale che distribuisce l'acqua a quattro turbine della Ditta Tosi e San Giorgio della potenza ciascuna di 9000 HP.

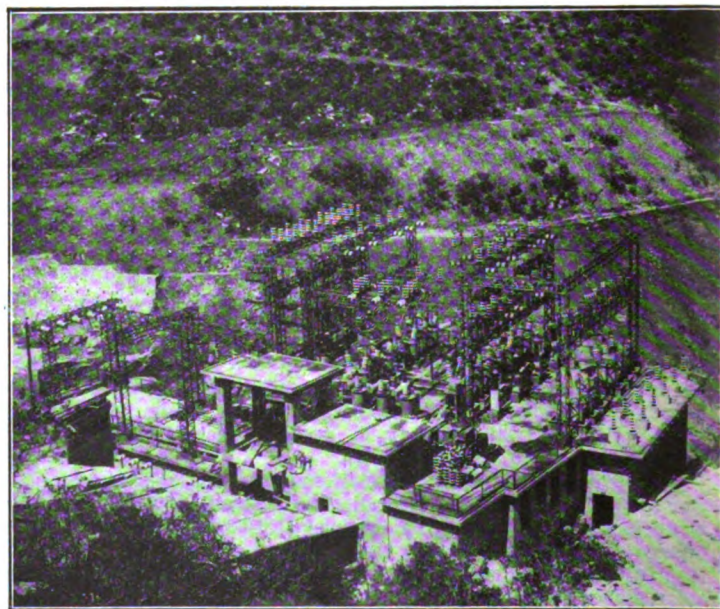
Le quattro turbine sono installate in una grandiosa centrale sotterranea lunga m 84, larga 9, alta 13 il cui piano è situato a più di 40 metri sotto le fondazioni della diga.

L'apparecchiatura elettrica di protezione, la trasformazione a 70 mila kV mediante due trasformatori di 6000 kVA ciascuno, e la partenza delle linee vengono effettuate con sistema modernissimo all'aperto.

L'energia elettrica a corrente continua prodotta dai due gruppi



Lago di Coghinas.



Sottostazione all'esterno 70 kV.

Due delle turbine azionano ciascuna una gruppo di due dinamo della potenza di 3000 kW ognuna e le altre due turbine azionano ciascuna un alternatore della potenza di 7500 kVA.

Il salto medio utilizzabile è di m 90. La portata massima di m<sup>3</sup> 30. La media di m<sup>3</sup> 16.

L'acqua uscita dalle turbine è convogliata nuovamente al fiume mediante una galleria lunga m 3750 della sezione libera di m<sup>2</sup> 15 e sboccano nuovamente nel fiume alla quota 57.

di dinamo è consegnata alla Società Sarda Ammonia per la Fabbricazione dell'ammoniaca sintetica, sistema Fauser, per la successiva preparazione del solfato ammonico in ragione di 120.000 quintali all'anno.

Tutto questo colossale lavoro condotto a termine completamente in poco più di tre anni, è stato eseguito dalle Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso sotto la guida diretta e precisa del Comm. Ing. Giulio Dolcetta infaticabile e geniale animatore di tutte le grandiose opere idroelettriche eseguite in Sardegna.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Riunioni e Congressi a Como.

I lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale si sono felicemente chiusi a Bellagio il giorno 12 corrente con una seduta di Consiglio nella quale, a succedere all'Ing. Guido Semenza che si era sobbarcato a reggere la presidenza generale per un anno in più del normale fu chiamato unanimemente il Prof. C. Feldmann (Olanda). Al Semenza, che allo sviluppo ed ai lavori della C. E. I. ha prodigato tanta somma di opere e di consigli furono rivolte ripetute e commoventi manifestazioni di ammirazione e di simpatia. I membri della C. E. I. sono attualmente in viaggio attraverso l'Italia e converranno il 19 corrente a Roma per la Commemorazione Nazionale di Alessandro Volta in Campidoglio e per la seduta plenaria che, nella grande sala dell'Accademia dei Lincei, chiuderà degnamente questa Riunione 1927.

Ma già l'11 corrente essi parteciparono alla Commemorazione di Volta tenutasi a Como inaugurandosi il Congresso internazionale dei Fisici.

Di questa solenne cerimonia, come di tutta la riunione della C. E. I. ci riserviamo di pubblicare quanto prima ampio resoconto, mancandoci oggi il tempo di parlare come si conviene di così importanti avvenimenti.

Gli avvenimenti infatti incalzano in questa estate che rimarrà memorabile negli annali della elettrotecnica, e, come già dicemmo, l'attenzione nostra tutta si rivolge all'ormai prossima XXXII<sup>a</sup> Riunione annuale dell'A. E. I. che si inaugurerà in Como il 5 ottobre.

Riportiamo nella parte ufficiale il programma particolareggiato della riunione, quale fu recentemente diramato dall'Ufficio Centrale, e dedichiamo tutto questo fascicolo a relazioni ed a memorie che dovranno essere discusse a Como.

Ci duole di non poterci occupare qui particolarmente di ciascuna di esse come la loro importanza richiederebbe. Esse rientrano tutte nel tema B del Congresso: l'isolamento delle linee. Gli Ingegneri CERILLO, FOCACCIA e SELMO riassumono organicamente nella loro relazione la *vexata quaestio* dell'invecchiamento degli isolatori che certamente non mancherà di sollevare interessanti dibattiti fra i sostenitori dei due opposti punti di vista. L'Ing. MOTTI presenta invece un interessante confronto fra le Norme vigenti nei vari paesi per le norme degli isolatori, ed il suo lavoro riuscirà di aiuto prezioso per la Commissione che, in seno al Comitato Elettrotecnico Italiano, sta preparando la nuova edizione delle nostre Norme. Il SOMEDA studia teoricamente il problema delle finestre o aperture destinate al passaggio dei conduttori ad altissima tensione, giungendo a conclusioni e proposte un po' in contrasto colla pratica odierna e perciò degne della massima considerazione. L'Ing. ENRICO SEMENZA tratta dei vari tipi di conduttori realizzati e proposti per le linee aeree ad altissima tensione che pongono problemi meccanici ed elettrici, tecnici ed economici di non lieve momento, ed infine il BOSONE tratta di un nuovo tipo di cavo a 75 kV che, se non ha una diretta attinenza col tema del Congresso, costituisce tuttavia un nuovo ed interessante documento dell'alto grado di perfezione raggiunto dall'industria italiana dei cavi.

LA REDAZIONE

### CONDUTTORI PER LINEE AD ALTISSIMA TENSIONE

E. SEMENZA



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

1. L'argomento, sul quale la Presidenza Generale mi diede l'incarico di riferire, rientra nel tema generale dell'isolamento delle grandi linee soltanto per le considerazioni relative all'effetto corona.

Tuttavia, per quanto si tratti di cose note generalmente, e notissime poi a chi ebbe ad occuparsi dell'impianto di tali trasmissioni, può forse riuscire non del tutto inutile una breve esposizione di alcuni concetti e dati, che valgano a guidare il progettista nella scelta del conduttore meglio conveniente; tanto più se si rammenta che in Italia è iniziata, da alcuni anni, e ancora oggi in pieno sviluppo, la costruzione di una estesa rete di condutture principali ad altissima tensione.

Converrà pertanto fissare i principali caratteri che distinguono tali linee dalle usuali, e vedere in seguito come i caratteri stessi influiscano sul tipo del conduttore.

2. Quando si parla di linee ad altissima tensione ci si riferisce in generale alle linee, che superano i 100 kV di potenziale.

Da noi sono state costruite parecchie trasmissioni a tensioni dell'ordine di 135 kV, di cui alcune già in esercizio, e sono state progettate linee a 220 kV; mentre all'estero questo ultimo voltaggio è ormai entrato in servizio, e si hanno esempi di condutture predisposte per 380 kV.

Si capisce subito che queste linee vengono adottate solo nei casi di maggiore importanza, quando cioè si tratta di trasportare forti quantità di energia a grande distanza e con fattore di potenza elevato. Ne derivano immediatamente alcune caratteristiche, che le distinguono dalle condutture a tensioni più modeste.

In primo luogo si tratta di linee a costo altissimo, data la quantità ed il valore dei materiali, che le costituiscono, e le spese per la loro messa in opera; richiedono perciò uno studio accurato, da questo punto di vista. Il costo cresce non proporzionalmente con l'alzarsi della tensione, e rende ben presto assai arduo il conciliare le esigenze tecniche con quelle economiche; su questo elemento il conduttore, che rappresenta la parte essenziale della linea, agisce molto, sia direttamente per il suo prezzo, sia indirettamente per la sua influenza sui dispositivi e le strutture che lo devono sopportare, proteggere, mantenere isolato.

La sezione del conduttore è sempre notevolmente grande: intorno ai 100 mm<sup>2</sup> di rame, per fissare le idee. Ne seguono forti sollecitazioni meccaniche, dovute non solo al peso proprio del conduttore, ma anche ai sovraccarichi di vento e ghiaccio, ai quali è assoggettato, e che crescono con la sezione.

Le linee ad altissima tensione, considerate le vaste zone interessate e l'importanza del servizio, che sono chiamate a disimpegnare, devono presentare un coefficiente di sicurezza elevato, dal punto di vista meccanico ed elettrico.

Si tratta di condutture montate tutte con catene di elementi in sospensione, poichè richiedono di essere altamente isolate;



vengono quindi aumentate, in conseguenza, le dimensioni delle strutture portanti e in particolare la distanza dei conduttori, il che è utile per l'isolamento e per l'effetto corona. Si può anche affermare che, nelle linee ad isolatori sospesi, il conduttore si trova meccanicamente in condizioni molto migliori che in quelle ad isolatori rigidi, perchè il sistema è più elastico e diminuisce il tormento in corrispondenza degli attacchi; d'altra parte il voler indagare il comportarsi di un conduttore, sostenuto in tal modo, rappresenta uno studio di difficile soluzione.

Sono linee a forte campata: col crescere del potenziale cresce infatti la lunghezza della portata più economica, poichè la maggiore altezza dei pali, che per effetto degli isolatori sospesi sussiste in parte anche con le tesate corte, è compensata ad usura dal loro minore numero e dalla minore spesa per isolamento, assai gravosa in queste linee; nè conviene dimenticare il fatto che vengono allontanati tra di loro e diminuiti i punti deboli della conduttura, rappresentati dagli isolatori portanti, e più da quelli disposti in amarraggio e molto sollecitati. Inoltre il conduttore, se entro certi limiti si allunga la campata, è meglio equilibrato, meno soggetto a sbalzi di carico, col variare della temperatura, non che alle conseguenze di errori di montaggio, che poco o molto sono inevitabili.

Queste trasmissioni devono, compatibilmente col costo di impianto, avere il miglior rendimento possibile, perchè, date le masse di energia trasportate, anche perdite percentuali relativamente modeste rappresentano pur sempre notevoli quantitativi. Richiedono inoltre, per il buon andamento del servizio, una regolazione molto accurata, poichè ci si trova in presenza di cadute di potenziale dell'ordine di molte migliaia, e talvolta di decine di migliaia di volt. Infine in esse viene ad assumere particolare importanza la corrente di carica, specialmente in relazione alle enormi potenze apparenti in giuoco, alle difficoltà che ne derivano per la messa in tensione, e alla stabilità del funzionamento del macchinario in tali condizioni.

Sono poi condutture che per lo più, data la difficoltà, la durata e il costo della loro costruzione, devono essere dimensionate con una certa larghezza, per tener conto di probabili ampliamenti della prestazione, che possono esser chiamate a dare; e questa necessità rende talvolta conveniente un materiale conduttore, che altrimenti si dovrebbe scartare.

Rimane da considerare, per ultima, la caratteristica di gran lunga più interessante di queste linee, quella che meglio d'ogni altra serve alla scelta del conduttore: l'effetto corona. Non già che tale fenomeno si presenti solo alle alte tensioni; ma è innegabile che in tale caso assume una importanza, della quale si è costretti a tenere il maggior conto.

E' noto in che cosa consista il fenomeno: allorchè un complesso di conduttori, al quale venga applicata una tensione crescente, è immerso nell'aria, la rigidità dielettrica del mezzo isolante è sollecitata, e tale sollecitazione è massima nelle vicinanze immediate dei conduttori. Si raggiunge a un certo punto una tensione critica, alla quale la rigidità viene vinta: in tale caso, se la distanza tra i conduttori è relativamente piccola rispetto al loro diametro, si ha una scarica disruttiva; se invece tale distanza supera di quindici volte circa il diametro stesso, si ha formazione dell'effetto corona, che si manifesta con un fruscio caratteristico, accompagnante un effluvio, dapprima oscuro e poi luminescente al crescere della tensione, e la comparsa di uno strato di aria ionizzata e conduttrice tutto attorno ai fili, con presenza di ozono e anche, in ambiente umido, di acido nitroso.

Ora nelle linee ad altissimo potenziale si può raggiungere facilmente e superare la tensione critica, ed è appunto per questo che il fenomeno assume tanta importanza.

La tensione critica  $e_c$  è rappresentata, in modo approssimativo, da una espressione

$$e_c = K \times r \times \log \frac{d}{r}$$

in cui  $r$  rappresenta il raggio dei conduttori e  $d$  la loro distanza, espressi in cm. Nel fattore  $K$  sono compresi moltiplicati tra loro: la costante 2.302 rapporto tra il logaritmo naturale e il decimale, il gradiente disruttivo dell'aria invariabile per tutti i materiali e le frequenze e pari a 21,1 kV efficaci per cm a 25° e 76 cm di pressione, un coefficiente di forma uguale a 1 per filo liscio a 0.98 ÷ 0.93 per filo scabro a 0.87 ÷ 0.83 per treccia, la densità dell'aria espresso da  $\frac{3.92 \times b}{273 + t}$ , in cui  $b$  è la pressione barometrica in cm e  $t$  la temperatura in gradi, cosicchè essa risulta pari a 1, a 25° e 76 cm.

In altri termini tutto quanto varia la densità dell'aria in-

fluisce sulla tensione critica, e così questa si abbasserà con l'aumentare della temperatura, con il diminuire della pressione barometrica, anche in relazione alla quota sul livello del mare della zona considerata; e l'abbassamento sarà massimo in presenza di fumo, nebbie, pioggia, neve. Per queste ultime condizioni, particolarmente sfavorevoli, la tensione critica si riduce all'80 % circa di quella normale.

L'esercitare una linea a un potenziale prossimo alla tensione critica porta a conseguenze favorevoli in piccola parte, ma disastrose sotto altri aspetti.

L'effetto corona può rappresentare una difesa automatica contro le sovratensioni, pronta a entrare in azione, capace di smaltire forti quantità di energia, e che scompare appena cessato il perturbamento, ripristinando le condizioni del servizio normale. Questi vantaggi, che si è anche pensato di aumentare munendo i conduttori di punte per facilitare il fenomeno, si riducono a ben poca cosa, se paragonati agli svantaggi.

In primo luogo compaiono delle armoniche, causate dal fatto che talvolta l'effetto corona si manifesta solo per parte del periodo, in corrispondenza della cresta dell'onda di tensione, e che il comparire dello strato di aria ionizzata ci mette in presenza di un conduttore, le cui caratteristiche variano periodicamente nel tempo. Le armoniche portano con loro i noti inconvenienti, dovuti alla deformazione dell'onda, e il pericolo di correnti di ritorno a terra, se il neutro dell'impianto non è isolato.

In secondo luogo l'effetto corona è necessariamente accompagnato da una perdita di energia  $p$ , rappresentata presso a poco dalla espressione:

$$p = K_1 \times f \times \sqrt{\frac{r}{d}} \times (e - e_0)^2$$

in cui  $f$  è la frequenza,  $e$  la tensione di esercizio,  $e_0$ ,  $r$  e  $d$  le grandezze di cui già dicemmo parlando della tensione critica; nel coefficiente  $K_1$  compare al numeratore la costante  $344 \times 10^{-3}$  e al denominatore la densità dell'aria. Le perdite risultano espresse in kW per km.

Notiamo che si tratta di perdite tutt'altro che trascurabili, che non è economicamente possibile di ridurre, in condizioni atmosferiche avverse, a meno di alcuni kilowatt per chilometro, cioè, trattandosi sempre di linee lunghe, a meno di valori assoluti grandissimi.

Tali perdite unitarie variano da un punto all'altro della conduttura, poichè lungo di questa varia la tensione, sono indipendenti dal carico, a differenza delle perdite che si è soliti a considerare, e quindi gravano molto allorchè la linea lavora a carico basso.

Per diminuirle dovremmo agire sulla frequenza, il che non è in genere possibile, sulla tensione di esercizio, che però viene scelta elevata appunto per le necessità del trasporto, e non si può variare; non rimane allora che da agire sul diametro e sulla distanza dei conduttori e, con questo, indirettamente sulla tensione critica.

L'esame delle formole ci dice subito che è poco opportuno modificare la distanza, che ha scarsa influenza sulla tensione critica, mentre è molto più efficace l'aumento del diametro del conduttore: per fissare le idee sopra un caso concreto, considerando fili di 1 cm alla distanza di 5 m, si vede facilmente che il beneficio ottenuto aumentando del 10 % il loro diametro non si raggiunge che aumentando dell'85 % la loro distanza. Una troppo forte distanza, ammesso che fosse praticamente realizzabile, condurrebbe ad enormi strutture portanti, ove non si volesse sostenere ciascuna fase con una palificazione distinta, e in ogni caso a costi proibitivi, per maggior impiego di materiali, più gravosi lavori di messa in opera, più difficili espropri; invece l'aumento del diametro porta soprattutto ad uno spreco di metallo nel conduttore e indirettamente, poichè si ingrandiscono le frecce, gli sforzi, i sovraccarichi, a un accrescersi del costo di tutta la conduttura, ma in misura minore.

Il problema è dunque difficile da risolvere, e le poche osservazioni che precedono mettono abbastanza bene in evidenza gli aspetti, sotto i quali si presenta l'effetto corona nello studio delle linee e nella scelta dei conduttori.

Diciamo subito che, all'atto pratico, si trova in genere conveniente di costruire le linee in modo che la tensione critica, in condizioni normali dell'atmosfera, risulti uguale o di poco inferiore alla tensione di esercizio: si tollera così una perdita non indifferente, allorchando le condizioni atmosferiche sono avverse.

3. Esposte sommariamente le speciali caratteristiche delle linee ad altissima tensione, vediamo a quali tipi di conduttori

portano, tenendo anche presenti i soliti requisiti generali, comuni a tutte le trasmissioni.

Premettiamo che, trattandosi di linee costose e importanti, come si disse in principio, è perfettamente logico e giustificato uno studio accurato di convenienza, caso per caso, il quale servirà in particolare alla scelta del tipo di conduttore a migliore rendimento.

Così su di essa potrà influire la considerazione delle condizioni topografiche ed altimetriche della linea, e climateriche della regione in cui essa si svolge, in relazione ai sovraccarichi ed agli agenti atmosferici.

Per quanto si riferisce al materiale da impiegarsi si dovranno tener presenti i requisiti elettrici, chimici e meccanici: e precisamente per i primi la resistività, che dipende dalla qualità del metallo ed è influenzata dalla temperatura, l'induttanza e la capacità, che dipendono dalle dimensioni e dalla disposizione dei conduttori, l'effetto pellicolare, importante per le grandi sezioni e risolvendosi in una cattiva utilizzazione di materiale costoso e in un aumento della resistenza, l'effetto corona, per il quale occorre cercare di ingrandire il diametro del conduttore senza accrescerne il peso; per i secondi l'attitudine a resistere all'attacco degli elementi, coi quali il conduttore potrà andare in contatto; per i terzi la resistenza meccanica che, oltre ad aumentare le condizioni di sicurezza della linea, permette di diminuire la freccia e quindi di abbassare i pali o meglio di diminuirne il numero, allungando la campata. A questo proposito ricordiamo che oggi le qualità meccaniche vengono migliorate, perfino del 100 %, lavorando opportunamente il materiale a freddo e producendo un incrudimento, sia pure a spese di una perdita del 2 % circa nella conducibilità.

Non è qui fuori di luogo far notare che, nelle linee ad altissima tensione, conviene tirare molto il conduttore; questo infatti, una volta posato, e specialmente con gli isolatori sospesi, è la parte dell'impianto che soffre meno, e per le quali un guasto ha le conseguenze minime. Anche se in condizioni eccezionali, per una praticamente improbabile coesistenza di sovraccarico di vento e ghiaccio, si raggiungesse il limite di elasticità, con conseguente aumento permanente nella freccia, il danno sarebbe assai piccolo. I vantaggi invece sono notevoli: si può infatti risparmiare nel numero dei pali, sia pure sollecitando di più e quindi rendendo più pesanti quelli di amarraggio, e diminuire l'influenza del vento, degli sbalzi per carichi e scarichi di neve, delle oscillazioni dei conduttori, e quindi i pericoli di contatti tra i fili e di archi. I quali pericoli sono in ultima analisi i più temibili, e possono anche efficacemente essere combattuti con opportuni schermi agli attacchi e col scegliere materiali, che non abbiano un punto di fusione troppo basso.

Altra considerazione, da non trascurare, è la maggiore o minore difficoltà presentata dal conduttore per quanto si riferisce al trasporto e alla messa in opera, nonché alla semplicità della apparecchiatura e degli accessori.

Da quanto dicemmo risulta evidente la convenienza di usare conduttori cordati, che sono montati sulle linee ad altissima tensione ad esclusione di qualunque altro tipo.

Le trecce sono costituite da un'anima, formata da uno o più fili elementari, attorno alla quale altri fili, disposti in uno o più strati successivi, sono avvolti in senso opposto. Tale accorgimento, oltre a migliorare la cordatura, ha il vantaggio di diminuire le perdite, se il conduttore è costituito in tutto o in parte da materiali, che possano essere magnetizzati dalle correnti che circolano negli strati esterni, tendendo a seguire l'andamento dei fili elementari. In qualche caso si giunge a ridurre così le perdite del 40 %, rispetto a quelle che si sarebbero avute avvolgendo tutti gli strati nello stesso senso.

Le trecce sono vantaggiose dal punto di vista della sicurezza meccanica, che non diminuisce di molto anche se qualche filo elementare viene a rompersi; sono più flessibili e più facili da montare, e riducono il fenomeno della cristallizzazione all'attacco, dovuto alle oscillazioni e vibrazioni del conduttore. Questi vantaggi, rispetto ai fili massicci equivalenti, sono tali da soverchiare i difetti delle corde, e cioè: maggior costo, maggiore presa offerta al vento, ripartizione non uniforme degli sforzi nei fili elementari, onde la resistenza meccanica della treccia non supera in media il 90 % della somma di quelle dei singoli fili, resistenza ohmica superiore di  $1 \div 2$  %, modulo di elasticità minore e difficile da determinare con esattezza, soprattutto se si pensa che la treccia subisce un assestamento sotto lo sforzo, dopo il quale reagisce meccanicamente in modo diverso.

Ricordiamo ancora che, in conseguenza della inclinazione delle eliche dei fili elementari, il cui passo va preso pari a  $12 \div 16$  volte il diametro della treccia, la sezione di questa è

maggiore della somma delle sezioni normali degli elementi: ne deriva un aumento del peso della corda, rispetto al filo, uguale al  $2 \div 3$  %. Notiamo infine che i giunti dei singoli elementi devono essere bene eseguiti, e sfalsati gli uni dagli altri di una quantità sufficiente, affinché in corrispondenza ad essi non diminuisca in modo notevole la resistenza meccanica dell'insieme.

Riassumendo possiamo dire che il conduttore ideale, per le altissime tensioni, deve avere grande conducibilità, alta resistenza meccanica, grande diametro nei riguardi dell'effetto corona, piccolo peso, basso costo. Si capisce subito che bisogna giungere a un compromesso tra queste qualità, in parte antitetiche tra di loro; in questo consiste l'abilità nel fare la scelta.

Venendo ora particolarmente ad esaminare i vari tipi di conduttori, adatti per queste linee, troviamo che essi sono formati dai metalli: rame, alluminio, acciaio, dalle loro leghe, e dalla loro associazione. I primi due sono usati puri e presentano delle caratteristiche costanti, il terzo invece ha caratteristiche che variano con la sua composizione, e, tranne in casi eccezionali, si adopera associato ai primi due per rinforzarne la resistenza meccanica; poichè questa è la qualità che distingue l'acciaio, come la conducibilità distingue il rame, e il peso l'alluminio.

4. Il rame è certo il primo materiale, a cui vien fatto di pensare nello studio di una linea elettrica.

Esso è infatti il miglior conduttore, tra i metalli praticamente usati, e presenta una resistività media di 1,6 microhm-cm a  $0^\circ$ , con aumento del 0,43 % per ogni grado di temperatura. Oggi viene ottenuto per via elettrolitica e, a prezzo di una corretta lavorazione meccanica, si arriva a un prodotto ottimo sotto ogni aspetto.

Il rame per conduttori aerei viene preparato semicrudo; si perde circa il 2,5 % di conducibilità ma si ottengono i seguenti dati meccanici e fisici medi: peso specifico 8,89, modulo di elasticità 13.000 kg/mm<sup>2</sup>, coefficiente di allungamento elastico  $77 \times 10^{-6}$ , carico alla rottura 40 kg/mm<sup>2</sup>, carico al limite di elasticità 55 % del carico di rottura, allungamento alla rottura 2 %, carico ammissibile fino a 13 kg/mm<sup>2</sup> e anche più in casi eccezionali, coefficiente di dilatazione lineare per  $1^\circ$  pari a  $17 \times 10^{-6}$ , temperatura di fusione intorno ai  $1080^\circ$ .

Il materiale è duttile, malleabile, facile da lavorare e da saldare, tenace, inalterabile, perchè all'aria si ricopre di uno strato di ossido nero che lo protegge. Per una data massa di energia da trasmettere porta alla minima sezione, e di conseguenza anche ai minimi sovraccarichi; non fonde molto facilmente e può resistere abbastanza bene ad eventuali archi; non è molto delicato nè dà grandi preoccupazioni per il trasporto e la messa in opera.

Per le linee ad altissima tensione la formazione normale delle trecce di rame è quella a  $1 + 6 + 12 = 19$  fili, dei quali uno rappresenta l'asse, sei sono avvolti come primo strato in un senso, dodici come secondo strato nell'altro: la sezione viene modificata agendo sul diametro dei fili elementari. Una treccia di questo tipo è abbastanza flessibile, e non dà preoccupazioni per i giunti e le morsetterie di attacco. Le quali ormai hanno assunto forme normalizzate e sono per lo più costituite da ganasce, di ferro o di ghisa malleabile, zincate, che afferrano e stringono il conduttore per mezzo di bulloni in numero opportuno. I giunti generalmente in uso sono del tipo coassiale a cono, e constano di parti che trattengono separatamente i 7 fili centrali e la corona dei 12 fili esterni, facendo lavorare solidalmente tutta la sezione. Questi giunti sono perfetti dal punto di vista elettrico ed anche meccanico, salvo l'inconveniente di produrre, nelle loro immediate vicinanze, un abbassamento del carico di rottura di circa 200 kg; il che rappresenta nella peggiore ipotesi, per le sezioni che ci interessano, non più del 5 % del carico totale.

A questa somma di ottime qualità si oppongono però alcune deficienze del metallo, che assumono grande importanza per le linee ad altissima tensione.

Anche non volendo tener conto, poichè si tratta di condizioni non comuni, della scarsa resistenza chimica del rame in certi casi, come nelle vicinanze del mare, rimangono a suo carico: l'alto costo, particolarmente sentito nelle linee, di cui ci occupiamo, perchè è sempre notevole il peso della treccia impiegata per unità di lunghezza, la cattiva utilizzazione di un materiale ricco per effetto pellicolare, abbastanza sensibile nelle forti sezioni; inoltre, e questa considerazione primeggia spesso su tutte le altre, la sezione di rame economicamente conveniente, essendo la minima possibile, può portare a perdite per effluvio assolutamente intollerabili.

Contro questo ultimo guaio abbiamo visto che l'unica difesa, possibile in pratica, consiste nell'aumento del diametro del conduttore; bisogna però tentare di giungere a questo risultato senza accrescere la sezione, e quindi il peso e il prezzo, e mantenere inalterato anche lo sforzo sui sostegni, a parte i maggiori sovraccarichi esterni che il maggior diametro porta con sé.

Sono appunto il costo e le conseguenze dell'effetto corona, che hanno compromesso il predominio del rame nel campo delle linee ad altissima tensione.

Per ingrandire il diametro, si pensò in qualche caso a modificare la composizione della treccia; così esistono formazioni a 12 fili, di cui tre avvolti in un senso costituiscono l'anima, mentre i rimanenti nove avvolti in senso opposto la ricoprono. Il vantaggio però è modesto, e porta a un aumento del 4,65 % rispetto alla sezione normale a 19 fili equivalente.

Un'altra via, che si offre, consiste nel sostituire parte del rame con un materiale inerte: si provò la canapa, con risultato tanto poco soddisfacente quanto intuitivo, perchè l'anima inevitabilmente marcisce e il conduttore si sforma.

Si può comporre l'anima con fili elementari di acciaio; il fatto di usare materiale poco conduttore non deve preoccupare, perchè l'effetto pellicolare diminuisce assai l'importanza della parte centrale, dal punto di vista elettrico. Avvertiamo però subito che la coppia acciaio-rame non è diffusamente usata: a parte le complicazioni meccaniche, elettrochimiche, e di apparecchiatura, alle quali portano le treccie bimetalliche e sulle quali torneremo più avanti, è chiaro che, una volta affrontate tali difficoltà, il rame può essere, meno adatto di altri materiali, che siano più lontani dall'acciaio per le loro qualità meccaniche.

Rimane ancora un mezzo, utilizzato solo in questi ultimi anni, e che consiste nell'abolire l'anima, disponendo i fili elementari intorno a una struttura di sostegno. Attualmente esistono, montati in opera all'estero, due tipi di conduttori di questa specie: nell'uno lo scheletro è rappresentato da una spirale di nastro di rame, sulla quale appoggiano due strati di fili a sezione trapezoidale, avvolti ad elica in modo da costituire una superficie esterna cilindrica; nell'altro si trova un profilato di rame a sezione ad I, attorcigliato su sé stesso nel senso longitudinale, che regge i comuni fili elementari, disposti come attorno ad una anima piena.

Questi conduttori, che da un punto di vista teorico dovrebbero rappresentare la soluzione ideale, sono però costosi come lavorazione. Meccanicamente pare che si comportino bene, essendo formati da materiale omogeneo: lo scheletro, peso morto di riempimento, non collabora alla resistenza della treccia e rappresenta un sovraccarico. Vi è infine una notevole complicazione in corrispondenza alle giunzioni e ai punti di attacco, specialmente negli amarraggi, essendo indispensabile provvedere al riempimento del vuoto interno in tali punti.

5. Le considerazioni precedenti, che si risolvono in ultima analisi in un forte costo della conduttura, spinsero a rivolgersi ad altro materiale per costruire le treccie, e precisamente all'alluminio.

Questo metallo si può infatti dire buon conduttore, perchè la sua resistività media è di 2,6 microhm-cm a 0°, con aumento del 0,39 % per ogni grado di temperatura. Ottenendolo per via elettrolitica si riesce oggi a produrlo allo stato di purezza quasi assoluta.

Si usa al solito materiale incrudito, allo scopo di ottenere migliori qualità meccaniche, ammettendo una perdita del 2 % nella conducibilità. I dati medi caratteristici sono i seguenti: peso specifico 2,7, modulo di elasticità 7000 kg/mm<sup>2</sup>, coefficiente di allungamento elastico  $145 \times 10^{-6}$ , carico alla rottura 18 kg/mm<sup>2</sup>, carico al limite di elasticità 60 % del carico di rottura, allungamento alla rottura 2 %, carico ammissibile 6 kg/mm<sup>2</sup>, coefficiente di dilatazione lineare per 1° pari a  $23 \times 10^{-6}$ , temperatura di fusione intorno ai 660°.

Il metallo è malleabile, tenero e quindi facile ad essere intaccato meccanicamente; dal punto di vista chimico si comporta abbastanza bene, essendo protetto dalla formazione di uno strato di ossido superficiale. Questo però fino a che è sufficientemente puro, cioè contenente il 99 % di alluminio, mentre un maggior tenore delle impurità più frequenti, ferro, silicio, e soprattutto sodio, lo rendono molto meno resistente all'azione dell'atmosfera. In ogni caso però viene deteriorato dagli alcali: ma riesce talvolta superiore al rame, come in presenza di aria marina. E' abbastanza comodo da lavorare, con la sola eccezione della saldatura, alla quale osta la facile ossidazione della superficie da unire; a questo si rimedia interponendo opportune leghe di zinco, stagno e alluminio. Presenta anche l'inconveniente di

dar luogo ad azioni di corrosioni elettrolitiche, specie in ambiente umido, in contatto del rame; onde conviene proteggere tali eventuali punti di unione con vernici o altri mezzi equivalenti.

Viene usato sotto forma di trecce a 7 o 19 fili elementari: i quali, data la deficiente resistenza del metallo, conviene siano di dimensioni adeguate, per evitare eccessiva fragilità e per meglio ripartire il carico.

Se vogliamo renderci conto dei pregi e dei difetti dell'alluminio dobbiamo paragonarlo al rame. Supposto perciò di avere dei conduttori di sezione elettricamente equivalente, formati coi due metalli, i dati riferentisi al primo staranno a quelli del secondo nei seguenti rapporti: sezioni 1,65, pesi 0,5, diametri 1,29, moduli di elasticità 0,45, carichi alla rottura 0,76, allungamenti elastici 2, carichi ammissibili 0,7, coefficienti di dilatazione lineare 1,35, temperature di fusione 0,61.

Se ne deduce che l'uso dell'alluminio è in generale più economico di quello del rame, per quanto si riferisce al puro costo della treccia, essendo il prezzo del primo normalmente inferiore al doppio del prezzo del secondo; solo in tali condizioni si raggiungerebbe la parità, dato il rapporto dei pesi.

L'alluminio è poi nettamente superiore, per quanto si riferisce alla induttanza e all'effetto corona: con esso si ottiene infatti un aumento del diametro del 30 %, e abbiamo visto come e quanto influisca questo dato.

Infine si ha un notevole vantaggio nei trasporti, per la leggerezza del materiale, e nella posa, per la minore tensione meccanica necessaria.

D'altra parte la piccola durezza del materiale produce notevoli difficoltà e maggiori spese appunto nei trasporti e nella posa, essendo necessario che il conduttore venga sostenuto su carrucole di legno o di alluminio, venga trattato con riguardo durante il lavoro, e fasciato negli attacchi con nastro di alluminio ricotto per evitarne il logoramento.

La minore resistenza porta anche con sé un aumento della freccia, per la minore tensione che si può dare al conduttore; questo specialmente in previsione di sovraccarichi, nei cui confronti l'alluminio si comporta molto meno bene del rame. Difatti da un lato il maggior diametro, se non fa crescere di molto il peso della neve o del ghiaccio depositantisi in strati non proporzionali al medesimo, offre migliore presa al vento; dall'altro un peso minore di materiale e una minore tensione meccanica si oppongono a tale azione. Ad una maggiore freccia porta pure la grande dilatabilità: per una data escursione termica, rispetto al rame l'alluminio risulta più tirato alle basse temperature e più allentato alle alte.

L'aumento della freccia e la accresciuta mobilità del conduttore hanno per immediata conseguenza una più forte distanza tra i fili: allo stesso risultato conduce il punto di fusione più basso, che ingigantisce i pericoli di contatti e di archi, e obbliga a particolari cautele nella confezione dei giunti. I quali sono analoghi a quelli in uso per il rame, ma non devono assolutamente presentare aumenti nella resistenza elettrica e condurre a riscaldamenti; a questo scopo anzi si introdussero giunti applicati mediante piccole presse idrauliche, per assicurare più intimo contatto tra i punti di unione. Divengono anche assai pericolose le forti densità di corrente, poichè si constatò che, a 20 A per mm<sup>2</sup>, si può arrivare alla distruzione totale del conduttore.

Le grandi frecce e le grandi distanze dei conduttori portano ad accrescere l'altezza e le dimensioni dei sostegni di circa il 10 %; è però da notare che, essendo le sollecitazioni minori che nel caso del rame, l'aumento del peso e quindi del costo dei pali si limita al 6 %. Si tratta però sempre di una passività a carico del metallo, che nell'insieme si può dire non possieda sufficiente resistenza meccanica per le lunghe campate, convenienti e in uso sulle linee ad altissima tensione. L'alluminio è perciò raramente usato, come tale, su queste condutture.

Per evitare le complicazioni della treccia bimetallica si è tentato, e si tenta tutt'ora, di migliorare le qualità meccaniche dell'alluminio unendolo in lega con altri metalli, come rame o nichel: recentemente si ottennero risultati lusinghieri con l'uso di leghe a basso tenore, poco più dell'1 %, di magnesio e silicio, alle quali si fa subire un trattamento termico speciale. Il prodotto, pur conservando i pregi dell'alluminio e una conducibilità del 92 % rispetto al metallo puro, raggiunge un carico di rottura di 35 kg/mm<sup>2</sup>, cioè dell'ordine di quello del rame. Il comportamento pratico di tali conduttori non è ancora confortato dalla esperienza, e i dati di costo potrebbero forse renderne meno conveniente l'uso.

6. In ultima analisi il modo ancora oggi più diffuso di ovviare alle deficienze meccaniche dell'alluminio, che lo rendono poco adatto per linee ad altissima tensione, consiste nello associarlo in trecce bimetalliche ad altro materiale, cioè all'acciaio.

I dati che si riferiscono a quest'ultimo variano molto con la sua composizione: come cifre indicative medie si può ritenere che presenti una resistività di 11 microhm-cm a 0°, un peso specifico di 7,8, un modulo di elasticità di 24.000 kg/mm<sup>2</sup>, un carico alla rottura di 100 kg/mm<sup>2</sup>, un carico al limite di elasticità di circa il 50 % del precedente, un allungamento alla rottura del 3 %, un carico ammissibile di 35 kg/mm<sup>2</sup>, un coefficiente di dilatazione lineare per 1° pari a  $12 \times 10^{-6}$ , una temperatura di fusione intorno ai 1500°.

L'acciaio quindi è pessimo conduttore e infatti nelle trecce miste l'azione dell'anima, dal punto di vista elettrico, si può considerare trascurabile; è invece un ottimo materiale, per quanto si riferisce alle qualità meccaniche, e può essere sollecitato fortemente senza pericolo.

La associazione dei due elementi alluminio e acciaio è perciò giustificata, perchè di ciascun metallo si sfruttano le qualità particolari e si fa lavorare il primo elettricamente, il secondo meccanicamente. E' però opportuno, per diminuire frecce e altezze di pali, di utilizzare anche la resistenza dell'alluminio, e non di considerarlo soltanto come un sovraccarico per l'acciaio.

Le formazioni normali delle trecce sono le seguenti: anima a 1 filo di acciaio, oppure e più frequentemente a  $1+6=7$  fili, o raramente a  $1+6+12=19$  fili; sull'anima sono avvolti nel primo caso 6 fili di alluminio, nel secondo 6 fili di diametro triplo di quelli d'acciaio o anche  $12+18=30$  o  $12+18+24=54$  fili del medesimo diametro di quelli di acciaio, nel terzo 30 o più fili. Si ha così un assortimento abbastanza vasto di tipi, che si possono adattare ai vari casi della pratica.

Rispetto al conduttore equivalente di rame, assai facilmente calcolabile, la treccia alluminio-acciaio presenta un peso minore del  $15 \div 20$  % e ammette una sollecitazione maggiore del  $15 \div 35$  %; la freccia risulta perciò diminuita del  $60 \div 70$  %, e si può di conseguenza allungare la campata, con tutti i vantaggi che ne abbiamo visto derivare.

Rispetto ai conduttori omogenei in genere, queste trecce bimetalliche presentano un miglioramento notevole per l'effetto corona, perchè il loro diametro è maggiore non solo di quello del conduttore equivalente in rame, ma anche dell'equivalente in alluminio; lo stesso può dirsi nei riguardi dell'effetto pelli-colare, essendo il materiale conduttore disposto alla periferia della treccia. E' ben vero che la impedenza è leggermente influenzata dal fatto che è presente un nucleo di materiale magnetico, ma non si tratta certo di un fenomeno preoccupante. D'altra parte gli accresciuti sovraccarichi di vento e ghiaccio e i maggiori sforzi sono facilmente sopportati dalla treccia bimetallica, per il suo ottimo comportamento meccanico. E si può infine riconoscere che spesso l'adozione di questo tipo di conduttore è desiderabile dal punto di vista economico.

Vi è però tutta una serie di inconvenienti che è bene non trascurare se si vuole formulare un giudizio completo in materia.

Intanto, essendo l'alluminio all'esterno, dobbiamo qui ripetere quello che dicevamo nel caso del conduttore monometallico, circa la sua deficiente durezza e le conseguenti difficoltà di trasporto e montaggio, e circa il pericolo di guasti agli attacchi, in corrispondenza dei quali dovranno disporsi anche qui opportuni rivestimenti.

Inoltre l'acciaio, che costituisce la parte essenziale dal punto di vista meccanico, ha il noto difetto di essere facilmente attaccato dagli agenti atmosferici: il rimedio consiste in una accurata zincatura dell'anima, talvolta doppia, talvolta completata con l'applicazione di opportuni impasti, per impedire ogni contatto con l'aria e l'umidità; non dobbiamo poi dimenticare che nelle trecce ben fatte l'alluminio riposa intimamente sul nucleo, formando già per sè stesso una protezione efficace.

Sussiste anche il pericolo di corrosioni elettrolitiche tra l'alluminio e l'anima, o meglio tra l'alluminio e lo zinco ricoprente l'acciaio; lo zinco essendo elettronegativo, nei confronti dell'alluminio, è questo ultimo che è in pericolo. L'esperienza sembra però dimostrare che non si via troppo da preoccuparsi del contatto dei due metalli.

Veramente gravi sono invece le complicazioni per la confezione dei giunti e degli amarraggi, essendo necessario, per il buon comportamento della treccia e per una conveniente ripartizione degli sforzi, che vengano afferrati separatamente alluminio e acciaio, e impediti gli scorrimenti relativi. Per gli amar-

raggi si risolve il problema predisponendo un doppio attacco nel medesimo pezzo: il conduttore all'entrare nel morsetto viene dapprima preso completo in ganasce a bulloni; svolto poi l'alluminio, che servirà da collegamento elettrico, l'anima viene stretta in una seconda morsa.

Per i giunti il problema è anche più difficile: essi sono analoghi a quelli usati per le trecce monometalliche, ma contengono due sistemi di coni, gli interni in acciaio, gli esterni in alluminio, in modo che anima e rivestimento vengono trattenuti separatamente e impediti di scorrere l'uno rispetto all'altro. In altri tipi il nucleo viene collegato con un giunto a torsione, introducendo i suoi capi in un tubo di acciaio dolce a sezione ovale, che viene insieme ai capi stessi ritorto tre o quattro volte con opportuni attrezzi; il tutto è poi racchiuso in due mezzi involucri cilindrici di alluminio, divisi in un piano perpendicolare alla treccia e da unirsi mediante avvitatura, i quali sono poi fatti aderire al conduttore, verso gli estremi, per mezzo di piccole presse idrauliche portatili, e costituiscono il contatto elettrico. Come si vede i dispositivi oggi normalizzati, se sono soddisfacenti, importano costo notevole e richiedono molto tempo per la messa in opera.

Le maggiori e più legittime preoccupazioni, però, sorgono per lo studio meccanico delle trecce alluminio-acciaio, esistendo forti differenze tra le caratteristiche dei due metalli; infatti i loro moduli di elasticità stanno grossolanamente nel rapporto di 1 a 3, mentre i coefficienti di dilatazione lineare stanno nel rapporto di 2 a 1.

E' quindi assai laboriosa l'analisi del comportamento del conduttore misto e difficile il calcolo degli sforzi e delle frecce. Si sono introdotte delle formule semplici e praticamente accettabili, considerando un conduttore ideale omogeneo equivalente al bimetallico. Si può asserire in primo luogo che modulo di elasticità, e coefficiente di dilatazione lineare, del conduttore equivalente dipendono dalle proporzioni dei due componenti.

Il modulo di elasticità totale si calcola partendo dalla ipotesi, che non vi siano scorrimenti relativi negli attacchi e quindi che le elongazioni dell'alluminio, dell'acciaio, e della treccia equivalente siano uguali per una data temperatura: chiamando rispettivamente  $M$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  i moduli del conduttore equivalente, dell'alluminio, dell'acciaio e  $S_1$ ,  $S_2$  le sezioni dell'alluminio e dell'acciaio, si giunge a una espressione della forma:

$$M = M_1 S_1 + M_2 S_2$$

che viene senz'altro applicata ai casi pratici.

Considerando poi un cambiamento di temperatura è facile prevedere che, espandendosi e contraendosi maggiormente l'alluminio dell'acciaio, vi sarà uno scambio continuo di sollecitazioni tra i due metalli. In altri termini, abbassandosi la temperatura, l'alluminio tende a prendere parte del carico portato dall'acciaio; alzandosi la temperatura, l'alluminio si scarica a spese dell'acciaio, che è dunque costretto ad allungarsi di più elasticamente. Verrà infine un momento in cui l'alluminio sarà completamente scarico; ed è appunto considerando questa condizione limite, e ammettendo che fino a questo momento le elongazioni si siano mantenute uguali, che si calcola il coefficiente di dilatazione lineare totale. Chiamando  $\alpha$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  i coefficienti del conduttore equivalente, dell'alluminio, dell'acciaio, e lasciando agli altri simboli il significato detto più sopra, il coefficiente di dilatazione lineare del conduttore equivalente è data da:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 M_1 S_1 + \alpha_2 M_2 S_2}{M_1 S_1 + M_2 S_2}$$

Una volta che si sia in possesso dei dati  $M$  e  $\alpha$ , non si fa altro che applicarli nei soliti calcoli, che valgono per le trecce omogenee.

Tutto questo sta finchè si rimane entro il limite della elasticità. Il quale limite si raggiunge, per l'alluminio, quando l'allungamento è del 0,156 %; crescendo ulteriormente la sollecitazione il metallo si distende, senza che cambi lo sforzo che porta. Si arriva così fino al limite di elasticità dell'acciaio, e in tale condizione l'allungamento è del 0,442 %, mentre i due metalli portano il carico limite di elasticità. Diminuendo lo sforzo applicato il conduttore bimetallico si contrae elasticamente fino a che si arriva al 0,156 %; sorpassato questo punto, mentre l'acciaio continua a raccorciarsi, l'alluminio rimane deformato permanentemente, e di conseguenza si produce uno scorrimento relativo, pari alla differenza degli allungamenti cioè uguale al 0,286 %.

Lo scorrimento è accompagnato da attriti e da pericoli di guasti dell'alluminio o dello zinco, che ricopre l'acciaio. E' ben



vero che tali effetti sono resi meno sensibili dal fatto che i fili elementari sono disposti ad elica, e che l'alluminio può non rompersi, anche nell'ipotesi che venga raggiunto il limite di elasticità dell'acciaio; ma si tratta pur sempre di sollecitazioni pericolose, che lo incrudiscono e irrigidiscono.

In conclusione si intende da un lato l'importanza di proporzionare opportunamente i componenti, in modo che essi lavorino sempre d'accordo e non si superi il limite di elasticità dell'alluminio; e si capisce altresì come considerazioni, del genere di quelle fatte, possano provocare qualche perplessità in chi debba fare una scelta, anche se questa sia confortata da una ormai larga esperienza, specialmente estera.

7. Passati così rapidamente in rassegna i principali tipi di trecce, usate in pratica per le linee ad altissima tensione, accenneremo ai conduttori speciali.

La necessità di prevedere questi, nelle linee aeree, sorge essenzialmente per ragioni meccaniche. Può accadere in zone accidentate che, per un forte dislivello tra due appoggi successivi, o per una lunga campata superante una valle, la sollecitazione nell'attacco superiore, nel primo caso, o in quelli limitanti la tesata eccezionale, nel secondo, raggiunga valori tali, da non essere tollerati con sicurezza dal conduttore. Allo stesso risultato portano le grandi campate, talvolta necessarie in zone pianeggianti per superare ostacoli, ad esempio importanti corsi d'acqua; tali campate, se non si potesse caricare molto la treccia, condurrebbero a sostegni di altezza e costo proibitivi. In questi casi particolari conviene per lo più abbandonare il conduttore normale di linea, e nello studio dare somma importanza alla resistenza meccanica, e molto minore alle qualità elettriche e al costo, che non potranno gravare gran che sul complesso dell'impianto.

Si ricorre spesso al bronzo, lega di rame e stagno a composizione variabile, contenente anche fosforo o silicio: si ottengono oggi bronzi che, avendo un carico di rottura superiore del 50 % a quello del rame semicrudo, mantengono quasi inalterate le altre caratteristiche.

Raramente ci si vale dell'acciaio, perchè associa alle ottime qualità meccaniche delle qualità elettriche invero deficienti. E' quindi utile combinarlo con altro materiale conduttore, abbassando così perdite poco tollerabili per la trasmissione: molto usati perciò i bimetallici alluminio-acciaio, per i quali non occorre ripetere qui quanto si disse prima, pur notando che in questi casi si impiegano acciai a più alta resistenza meccanica, e si alterano le normali proporzioni tra le sezioni dell'alluminio e dell'acciaio, avvantaggiando il secondo a scapito del primo. Si possono ottenere così conduttori, che si adattano ad ogni necessità speciale e che inoltre, per il loro maggior peso, rispetto alle formazioni normali, danno meno presa al vento; qualità preziosa e di importanza decisiva per le lunghissime campate, che presentano i maggiori pericoli di contatto tra le diverse fasi.

Si adoperano anche i bimetallici rame-acciaio, che hanno un comportamento simile ai precedenti: però sono meno comunemente montati e quindi meno sperimentati. Sul comportamento elettrico non vi è nulla di speciale da dire; e dal punto di vista meccanico ricordano i conduttori alluminio-acciaio, con la differenza che le incertezze e le difficoltà sono in questo caso minori, perchè i due metalli sono più vicini nelle loro proprietà. Considerando la coppia rame-acciaio si vede che i moduli di elasticità stanno tra loro come 1 a 1,8 e i coefficienti di dilatazione come 1,4 a 1.

Più gravi sono invece le preoccupazioni per i possibili fenomeni elettrolitici, perchè sono energiche le azioni tra lo zinco, che ricopre l'acciaio, e il rame; il primo essendo elettropositivo rispetto al secondo è la protezione dell'anima, e quindi l'anima stessa, che in questo caso sono in pericolo. E' ben vero che per lo più non si sono manifestati inconvenienti nei contatti dei conduttori in rame con le morsetterie in ferro zincato; e che ad ogni modo è possibile premunirsi contro questi pericoli, sia pure affrontando una maggior spesa, cioè proteggendo l'acciaio con ramatura in luogo della zincatura, o, come si fa generalmente, stagnando i fili di rame destinati ad essere avvolti sull'anima zincata.

Nella categoria dei conduttori speciali ricorderemo anche quelli normalmente montati nelle sottostazioni. Questi per lo più, data la necessità di avvicinare le fasi, per non eccedere nelle dimensioni dei fabbricati e dei sopporti, e di ottenere una soddisfacente rigidità, per poter allontanare gli isolatori, costituenti oltre che una spesa dei punti deboli nell'impianto, vengono foggiate a tubo a parete sottile: come materiale si usa alluminio o rame, secondo i casi.

Accenneremo infine ad una ultima recente categoria di conduttori per altissime tensioni, per la quale la tecnica italiana ha portato un contributo decisivo: i cavi monofasi.

E' noto che questi vennero costruiti cordando i fili di rame intorno ad una spirale di acciaio o di rame crudo: l'isolamento è formato da strati di carta, scelta in modo che in ogni punto la rigidità dielettrica risulti proporzionale al gradiente della tensione. Esternamente vi è la solita guaina di piombo; nell'interno si produce un vuoto assai spinto e, approfittando della cavità limitata dalla spirale, si impregna tutto il cavo con olio, mantenuto a pressione conveniente con serbatoi di espansione sopraelevati. I terminali sono a tenuta d'olio, i giunti ad isolante ricostituito. I risultati sperimentali sono stati completamente soddisfacenti, e si può quindi dire di possedere un valido, sebbene costoso, mezzo per portare le altissime tensioni fino nell'interno di zone intensamente popolate.

8. In un elenco dei vari tipi di conduttori per le linee, che ci interessano, si possono per certi rispetti fare entrare anche i fili di guardia.

Benchè sembri che la influenza di questi fili sia modesta, per quanto riguarda le sovratensioni, pure in genere le linee ad altissima tensione vengono con essi equipaggiate. Rappresentano infatti uno schermo parziale, mentre il loro costo intrinseco e la loro influenza su quello della conduttura non sono tali da sconsigliarne l'uso; servono pure a migliorare la messa a terra delle strutture metalliche che, collegate al suolo individualmente, vengono poi tutte riunite insieme appunto dal filo di guardia; inoltre, quando il neutro dell'impianto sia messo a terra, come è consigliabile fare per le altissime tensioni, allo scopo di diminuire le sovratensioni e di rendere più sicuro il funzionamento degli interruttori automatici, i fili di guardia offrono una via di ritorno alle eventuali correnti squilibrate, sopprimendo la loro influenza sulle linee a deboli correnti.

Queste azioni protettive sono pressochè indipendenti dal diametro del filo, che va scelto con criteri puramente meccanici; normalmente si tratta di corde d'acciaio, formate da 7 elementi, e di sezione complessiva intorno ai 50 mm<sup>2</sup>.

Occorre però notare che i fili di guardia, se mal sistemati, rappresentano più che altro un danno, per i pericoli di contatto coi conduttori, in conseguenza di rotture, di insufficienti distanze, o della influenza di sovraccarichi. Vanno quindi curati in modo particolare la zincatura, che protegge il materiale, e gli attacchi, per evitare scorrimenti e affaticamenti del metallo; tanto che alle volte si muniscono questi fili di morsetterie in tutto simili a quelle dei conduttori attivi.

9. Non sarà privo di interesse, per finire, il vedere quali tipi di conduttori, per linee ad altissimo potenziale, siamo stati fino ad ora adottati in Italia.

Dicemmo che esiste da noi una estesa rete di tali trasmissioni, di cui alcune già in servizio alla tensione definitiva: è quindi possibile discernere le tendenze attuali dei nostri tecnici in materia.

Si constata immediatamente la preferenza assoluta, concessa al rame. Questo innegabile dato di fatto potrebbe stupire chi tenesse presenti tutti i vantaggi, riconosciuti ad altri tipi di conduttori, e segnatamente ai bimetallici alluminio-acciaio, e chi riflettesse al minor costo e alla minore difficoltà di procurarsi l'alluminio, in sostituzione del rame; il quale ultimo è tutto importato mentre il primo si produce, almeno in parte, in Italia.

Esiste però un complesso di ragioni, che spiegano come la scelta dei nostri tecnici vada a cadere quasi sempre sopra il medesimo materiale.

Intanto le tensioni adottate fino ad oggi sono relativamente modeste, e per lo più non superano i 135 kV. Il comparire di potenziali più elevati, almeno per quanto si può presumere ora, sarà da noi, anche più che all'estero, da considerarsi assolutamente eccezionale. In tali condizioni non è molto difficile affrontare le perdite per effetto corona con sezioni di rame praticamente ammissibili; e questo tanto più se si pensa che il fenomeno è limitato nello spazio e nel tempo, non essendo in genere nelle linee numerosi e lunghi i tratti a quota elevata, nè troppo frequenti e durature le condizioni climatiche sfavorevoli.

E' bensì vero che il materiale ha prezzo elevato: ma se si riflette che, appunto per l'alto costo inevitabile delle condutture ad altissima tensione, è spesso conveniente disporre della possibilità di aumentarne la capacità, per evitare di doverle raddoppiare in breve volgere di tempo, si riconosce del tutto giustificata l'adozione di una sezione di rame largamente dimensionata, che, sufficiente nei riguardi dell'effetto corona, lasci mar-

gine alla potenzialità della linea. A tale proposito si può affermare che la treccia alluminio-acciaio è soprattutto opportuna per potenze non troppo grandi.

Aggiungiamo che col conduttore omogeneo si hanno tutti i vantaggi, derivanti dalla semplicità nella costruzione, dal comportamento ben noto e facilmente prevedibile, dalla nessuna complicazione nelle morsetterie.

Sulla scelta possono anche influire, delle ragioni non propriamente tecniche: ad esempio i primi tentativi, fatti in Italia per l'adozione delle trecce in alluminio-acciaio, che dovevano allora necessariamente essere importate, vennero resi quasi impossibili dalla applicazione di una tariffa doganale, che ne rendeva proibitivo il prezzo.

Analogamente chiunque esamini le nostre linee, svolgentisi in zone molto popolate e ricche di ostacoli, e tenga presenti le troppe restrizioni che, direttamente o indirettamente, sono imposte nei riguardi della campata dalle numerosissime amministrazioni, che hanno facoltà di controllare i progetti, riconoscerà in generale la nessuna convenienza di raggiungere quelle lunghe tesate, che dal punto di vista teorico sarebbero desiderabili; e questo per non correre il rischio di avere una linea proporzionata per una campata di calcolo, che risulti troppo superiore alla campata media ottenibile, con conseguente spreco di materiali. Considerazione che pure riporta verso il rame, se si ricorda il maggior tornaconto della treccia alluminio-acciaio soprattutto per le tesate lunghe.

Ancora un fattore non manca di peso: il valore di spoglio del rame, che questo materiale, a differenza degli altri, conserva sempre in misura notevole, e che rappresenta un capitale facilmente recuperabile, in caso di trasformazione o demolizione dell'impianto.

In conclusione, benchè sia sempre pericoloso fare previsioni nel campo della tecnica, non sembra probabile che in Italia il rame venga per ora sostituito da altri metalli, che difficilmente ne superano o raggiungono i pregi, nella costruzione dei conduttori per linee di altissima tensione.

## □ SUL COSIDETTO INVECCHIAMENTO DEGLI ISOLATORI □ □ □ □ □

G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO



Relazione alla XXXIII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

1. — Il problema dell'invecchiamento degli isolatori ha trovato la sua nascita in America, dove, prima che in Europa, ebbero sviluppo le linee ad alta e altissima tensione e dove gli esercenti, nel periodo immediatamente anteriore a quello bellico, ebbero a lamentare, in maggior copia che in altri paesi e tanto in misura assoluta che relativa, un grande numero di guasti degli isolatori dopo pochi anni dal montaggio.

Il fenomeno si presentava con carattere di grande generalità dopo due o tre anni e mostrava di esaltarsi con il tempo, onde fu battezzato invecchiamento.

Per la sua importanza pratica esso dette lo spunto a numerose discussioni e a severe indagini, a seguito delle quali, alla fine, esercenti e ceramisti si trovarono d'accordo nell'attribuire il fenomeno alla porosità che presentava la porcellana fabbricata in America per la tendenza dei costruttori di cuocerla insufficientemente.

Diffusasi allora la pratica di buona vetrificazione e introdotta nelle norme prove severe per eliminare la porcellana porosa, ebbe termine quello che in certo senso si potrebbe definire un primo periodo della questione dell'invecchiamento.

Nel periodo successivo la questione si diffuse in tutto il mondo civile: gli esercenti continuarono a denunciare, sebbene con un fenomeno meno impressionante e meno generale, che i guasti di linea si incrementavano notevolmente in funzione del tempo e insistettero sull'esistenza di un invecchiamento degli isolatori; i ceramisti lo esclusero e, confondendo l'invecchiamento dell'isolatore con quello della porcellana, si richiamarono alla questione americana e limitarono i loro studi con visione poco pratica.

Allo stato attuale la questione non ha ancora trovato definizione, nè per altro le preoccupazioni degli esercenti sono scomparse, non ostanti i notevoli miglioramenti apportati in questi ultimi anni nella tecnica dell'isolatore.

Per i riflessi di natura tecnica ed economica attinenti alla questione è vivamente da auspicarsi una risoluzione, alla quale non si è potuto ancora giungere, secondo noi, per alcune manchevolezze nell'interpretazione della questione stessa e dei compiti che all'esercente e al fabbricante spettano a tale riguardo. Ad un esaminatore disinteressato ed attento mancano, cioè, tuttora gli elementi non solo per giudicare l'esistenza del fenomeno nella misura denunciata dagli esercenti, ma anche, e maggiormente, per stabilirne le cause e proporre i rimedi.

Avremo modo nel contesto di sviluppare quanto ora abbiamo accennato: qui ci preme mettere in rilievo che il compito che ci siamo assunti è quello di esaminare con spirito critico l'indirizzo che da una parte e dall'altra è stato dato al problema, rilevarne gli eventuali difetti o comunque le cause che non ne hanno ancora permesso la definizione e formulare infine alcune proposte nella speranza, forse eccessiva, di portare un contributo di chiarificazione e di orientamento.

Il carattere di questa nostra relazione è del tutto generale e quanto verremo man mano dicendo, specie per le proposte conclusive, deve ritenersi esteso, con le dovute analogie, a tutti i tipi di isolatore di qualsiasi materiale (porcellana, vetro, pyrex, ecc.), anche se nel contesto ci verrà fatto di parlare quasi esclusivamente della porcellana che rappresenta ancora il materiale più usato nella costruzione degli isolatori e come tale è stato sinora l'oggetto dei maggiori studi e rilievi.

2. — La questione dell'invecchiamento degli isolatori in quest'ultimi anni è stata alimentata e mantenuta viva dagli esercenti, le cui preoccupazioni sono manifestate in un numero notevole di relazioni, alcune delle quali trattano specificatamente il problema, altre lo toccano per incidenza. Per il numero di tali lavori, che si riscontrano in giornali di diversa nazionalità, la questione appare, se non generale, almeno molto diffusa, tanto più se si pensa che le relazioni sono certamente una piccola parte di tutte le lamentele e proteste dirette dagli esercenti ai fabbricanti.

Riassumere ed esaminare qui in dettaglio questi lavori ci porterebbe ad uscire dal limite che ci siamo imposti per questa relazione, e allo scopo prefissoci ne esamineremo invece brevemente il carattere che, per la maggioranza dei lavori, appare comune circa le indagini e le argomentazioni.

Le conclusioni risultano comuni ai tipi rigidi e sospesi e sono quasi tutte simili: esiste il fenomeno dell'invecchiamento e questo è mostrato dal numero sempre crescente di isolatori che cedono alle sollecitazioni elettriche di linea; l'isolatore per i primi due o tre anni va bene, ma prima che scada il decennio deve venire sostituito perchè il numero delle perturbazioni che crea diventa inammissibile con un normale pratico esercizio.

Circa le cause dell'invecchiamento i relatori, quasi concordemente, ritengono dovuto il fenomeno non alla porcellana, ma alle azioni di diversa dilatazione dei vari elementi costitutivi dell'isolatore e soprattutto al noto fenomeno di gonfiamento e indurimento del cemento per effetto dell'umidità che esso tende ad assorbire. All'attribuzione di queste cause essi giungono in base ad osservazioni dirette, tra le quali la più rimarcata è che gli isolatori mantenuti in magazzino all'aperto si spaccano in maniera analoga a quanto accade in linea. Perciò la causa del deterioramento non è ritenuta di natura elettrica, ma meccanica.

Di queste relazioni alcune sono più complete e interessanti di altre ed alcune giungono anche a conclusioni e deduzioni alquanto diverse da quelle accennate, ma nella quasi totalità riescono, a nostro parere, da una parte poco convincenti sull'accertamento del fenomeno e dall'altra troppo affrettate nelle deduzioni e conclusioni, nelle quali appaiono anche per quanto riguarda la porcellana, troppo ottimiste. La ragione di ciò risiede essenzialmente nel fatto che le statistiche, anche nel caso non generale che siano riportate, mancano di tutti quei dettagli che, come vedremo in seguito, si ritengono necessari per una dimostrazione del fenomeno e per lo studio delle cause di esso e si basano sugli isolatori che hanno ceduto elettricamente in linea, il che può dar luogo ad obiezioni e dubbi nei riguardi del fenomeno dell'invecchiamento.

Per questi motivi non riportiamo qui, in dettagliato esame, le statistiche che su nostra richiesta alcune Società esercenti impianti elettrici in Italia ci hanno molto cortesemente fornito e che registrano anno per anno gli isolatori sostituiti nelle diverse linee perchè guasti, esclusi quelli rotti per sassate. Queste statistiche nella loro quasi totalità mostrano, più o meno marcata-

mente, una graduale diminuzione della resistenza della linea, ma non permettono di arrivare ad alcuna conclusione decisiva al riguardo, nè tanto meno di dedurre a quali cause si può imputare inobbiabilmente il fenomeno. Esse invece conserverebbero intera la loro validità quando mostrassero la mancanza di un tale fenomeno e in realtà per tale evenienza, che avrebbe denunciata risolta, almeno parzialmente, la questione le statistiche erano state richieste. L'esame di esse ci mostra invece, come sopra abbiamo detto, che un fenomeno di invecchiamento sembra ancora esistere, se non generale, almeno molto comune. La richiesta di dati necessari di dettaglio, richiesta che certamente sarebbe stata prontamente ed esaurientemente esaudita, non è stata da noi avanzata perchè è nostro parere che in base ai dati di statistiche degli isolatori che in linea hanno ceduto non si possa definire la questione dell'invecchiamento.

Per tale ragione nemmeno riporteremo i dati delle linee della Società Meridionale di Elettricità, che alcuni di noi hanno modo di conoscere a fondo per la diuturna pratica di esercizio: al più di essi ci avvantaggeremo più avanti in occasione di rilievi e osservazioni.

Pertanto, non senza aver prima formulato i nostri ringraziamenti ai Colleghi <sup>(1)</sup> per la squisita cortesia con cui ci hanno fornito le statistiche di cui sopra abbiamo accennato, vogliamo ora, essenzialmente a conferma e delucidazione delle osservazioni e proposte che andremo a fare nei riguardi delle statistiche, prendere in esame, brevemente riassumendole, alcune relazioni che più delle altre sembrano avvicinarsi alle nostre concezioni sul modo come le statistiche sono da compilare.

Un notevole contributo di statistiche dettagliate e di dati sull'invecchiamento degli isolatori a sospensione si riscontra nella relazione che gli Ingg. H. Tachikawa e Y. Anzo, della Tokio Electric Light Co., hanno presentato alla Conferenza Internazionale delle reti ad altissima tensione tenuta a Parigi nel 1923. La relazione riguardava l'esercizio e la manutenzione della linea a 115 kV da Ynawashiro a Tokio: di essa noi esamineremo quella parte che più interessa la questione che ci occupa. Gli AA., dopo aver accennato a tutti gli elementi caratteristici della linea, dicono che nei primi due anni di esercizio con elementi a disco di costruzione americana poche furono le perturbazioni provocate dagli isolatori, ma nel terzo e quarto anno la linea presentò tale debolezza da richiedere il cambio degli elementi con altri di costruzione giapponese e da consigliare per il futuro la norma di ispezionare e verificare due volte all'anno gli isolatori con il « megger » e sostituire gli elementi che risultavano difettosi. Su questi, anzichè sugli isolatori caduti in linea, sono fondate le statistiche che gli AA. presentano raccolte in grafici interessanti e suggestivi: da esse gli AA. hanno tratto l'osservazione che il numero di elementi da cambiare cresceva ogni anno, sia per gli elementi delle catene di sospensione che per quelli delle catene di ammassaggio. Per ambedue i tipi di montaggio gli isolatori difettosi compaiono dopo 15 mesi di esercizio, però in seguito gli elementi di ammassaggio mostrano percentuali di isolatori difettosi molto più forti che non quelli delle catene di sospensione. Di tal guisa che dopo 30 mesi la proporzione tra isolatori di ammassaggio e isolatori di sospensione da sostituire risultò di circa 6. Gli isolatori di ammassaggio sembrano quindi invecchiare più presto di quelli di sospensione, pur mostrando gli elementi in entrambi i tipi di montaggio un graduale deterioramento crescente con il tempo. Le catene di semi-ammassaggio, i cui isolatori hanno funzioni e posizioni intermedie tra quelle competenti agli isolatori di sospensione o di ammassaggio, mostrano anche nei riguardi dell'invecchiamento un comportamento intermedio.

Gli AA. allo scopo sempre di indagare sul fenomeno dell'invecchiamento presentano altre curve molto interessanti relative al graduale deterioramento degli isolatori in rapporto alla posizione di questi nella catena. Per le catene di sospensione differente è il comportamento dei singoli elementi ed esso si diversifica con legge di buona continuità sempre più con il tempo: la curva relativa a 72 mesi di esercizio mostra, più nettamente delle curve relative a un periodo di esercizio più breve, che l'elemento vicino alla mensola compare tra quelli riscontrati difettosi in percentuale molto maggiore dell'elemento posto a contatto del filo; esso sembra perciò invecchiarsi più rapidamente. Gli altri elementi della catena appaiono comportarsi in maniera intermedia, presentando anche essi un fenomeno di invecchiamento, più marcato dell'elemento in contatto con il filo, meno marcato dell'elemento in contatto con la mensola. Curve tracciate con le stesse modalità, ma per elementi di catene di ammassaggio, confermano un invecchiamento più marcato anche

di quello relativo all'elemento superiore nelle catene di sospensione e mostrano che tutti gli elementi della catena invecchiano più o meno con la stessa rapidità.

Gli AA. rilevano ancora che il numero totale degli isolatori che si riscontrano difettosi in una ispezione autunnale è molto maggiore di quello di una verifica primaverile e ciò, posto in esame con le deduzioni ottenute dall'esame del deterioramento dei singoli elementi in funzione, della posizione nella catena e delle probabili sollecitazioni meccaniche, elettriche e atmosferiche, ha indotto gli AA. a concludere che l'invecchiamento degli isolatori è dovuto agli agenti atmosferici e principalmente alle variazioni di temperatura, che si fanno maggiormente sentire nei periodi estivi e sull'elemento più alto di una catena di sospensione.

Per gli AA. un'altra causa di invecchiamento è l'umidità, non tanto per la porcellana, che dovrebbe essere poco cotta e quindi porosa per subirne le conseguenze, quanto nei riguardi del noto fenomeno di rigonfiamento del cemento.

Più che le conclusioni a cui gli AA. arrivano (sfiorandole appena, però, e senza insistervi), le quali sono comuni ad altri lavori e non sembrano molto complete a spiegare tutte le diversità di comportamento riscontrate, ci preme mettere in rilievo l'importanza di questo lavoro per la maniera intelligente con cui le statistiche sono state concepite e per la scelta dei dettagli che le arricchiscono.

Pregevole e importante è anche il lavoro che allo stesso Congresso ha presentato l'Ing. Bennett della Compagnia dell'Ebro (Riegos y Fuerza del Ebro): meno netto che nell'articolo precedentemente menzionato appare lo studio dell'invecchiamento, ma l'A. porta altri elementi che vogliamo porre in rilievo per il loro contributo al problema.

I dati raccolti dall'A. sono il frutto di osservazioni dell'esercizio di 778 km di linea a 110 kV armata complessivamente con 14 000 isolatori rigidi, 48 000 isolatori a cappa e perno e 44 000 isolatori del tipo Hewlett, e di 868 km di linea di distribuzione a 25 kV armata con circa 45 000 isolatori rigidi di varia fabbricazione. Secondo l'A., che basa le sue osservazioni sugli isolatori risultati difettosi alle normali verifiche di linea, le ispezioni periodiche agli isolatori non segnalano deficienze per i primi due o tre anni, ma in seguito denunciano che il potere isolante di molti isolatori è diventato nullo o di alcuni megohm, senza che apparentemente si presentino rotture o difetti fisici, e sembra che il processo di deterioramento, una volta iniziato, continui ininterrottamente.

L'A. presenta delle tabelle che danno il numero di isolatori difettosi ricambiati in un certo periodo e divisi a seconda del tipo di isolatore e della sua funzione (ancoraggio o sospensione): tali tabelle, più che mostrare in modo evidente l'invecchiamento denunciato dall'A., fanno vedere il fenomeno già da altri riscontrato che gli isolatori di ammassaggio si guastano nello stesso periodo in maggior percentuale degli isolatori di sospensione e ancora che gli isolatori rigidi ad elementi multipli per 110 000 V si guastano in un numero percentuale poco differente da quelli di ammassaggio. La percentuale con cui gli isolatori di ammassaggio degradano risulta dieci volte più grande di quella relativa a elementi di sospensione: fra tutte le cause che si possono concepire a spiegazione di questa sostanziale differenza di comportamento, l'A. ritiene principale quella che gli isolatori di ancoraggio trovandosi disposti orizzontalmente sono maggiormente esposti agli agenti atmosferici (infiltrazioni d'acqua nel cemento, variazioni di temperatura, ecc.). E di ciò egli trova conferma nel fatto che gli isolatori tolti dall'esercizio e disposti pressochè orizzontalmente in magazzino all'aperto risultarono, dopo tre anni, difettosi alle prove nella misura del 45 %, pur non essendo stati assoggettati, evidentemente, a sollecitazioni elettriche e meccaniche ma esposti invece, maggiormente degli isolatori in linea, alle influenze atmosferiche; mentre isolatori della stessa data e fabbricazione mantenuti in esercizio durante lo stesso periodo risultarono, a secondo dei tronchi di linea, difettosi in misura dall'8 al 16 %.

Con altre statistiche l'A. può dedurre che gli elementi più vicini alla mensola sono soggetti a guastarsi in numero percentuale maggiore, per uno stesso periodo, di quelli in vicinanza della linea, verificandosi in una catena di 7 elementi la minima percentuale per l'elemento intermedio. La statistica però non separa gli isolatori di sospensione da quelli di ammassaggio; una distinzione invece è fatta per gli isolatori rigidi a elementi multipli, anche per i quali l'A. indica di avere riscontrato che l'elemento che si guasta di più è quello vicino all'appoggio. L'A. a spiegare quanto osservato non trova sufficiente l'ipotesi della sola influenza atmosferica e ritiene probabile che il dete-

<sup>(1)</sup> Ingg. C. Barbisio, A. Dalla Verde, T. Masturzo, S. Silva ed altri.

rioramento sia l'effetto combinato dell'esposizione dell'isolatore alle intemperie unitamente alle vibrazioni continue e ad altri sforzi meccanici che tendono a produrre una graduale alterazione della struttura fisica della porcellana. In altro modo non sarebbe spiegabile, ad es., come in un isolatore rigido l'elemento superiore, che è il più esposto agli agenti atmosferici, presenti una percentuale di guasti minore di quelli che competono all'elemento inferiore che è il più sollecitato agli sforzi meccanici, specie di vibrazioni, per l'inerzia del punto di attacco.

Per le catene l'A. accenna ancora a un altro interessante rilievo più pronunciato per gli ancoraggi, al fatto cioè che gli isolatori guasti si trovano generalmente raggruppati in determinate catene, ciò che ha particolare riflesso sulla sicurezza dell'esercizio. Per questo fenomeno l'A. non accenna a spiegazioni; così per l'azione dell'atmosfera sull'invecchiamento l'A. non si pronuncia nettamente nè sull'ipotesi dell'imbibizione della porcellana, nè su quella del gonfiamento del cemento.

Come vediamo il Bennett a mezzo di statistiche dettagliate riesce a giungere a deduzioni ben nette sul diverso comportamento degli isolatori nei riguardi del lamentato graduale deterioramento, in dipendenza della loro funzione e queste deduzioni, che in parte concordano, in parte leggermente diversificano, in parte risultano nuove di fronte a quelle cui abbiamo visto giungere gli autori della relazione prima esaminata, portano senza dubbio un notevole contributo allo studio della questione.

La deduzione, invero, che gli isolatori di ancoraggio cadono in linea con maggior percentuale che non quelli portanti o di sospensione, appare più o meno netta anche in altri lavori con riguardo anche a isolatori rigidi; il dettaglio invece del comportamento degli elementi in dipendenza della loro posizione nella catena, che abbiamo visto studiato con tanta diligenza, nei riguardi dell'invecchiamento, dagli ingegneri di esercizio della linea Yawashiro, non abbiamo visto molto curato da altri, se si esclude il Sig. H. D. Panton che a più riprese, e anche recentemente, si è occupato sui giornali americani della questione, riportando statistiche compilate non su isolatori segnalati difettosi alle verifiche di linea ma su isolatori perforati, esclusi quelli caduti in occasione di temporali, e giungendo a risultati molto simili a quelli cui sono arrivati gli ingegneri giapponesi.

La concordanza di tali studi è ben netta per l'elemento a contatto con la mensola e tale completa concordanza abbiamo voluto rilevare per mostrare come anche in una questione di dettaglio le statistiche possano giungere a risultati concreti e definiti. Invece, proprio nei riguardi dell'invecchiamento, da alcuni abbiamo visto sollevare il dubbio che le statistiche di linea possano giungere a stabilire il fenomeno, data la complessità e la variabilità di tutti gli elementi che vi possono influire, e proporre la costruzione di una linea di prova da mantenere in esperimento per un numero sufficiente di anni. Tale proposta, che certamente toglierebbe alcune delle variabili che si presentano nel comune esercizio, quale la lunghezza della linea, la potenza in giuoco, ecc., che difficilmente rimangono costanti, presenterebbe secondo i sostenitori il vantaggio di giungere, qualora occorresse, a percentuali anche altissime di isolatori guasti, ciò che è impedito nelle comuni reti industriali per ovvie ragioni. Senza dubbio una statistica acquista tanto maggior valore quanto maggiore è il numero degli elementi su cui si basa; ma la proposta della linea di prova non sembra a noi avere valore pratico, a meno che essa non venga grandemente generalizzata con diversi tipi di isolatori, di montaggio, ecc., nel qual caso è il fattore economico che si oppone.

A nostro parere le statistiche possono rispondere allo scopo: si tratta piuttosto di esaminare quale sia il mezzo migliore di concepirle e compilarle. Non vogliamo con ciò accennare alla necessità che esse siano diligentemente arricchite di ogni dettaglio, ma piuttosto vogliamo mettere in rilievo come fondandosi sugli isolatori che risultano difettosi alle normali verifiche di linea, la cui pratica è ritenuta necessaria e adottata quasi generalmente, si ottenga il vantaggio di risultati senza dubbio assai più sicuri di quelli che derivano da statistiche basate sugli isolatori che in linea hanno ceduto alle sollecitazioni elettriche. Anzitutto è indubitato che i primi portano un contributo di un maggior numero di elementi alle statistiche stesse in quanto la percentuale degli isolatori che risultano difettosi alle verifiche è assai più forte di quella che, in un normale esercizio, suole riscontrarsi per gli isolatori che cedono in linea e si è realizzato in tal modo uno dei vantaggi che i sostenitori annettevano all'a linea di prova; in secondo luogo vogliamo notare come le statistiche così concepite diano maggiore garanzia di esatta selezione dei dati relativi al fenomeno dell'invecchiamento e quindi risultino di più sicuro affidamento. Infatti degli iso-

latori che cedono alle sollecitazioni elettriche occorre fare una scelta per l'esame del fenomeno dell'invecchiamento: l'isolatore che si è rovinato spaccandosi e sfiammandosi in seguito ad un arco superficiale non deve essere portato in conto in dette statistiche, perchè le cause che provocano detto arco (nebbie, sudiciume, fili di erba trasportati dal vento o dagli uccelli, ecc., prescindendo anche da un deficiente disegno o dimensionamento dell'isolatore) nulla hanno a che vedere con l'invecchiamento e per trovare una relazione tra dette cause e l'invecchiamento bisognerebbe addirittura che qualcuno pensasse allo smalto, o in genere alla superficie esterna dell'isolatore, la quale, rovinandosi e rendendosi più scabrosa, col tempo perderebbe le sue funzioni di evitare il raccogliersi della polvere e della salsedine. Ora chi conosce per pratica l'esercizio di linee ad alta ed altissima tensione sa che il numero degli isolatori che si rovinano per arco superficiale è, per i tipi moderni, assai più forte che non quello relativo agli isolatori che si perforano, per la pratica ormai generale dei costruttori di mantenere molto alto il rapporto tra la tensione di perforazione e quella di arco superficiale. Che poi il numero di isolatori che così si rovinano possa crescere con il tempo mostrando, per così dire, un falso fenomeno di invecchiamento, è cosa che si può spiegare con l'estendersi delle reti interconnesse ed elettricamente collegate per la maggiore possibilità di sovratensioni, per la nascita di perturbazioni riflesse e ripercussioni, e per l'aumentata corrente a terra, a causa della maggiore capacità elettrostatica delle reti o delle più forti potenze in giuoco, a seconda che si tratti di esercizio con neutro isolato o a terra. Oramai in molte reti l'arco superficiale frantuma sempre l'isolatore e che il fenomeno sia molto diffuso lo mostra la tendenza dei tecnici ad ideare da una parte sistemi di spegnimento rapido dell'arco (bobine di Petersen, trasformatore di Bauch, ecc.), e a creare dall'altra isolatori che resistano all'effetto termico della scarica (Pirex). A conferma vogliamo citare la statistica degli isolatori ricambiati, perchè guastatisi, su un gruppo di linee a 9 kV della Società Napoletana per Imprese Elettriche: su un totale di 1885 isolatori di porcellana del tipo a un pezzo installati tra il 1912 e 1915, notiamo che gli isolatori sostituiti per guasto, esclusi quelli rotti da sassate, sommano a 8 nel 1921, 18 nel 1922, 28 nel 1923, 48 nel 1924, 32 nel 1925, tutti questi isolatori essendo stati cambiati perchè sfiammati o frantumati da arco superficiale. E' da tener presente che tali linee aeree sono metallicamente collegate a una vasta rete di cavi di distribuzione funzionante a neutro isolato: la corrente a terra è particolarmente intensa e il ritmo di estensione degli impianti di distribuzione è sempre maggiore di quello che normalmente si avvera per le linee di trasmissione.

Escludendo gli isolatori rovinati per arco superficiale, occorrerebbe fondare le statistiche sugli isolatori perforati come, invero, alcuni degli esercenti hanno fatto, ma ci si può domandare: è sicuro che la sovratensione ha colpito l'isolatore che era più deficiente nella proprietà di rigidità dielettrica? La causa che ha prodotto la perforazione, in luogo dell'arco superficiale, è sicuramente da attribuirsi alla diminuita rigidità dielettrica? Non sappiamo, in realtà, rispondere esaurientemente alle domande ma ci vien fatto di porle, con uno stato di animo dubitoso, dall'osservazione che alcuni competenti hanno voluto escludere dalle statistiche gli isolatori perforati in occasione di temporali; dagli accenni, se non proprio teorie, di influenze di oscillazioni e riflessioni localizzate; e ancora dal rilievo del diverso comportamento che l'isolatore presenta alle prove ad impulso di fronte alle prove a frequenza industriale. Sarebbe uscire dai nostri limiti il voler esaminare tali punti, che hanno dato luogo a discussioni tuttora accese e che non troveranno completa risoluzione se non quando i mezzi sperimentali ci permetteranno di conoscere di che natura ed entità siano le sollecitazioni elettriche che si verificano nelle nostre linee; vogliamo qui invece accennare ancora come nel pratico esercizio sia dato spesso di riscontrare isolatori tolti dalla linea perchè guasti, i quali presentano insieme tracce di perforazione e di rottura per arco superficiale. Sono tali isolatori da portarsi in conto nelle statistiche degli isolatori perforati? E' avvenuta cioè prima la perforazione e l'isolatore è stato rovinato dall'arco che poi si è mantenuto e propagato alla superficie esterna, o piuttosto è avvenuto che l'arco superficiale originato da cause esterne ha provocato la perforazione dell'isolatore, per il fatto da alcuni sperimentatori messo in rilievo che la resistenza elettrica della porcellana diminuisce fortemente con l'aumento della temperatura? Henderson e Weimer, ad es., hanno trovato che la resistenza elettrica della porcellana a 275° è la trentesima parte di quella che si ha a 24°. Come si vede, si ingenera per gli iso-



latori in tal modo rovinati una incertezza nei riguardi delle statistiche relative al fenomeno dell'invecchiamento.

Per le ragioni esposte noi riteniamo preferibile appoggiare le statistiche sugli isolatori che risultano difettosi alle verifiche periodiche di linea; per togliere poi ogni dubbio ed obiezione e portare un altro elemento di dettaglio per lo studio del fenomeno si sottoporranno gli isolatori così selezionati a prove uguali a quelle di collaudo e si indicherà nelle statistiche a quali prove e a che valore della sollecitazione l'isolatore ha ceduto oppure no. Statistiche simili si possono concepire sugli isolatori che si spaccano in linea (per i casi naturalmente in cui ciò si avvera) e che alla vista si riscontrano difettosi, benchè essi resistano ancora alle sollecitazioni di linea. Vogliamo ancora notare che, non ostanti le obiezioni fatte, le statistiche degli isolatori perforati, di quelli sfiammati e di quelli perforati-sfiammati rappresentano un elemento di sussidio da non trascurare ed è perciò raccomandabile che vengano presentate insieme alle prime, le quali, come abbiamo detto, dovrebbero rappresentare l'elemento di base per lo studio del fenomeno dell'invecchiamento dell'isolatore.

Nella raccolta scrupolosa e diligente dei dati di linea e nella compilazione delle diverse statistiche, generali e di dettaglio, di base e di sussidio, risiede e termina a nostro parere il compito principale dell'esercente. Il quale, se ha competenza e mezzi sufficienti, ricerchi egli stesso e indichi le cause del fenomeno che egli ritiene probabili; altrimenti si rivolga al fabbricante degli isolatori fornendogli non più dati vaghi ma elementi di dettaglio e concreti, se non proprio gli stessi isolatori guasti. Il ceramista, che ha conoscenza sempre profonda della materia e ancor più della propria produzione ed ha mezzi sufficienti di laboratorio e di prova, potrà ricercare le cause del fenomeno lavorando così in collaborazione con l'esercente e compirà in tal modo uno dei suoi obblighi, strettamente attinente a quello principale di fornire degli isolatori buoni e di lunga durata.

3. — Alle apprensioni e agli allarmi degli esercenti fecero eco alcuni lavori e alcune memorie da parte dei fabbricanti di isolatori e, per i maggiori mezzi di indagine a disposizione e per la conoscenza più profonda del materiale, le relazioni tecniche dei ceramisti e le prove da essi eseguite assunsero un carattere senza dubbio più scientifico.

Vogliamo qui ora, secondo il programma prefissoci, indagare lo spirito che informa queste relazioni, attraverso l'esame di alcuni lavori scelti ad arte tra i più importanti recentemente apparsi.

Senza dubbio una delle memorie più meritevoli di attenzione è quella del Dott. Draeger pubblicata nell'E. T. Z. del 1926. L'A., dopo aver definito l'invecchiamento della porcellana come il « graduale rallentamento della resistenza meccanica ed elettrica sotto l'azione di sollecitazioni continue di « valore inferiore a quelle considerate come limite », passa senz'altro ad ammettere che esista per la porcellana, come per qualsiasi altro materiale, il fenomeno dell'invecchiamento inteso come sopra è detto, e a tale ammissione egli è portato dalla considerazione del tutto generale che il fenomeno della distruzione di qualsiasi materiale è una funzione non solo del valore della sollecitazione ma anche del tempo di applicazione dell'lo sforzo, funzione che egli ritiene continua e rappresentabile dal prodotto: sollecitazione per il tempo.

Ma egli ritiene e cerca di dimostrare che, a differenza di quanto accade per alcune qualità di ferro, il cambiamento di struttura della porcellana sotto l'azione di moderate sollecitazioni termiche, meccaniche ed elettriche non possa praticamente controllarsi in un tempo finito.

La definizione posta dall'A. lo conduce a non attribuire ad invecchiamento il verificarsi di screpolature in molti isolatori in esercizio per effetto di dilatazione o gonfiamento del cemento, perchè in tal caso la porcellana si spacca per sollecitazioni superiori a quelle ammesse per la resistenza meccanica; è invece per l'A. fenomeno caratteristico di invecchiamento quello riscontrato dagli americani sui primi tipi di porcellana insufficientemente cotta.

Scopo della memoria e delle prove che la corredano è appunto quello di dimostrare che una porcellana ben dosata e ben cotta, cioè di buona grana e non porosa, non soffre di tale graduale rilassamento delle proprietà elettriche e meccaniche per cambiamento della struttura interna in un tempo relativamente breve.

A tal uopo l'A. sottopone a prove di perforazione in olio, a prove ad impulso di c. c. e a misurazione dell'angolo di perdita un certo numero di isolatori rigidi di tre tipi diversi, di cui

alcuni provenienti dalla linea dopo una diecina di anni di servizio ed altri dello stesso tipo e costruzione conservati per lo stesso tempo in magazzino, in ambiente asciutto e a temperatura quasi costante. Gli isolatori provati erano per 15 kV di esercizio, a più campane collegate tra loro per un tipo con smalto e per gli altri due con cemento: i risultati delle prove concordarono a mostrare che gli isolatori sottoposti all'esercizio non si comportavano diversamente da quelli mantenuti in magazzino, sia alla perforazione in olio, sia alla prova ad impulso, sia per il valore dell'angolo di perdita, per il quale ultimo l'A. però rilevava che in entrambi i casi è sempre eccezionalmente elevato.

L'A. passa poi ad esaminare gli isolatori a catena e, non avendo a disposizione elementi che abbiano sopportato sollecitazioni di esercizio per un periodo sufficientemente lungo (10 anni), tenta di provocare un invecchiamento artificiale basandosi sempre sul concetto che la grandezza della sollecitazione è una funzione dello sforzo e del tempo di applicazione di questo. A tale scopo egli sottopone alcuni isolatori di tipo normale a cappa e perno a sollecitazioni elettriche a frequenza industriale (perforazione in olio con tensione costante di 70 kV e misura di angolo di perdita) sottoponendo nello stesso tempo gli isolatori a carico meccanico gradualmente crescente: la prova dà come risultato che l'isolatore si perfora solo all'atto della rottura.

L'A. poi esegue le stesse prove elettriche su isolatori del medesimo tipo, dopo averli sottoposti però a carichi sempre crescenti prolungati per 15': egli giunge alla stessa conclusione che il carico a cui viene perforato l'isolatore corrisponde al carico di rottura. L'angolo di perdita rimane costante sino al momento in cui lo sperimentatore ode, nella prova simultanea, un caratteristico crepitio che prelude sempre la rottura e la perforazione: a questo momento l'angolo aumenta notevolmente.

Dalla seconda prova in raffronto con la prima l'A. deduce che la durata di applicazione del carico meccanico non ha influenza apprezzabile, mentre altre prove gli hanno dimostrato che, dalla comparsa del crepitio, ha influenza sulla perforazione la durata di applicazione della tensione elettrica.

Sottoponendo elementi di isolatori a catena dello stesso tipo a contemporanea prova meccanica con sforzo crescente ed elettrica ad impulsi di corrente continua (kV 240, impulsi 300 ÷ 500) l'A. trova che gli isolatori cadono a sforzi meccanici minori di quelli che portano alla rottura meccanica. D'altra parte il numero relativo di isolatori perforati è maggiore di quello che si rileva facendo le stesse prove di impulso su isolatori non sottoposti a carico meccanico. L'A. ritiene ciò dovuto al fatto che gli impulsi di corrente, secondo l'opinione di alcuni, danno luogo oltre che a sollecitazioni elettriche anche ad un carico di impulso meccanico.

L'A. poi sottopone gli isolatori, sempre dello stesso tipo a cappa e perno, a un numero rilevante di sbalzi di temperatura da 95° a 13° e con misure di perforazione sotto olio e di angolo di perdita rileva che non si hanno a verificare cambiamenti di struttura della porcellana. Egli ha avuto inverosimili casi di rottura, ma questa avveniva bruscamente senza gradualità cambiamenti di proprietà della porcellana e perciò per l'A. questo non è fenomeno di invecchiamento.

L'A. passa infine ad esaminare gli isolatori a doppia cappa, per i quali, data la piccola intensità del campo elettrico, esclude ogni possibilità di perforazione e considera invece la resistenza ai carichi meccanici e alle variazioni di temperatura. Con numerose prove a ripetuti carichi meccanici prossimi al carico di rottura egli rileva che la resistenza della porcellana non varia in dipendenza di sforzi meccanici sopportati e ugualmente non nota modifica nel valore del carico di rottura quando l'isolatore è stato assoggettato a cicli termici.

L'A. termina il suo lavoro concludendo che nelle porcellane esaminate non appare un cambiamento graduale di struttura (invecchiamento) perchè tutti gli isolatori hanno conservato le loro proprietà tanto elettriche che meccaniche sino alla prossimità del normale limite di distruzione. Tutti i danni che ancora si lamentano agli isolatori sono dovuti a cause indipendenti dalla porcellana e sono in massima parte da attribuire a cementi non adatti e a forme non appropriate degli isolatori.

L'A. quindi in tutta la sua memoria ha come scopo di esaminare se la porcellana, considerata come materiale, subisce un graduale cambiamento di struttura in un tempo praticamente finito ed invece, pure accennandone qua e là fuggevolmente, non esamina a fondo tutte quelle cause che possono portare ad un deterioramento dell'isolatore in un tempo più o meno breve. Per tale ragione il lavoro sembra avere più interesse per i ceramisti che non rivestire il carattere di una risposta agli allarmi e alle preoccupazioni degli esercenti, quali coi loro mezzi di

indagine non potevano rilevare se non un fenomeno di graduale diminuzione delle proprietà elettriche e meccaniche dell'isolatore senza possibilità di indagarne le cause.

Non ci sembra inoltre che l'A. abbia raggiunto in modo convincente lo scopo prefissosi, perchè nel suo lavoro troviamo alcuni punti oscuri e alcune manchevolezze che qui sotto intendiamo rilevare, non a scopo di polemica o di appunto ma nel desiderio di ottenere dai ceramisti e dai competenti in genere maggiori chiarimenti atti ad illuminarci. Se poi le osservazioni che noi muoveremo potessero dare lo spunto ad ulteriori ricerche e prove, sarebbe raggiunto lo scopo principale della presente relazione, la quale e per la sua natura e per lo stato attuale del problema non può giungere ad una « messa a punto » della dibattuta questione, ma deve limitarsi all'incitamento per raggiungerne la definizione.

Nelle ricerche dell'A. rileviamo anzitutto la mancanza di osservazioni microscopiche, le quali sono certamente da annoverare tra i migliori mezzi di indagine della struttura interna di un materiale come la porcellana che è un agglomerato opaco e anisotropo di diverse sostanze (caolino, quarzo e feldspato) in dosatura e soluzione diverse in dipendenza di tanti fattori. E tale mezzo di indagini è infatti da qualcuno validamente appoggiato come normale metodo di controllo per la scelta della materia prima e degli impasti e per la verifica dell'andamento della produzione a simiglianza di quanto viene praticato in metallurgia, mentre d'altra parte rileviamo che il microscopio è riuscito di somma utilità al Peaslee e ad altri per formulare teorie ed ipotesi su cambiamenti di struttura nella porcellana o modificazioni di proprietà sotto l'azione di diverse sollecitazioni. Solo il microscopio, riteniamo, potrà confermare o inficiare tale ipotesi e in ogni modo esso solo potrà ritrovare le cause prime di un eventuale fenomeno di invecchiamento della porcellana.

Circa i primi esperimenti eseguiti dal Draeger su isolatori rigidi osserviamo che, anche a prescindere dal relativamente modesto numero di isolatori provati, non convincono del tutto per il fatto che il raffronto è stato eseguito tra isolatori della stessa età, di cui alcuni sottoposti alle sollecitazioni di linea ed altri mantenuti in magazzino; inoltre detti isolatori, proporzionalmente alla tensione di esercizio, erano certamente di modeste dimensioni, mentre le maggiori lamentele degli esercenti per quanto riguarda isolatori rigidi provengono dall'esercizio di linee a più alta tensione. Infatti da un punto di vista generale si potrebbe discutere — qualche competente lo afferma — se la porcellana tenuta in magazzino non invecchi per caso con una progressione non molto diversa da quella sottoposta alle sollecitazioni dell'esercizio, specie se queste sono moderate. Alla osservazione dell'A. che i soli isolatori mantenuti in linea si spaccavano per effetto del gonfiamento del cemento, si può obiettare che non è escluso che il gonfiamento del cemento esista in tutti e due i casi ma che provochi la rottura dei soli isolatori in esercizio perchè questi, oltre a sollecitazioni meccaniche male ripartite dovute al cemento, sono assoggettati contemporaneamente ad altre sollecitazioni, specie termiche. Ciò può essere convalidato dal fatto che l'angolo di perdita degli isolatori sottoposti alle prove fu trovato dall'A. eccezionalmente alto sia per quelli montati in linea che per quelli conservati in magazzino e l'A. nel rilevare ciò avrebbe dovuto dare una spiegazione ed insistere alquanto sul rilievo fatto. Per quanto poi riguarda le dimensioni degli isolatori è nota la difficoltà di costruzione di grossi pezzi di porcellana e la facilità con la quale in essi nascono forti tensioni interne e disomogeneità nella struttura delle paste.

Neppure ci convince del tutto il sistema adoperato per provocare l'invecchiamento artificiale di isolatori a sospensione per il fatto che non sono state eseguite contemporaneamente prove elettriche, meccaniche e termiche opportunamente prolungate: l'A. stesso si è preoccupato della non completa attendibilità delle prove e lo mostra con una nota in margine, nella quale accenna fuggevolmente ad alcune esperienze che all'epoca dell'articolo continuavano ancora su isolatori caricati per tre mesi a 4000 kg e per sei mesi a 5000 kg senza avere raggiunto la perforazione. Non sappiamo se nuova luce abbiano portato al problema tali esperienze, di cui peraltro non conosciamo le modalità. Non è certo possibile realizzare in gabinetto quanto avviene in pratica, a causa specialmente della complessa legge di variazione delle probabili cause producenti l'invecchiamento, ma in ogni modo riteniamo che le prove potevano riuscire più complete.

Abbiamo già visto che numerose statistiche sono concordi nel dimostrare che le catene di ammassaggio cadono in linea con percentuali assai più forti che non le catene di semplice sospensione: la spiegazione, almeno parziale del fenomeno, viene da

autorevoli competenti ritrovata nel fatto che la rigidità dielettrica della porcellana sembra diminuire, con legge di una certa continuità, all'aumentare della sollecitazione meccanica a cui è sottoposta la porcellana. Questa legge è stata, ad es., rilevata dal Lequerler, il quale con esperienze deduce che la tensione di perforazione in olio diminuisce in modo continuo con l'aumentare dello sforzo meccanico sino a che si raggiunge uno sforzo critico che dà luogo bruscamente alla perforazione immediata, a tensione anche molto inferiore a quella di arco esterno superficiale. Il fenomeno, che il Lequerler ritiene dovuto a cause di ordine elastico, fu riscontrato in elementi di isolatori a catena a cappa e perno, nei quali la tensione di perforazione scendeva quasi linearmente da 130 000 a 115 000 volt variando lo sforzo da 0 a 200 kg e scendeva ancora più rapidamente da 115 000 a 90 000 volt variando lo sforzo di trazione da 2000 a 3000 kg. L'Ing. Alessandri nel riferire sul lavoro del Lequerler in una riunione dell'A. E. I. tenuta a Milano il 25 febbraio 1924, ha accennato a prove da lui eseguite al riguardo, le quali però per il loro numero limitato con risultati poco concordanti non gli permettevano di trarre delle conclusioni generali. D'altra parte l'Ing. Manfredi in occasione di una successiva discussione a Milano (29 febbraio 1924) comunicava che prove eseguite su isolatori con contemporanee sollecitazioni elettriche e meccaniche davano risultati che concordano con le conclusioni cui abbiamo visto arrivare il Draeger. La questione richiede quindi una definizione, la quale dal punto di vista dell'invecchiamento dovrebbe anche assodare se il fenomeno sia dovuto oppure no a deformazioni perfettamente elastiche. Ora il Dott. Draeger, avendo eseguito le sue prove di perforazione nell'olio a una tensione costante di 70 kV, inferiore a quella garantita per ogni elemento del tipo provato, non può arrivare ad assodare inobbiabilmente che la rigidità dielettrica è indipendente dal carico meccanico specifico, inquantochè la tensione scelta potrebbe essere la tensione di perforazione corrispondente a un carico prossimo a quello di rottura meccanica. Le prove ad impulso da lui eseguite sugli stessi isolatori con tensioni più alte di quelle usate per la perforazione sotto olio, e quindi in condizioni senza dubbio più difficili, hanno dato come risultato che il numero degli isolatori che si perforano è maggiore per quelli caricati che per quelli liberi; e la sua ipotesi di spiegazione del fenomeno apparirebbe più convincente se le prime prove fossero state eseguite con maggior rigore.

A parte la spiegazione di questo fenomeno, circa le prove ad impulso vogliamo ancora notare che la loro efficienza e il fatto che riproducano oppure no le condizioni, che in pratica si avverano nelle sollecitazioni elettriche, hanno dato luogo a discussioni tuttora accese, nel merito delle quali non vogliamo nè possiamo entrare. Però se sulle linee si verificano, come è probabile, sollecitazioni elettriche simili a quelle di impulso (sollecitazioni di linea che dobbiamo considerare normali perchè ad esse l'isolatore deve resistere) gli isolatori caricati meccanicamente cadranno in maggior numero e più presto che non quelli liberi. Il Dott. Draeger, con la spiegazione da lui data al fenomeno, può aver ragione di non imputare questo deterioramento a invecchiamento della porcellana, perchè questa viene sottoposta in tal modo a sforzi superiori al limite di resistenza; ma se egli nel contempo non abbassa convenientemente il carico meccanico ammissibile in pratica per gli isolatori, l'esercente vedrà cadere i suoi isolatori di ammassaggio senza ragione apparente mentre essi sono sottoposti a sforzi meccanici ed elettrici normali e continuerà non a torto a parlare di invecchiamento dell'isolatore, se non proprio della porcellana.

Per gli isolatori a doppia cappa è inobbiabile il fatto che, data la loro forma, siano da ritenersi più deficienti dal lato meccanico che non dal lato elettrico e quindi in certo modo giustificabile che il Draeger non esegua su essi prove elettriche, però come non è provato sinora che la porcellana sottoposta a carico meccanico non perda gradualmente le sue proprietà elettriche, così potrebbesi pensare che la porcellana sottoposta a un carico elettrico, specie se variabile, presenti minore resistenza agli sforzi meccanici. Non ci risulta avanzata da nessuno tale ipotesi, ma non vediamo a priori ragioni per escluderla, tanto più se si pensa che la ossatura della porcellana è costituita da materiale piezoelettrico. In ogni modo la conclusione a cui arriva l'A., per la quale la resistenza meccanica della porcellana non subisce influenza dal carico precedentemente sopportato, non trova concordanza con conclusioni di altri competenti. Di tale parere contrario troviamo cenno in alcune relazioni, in cui il fenomeno è dato come sicuro e sono molto interessanti le notizie che l'Ing. Passarin ha riferito nella riunione del 25 febbraio 1924 dell'A. E. I. a Milano su alcune esperienze di provini di porcellana

mantenuti per cinque anni caricati in numero di metà a compressione e metà a trazione, avendo alle prove come risultato che quelli caricati a compressione avevano mantenuto intatto il carico di rottura, mentre per gli altri questo era sceso in media ad un terzo.

Da quanto abbiamo osservato nasce evidente l'opportunità di una serie sistematica di esperimenti su numerosi campioni di porcellana diversi sottoposti a sollecitazioni meccaniche, termiche ed elettriche contemporanee, mantenendone volta per volta costanti a valori prefissati due e variando l'altra sollecitazione con continuità sino a giungere alla distruzione del materiale. Solo tali prove, corroborate da osservazioni microscopiche, potrebbero giungere a conclusioni ben nette sulle proprietà di resistenza della porcellana. Le quali conclusioni potrebbero anche avere carattere particolare e limitato ad alcuni tipi di porcellana, ma oltre a stabilire se e in qual misura i fenomeni riscontrati di graduale deterioramento di isolatori sono da addebitare oppure alla porcellana, le prove porterebbero, specie se spinte all'a ricerca delle cause delle variazioni di proprietà, a vantaggi per un più sicuro e corretto indirizzo nella fabbricazione, nelle prove di collaudo e nell'impiego dell'isolatore di porcellana.

Quasi contemporaneamente all'articolo del Draeger appariva nell'*Elettrotecnica* del maggio 1926 un articolo del Dott. Ing. Weicher, lavoro riprodotto anche, con qualche aggiunta, nel n. 28 delle *Hescho-Mitteilungen* dello stesso anno. L'A. prendendo lo spunto dalle comunicazioni dell'Ing. Passerini espone le sue idee sull'invecchiamento e dopo alcune argomentazioni giunge ad affermare, in maniera ancora più recisa del Draeger, che si può escludere l'invecchiamento della porcellana.

Prima di iniziare l'esame del lavoro del Dott. Weicher, crediamo interessante riassumere qui brevemente gli articoli pubblicati dall'Ing. Passerini sull'*Elettrotecnica* di alcuni anni or sono, nei quali egli ha portato rilievi ed osservazioni ricavate dall'esercizio di linee a 70 kV della Sardegna. A simiglianza di tutti gli esercenti l'A. parla di *invecchiamento dell'isolatore*, fenomeno che attribuisce a due cause principali: cementazione difettosa e aumento di porosità della porcellana dipendente dalle sollecitazioni interne e dall'effetto termico e chimico delle piccole scariche continue, che sono favorite dalle condizioni particolari dell'impianto esaminato (salsedine, pulviscolo, umidità, vapori nitrosi, ecc.). L'A. non dà dati statistici, ma accenna ai successivi ricambi occorsi sia per isolatori a catena che rigidi, trova un miglioramento negli isolatori più recenti e ritiene che particolari accorgimenti per il cemento e rigorose prove di porosità, unite a prove elettriche sufficientemente prolungate, possano dare maggiore affidamento di una più lunga durata e di un migliore esercizio, anche nelle condizioni delle linee ad alta tensione in Sardegna, dall'A. definite particolarmente difficili a causa della salsedine e dell'umidità.

Ora il Dott. Weicher, dopo aver definito l'invecchiamento come un'alterazione della struttura della massa di porcellana costituente l'isolatore osserva che la maggior parte delle cause di distruzione degli isolatori non è da attribuirsi ad un fenomeno di invecchiamento ma a cattiva qualità della porcellana o a difetti costruttivi degli isolatori (cementazione non adatta — tensioni interne dovute a cattiva fabbricazione) o a cause occasionali esterne (depositi salini — azioni chimiche — sudiciume, ecc.). Dopo aver osservato al Passerini che i difetti rilevati sono da imputare all'intero isolatore, quale elemento costruttivo della linea, e non al materiale porcellaneo, e che in ogni modo sono da escludere dal fenomeno di invecchiamento sia dell'isolatore che della porcellana le distruzioni per arco superficiali, l'A. dapprima passa in rassegna le prove dal Passerini richieste e già in Germania adottate nei riguardi delle prove di impulso, della porosità sotto pressione, ecc. L'A. quindi si domanda quali possano essere le cause di invecchiamento in una porcellana di buona costruzione ed esente da difetti, quale ormai si sa costruire e si sa selezionare con le prove. Le cause che egli ammette sono:

a) *influenza atmosferica* (temperatura, umidità, prodotti chimici, ecc.), e senz'altro la esclude perchè la porcellana è inattaccabile dagli acidi e dagli alcali ordinariamente contenuti nell'atmosfera; poi perchè è da escludersi che l'umidità possa penetrare in porcellane che resistono a numerose prove con fucsina contrariamente ai primi tipi di porcellane americane; infine senza fornire dati quantitativi e qualitativi l'A. asserisce che misurazioni di confronto eseguite in Germania su isolatori vecchi e nuovi non hanno mostrato sensibili differenze.

b) *azione meccanica continua esercitata dal conduttore con le sue vibrazioni* e anche questa causa l'A. esclude in seguito ad esperienze eseguite su un provino in laboratorio. Circa poi il consumo dello smalto che si riscontra in isolatori rigidi per

effetto del conduttore, l'A. asserisce che non deve destare preoccupazioni se la porcellana non è porosa.

c) *sollecitazioni elettriche, azioni elettrolitiche o scariche e correnti superficiali*. Queste cause rappresentano per l'A. il maggiore probabile pericolo: però dopo aver accennato che modificazioni nella struttura della porcellana sotto queste azioni non si sono mai osservate in pratica, egli nota che a causa di fenomeni elettrolitici tali mutamenti potrebbero tutt'al più aspettarsi a temperature che praticamente non si riscontrano. Per quanto riguarda le altre cause e cioè le sollecitazioni continuative a cui l'isolatore è sottoposto, l'A. accenna che la resistenza elettrica della porcellana sembra variare in dipendenza della diversa specie di sollecitazioni elettriche ma afferma che la tensione di perforazione, anche nel caso più sfavorevole, è così elevata da non destare preoccupazioni per il pratico esercizio. Infine l'A. dà come sufficientemente noto il fatto che la porcellana non muta le proprie qualità sotto l'azione delle piccole scariche e correnti superficiali continue.

A conferma della conclusione, che porta termine al lavoro e che, come si è già detto, è quella che non si possa parlare di invecchiamento della porcellana, l'A. menziona alcuni casi di impianti in cui gli isolatori sono in esercizio da decine di anni senza che si siano dovuti lamentare grandi inconvenienti nè tanto meno rilevare un aumento nei guasti agli isolatori.

Se si prescinde da queste indicazioni sul comportamento degli isolatori in alcuni impianti, si nota in tutto il lavoro la mancanza di dati sperimentali, che maggiormente avrebbero confortato le conclusioni dell'A., alcune delle quali sembrano, a nostro parere, dogmatiche. Non è con questo che noi vogliamo mettere in dubbio le esperienze certamente eseguite dal Dott. Weicher, ma riteniamo che una indicazione più dettagliata sulle prove e la presentazione dei risultati avrebbero dato modo al lettore di convincersi maggiormente. Tale mancanza di dati e di indicazioni non ci permette di entrare dettagliatamente in merito alle diverse argomentazioni e conclusioni; solo, per quanto riguarda le sollecitazioni elettriche, vogliamo richiamare quanto abbiamo detto alla fine dell'esame del lavoro del Dott. Draeger sulla necessità che venga istituita una serie sistematica di prove sulla porcellana.

Osserviamo inoltre che l'Ing. Passerini attribuisce grande importanza alle azioni fisiche e chimiche delle piccole scariche elettriche, mentre il Dott. Weicher dà come fatto « sufficientemente noto » che la porcellana non ne subisce conseguenza. Orbene, in mancanza di dati sperimentali, l'Ing. Passerini non può rimanere convinto, tanto più se si osserva che alcuni autorevoli competenti pongono tuttora in dubbio che la porcellana non subisca modificazioni della struttura in dipendenza della energica azione ossidante e termica dovuta a tali piccole scariche.

Infine, l'ammissione dell'A. senza indicazione di dati e prove che la resistenza elettrica, con un fenomeno poco chiarito, possa variare in dipendenza della natura della sollecitazione elettrica, da una parte convince poco il lettore sulla garanzia di resistenza dell'isolatore alle sollecitazioni di esercizio così poco note e d'altra parte lascia sorgere il dubbio che tale probabile diverso comportamento della porcellana sia dovuto ad una modificazione delle sue proprietà fisiche e chimiche, modificazioni che potrebbero non scomparire totalmente e quindi, sotto il tormento dell'esercizio, accentuarsi. Questo sarebbe invecchiamento definito proprio secondo la concezione dell'A.

Come abbiamo già rilevato a proposito della relazione del Dott. Draeger, anche l'esame di quella del Dott. Weicher ci porta alla considerazione che tale lavoro, a parte le altre osservazioni già fatte, non risponde completamente alle lamentele dell'esercente e non ne diminuisce le preoccupazioni per il pratico esercizio.

La considerazione ha carattere generale e può estendersi a quasi tutti i lavori simili che abbiamo avuto campo di conoscere: vediamo, invero, accennate in questi lavori le cause probabili di degradamento degli isolatori, ma esse vengono appena sfiorate, e accennati appena sono i rimedi che le case produttrici hanno tentato. Non vediamo cioè nessun lavoro da parte dei fabbricanti, che hanno più profonda conoscenza della materia e mezzi più efficaci per le ricerche, in cui siano prese in considerazione e nel dovuto esame le statistiche di esercizio spesso dettagliate, che senza dubbio portano elementi di grande importanza per lo studio e la definizione dell'azione che ci interessa.

Ad es. le statistiche degli esercenti sono concordi nel mostrare che gli elementi di una catena di ancoraggio cadono in percentuale assai più marcata che non gli elementi delle catene di sospensione: quale spiegazione i ceramisti danno del fenomeno? Le cause che questi ammettono per il verificarsi di un

graduale deterioramento sono, essenzialmente, la dilatazione e gonfiamento del cemento e la porosità della porcellana: benché quest'ultima sia forse da escludere trattandosi di statistiche piuttosto recenti, possono dette cause, da sole, dar ragione del diverso comportamento su accennato?

Considerazioni di tal natura si potrebbero avanzare in gran numero ed esse porterebbero alla conclusione che per la definizione della questione è richiesta una maggiore intesa tra ceramisti ed esercenti ed una più intensa collaborazione.

Sino a che il tecnico fabbricante di isolatori rivolgerà i suoi studi sull'invecchiamento della sola porcellana, e anche quando sarà riuscito a mostrare inobbiabilmente che una porcellana non porosa sotto le normali sollecitazioni non subisce modificazioni nella sua compagine, qualunque sia il modo nel quale si presenta alla rottura e che sappiamo essere diverso da caso a caso, anche allora, ripetiamo, il ceramista avrà superato un problema senza dubbio di grande interesse, ma di natura teorica piuttosto che pratica e di valore maggiore per il fabbricante che non per l'esercente. Questi, che continua a vedere che gli isolatori cadono in linea con percentuali annue crescenti con il tempo, non potrà smettere le sue lagnanze né liberarsi dalle attuali preoccupazioni anche quando saprà, ad es., che la ipotesi piezoelettrica di cambiamento di struttura della porcellana e la teoria della diversa conducibilità avanzate dal Peaslee siano completamente da oppugnare a seguito di profonde osservazioni microscopiche.

Rivolgà perciò il ceramista la sua attenzione al fenomeno completo dell'invecchiamento, si avvantaggi per i suoi esperimenti del materiale che l'esercente può ed è certamente disposto a fornirgli, tenga in debito conto le statistiche di esercizio e chiedi, magari, egli stesso gli elementi di dettaglio che più sembrano interessare lo studio della questione. Si ricordi infine il fabbricante che il problema è stato agitato, e lo è ancora, perchè esso ha per l'esercente un riflesso di enorme importanza di natura pratica ed economica. Per tale ragione la questione va, per tutti, impostata come quella dell'invecchiamento dell'isolatore.

Quando il fabbricante si occuperà a fondo del problema in questa sua estensione, solo allora mostrerà di aver bene assunto il suo obbligo preciso, che è quello di fornire all'esercente non della porcellana buona, ma degli isolatori che durino quanto più è possibile.

4. — Crediamo ora, a titolo di conclusione e riepilogo, opportuno formulare le seguenti proposte:

1) E' necessario che la questione sia da tutti riguardata come quella dell'invecchiamento dell'isolatore e non del solo materiale costituente il corpo di esso (porcellana, vetro, pirex, ecc.), e intesa come l'esame del fenomeno di graduale rallentamento delle proprietà di un isolatore a resistere per qualche decina di anni alle normali sollecitazioni di esercizio.

2) Occorre che le statistiche e le osservazioni degli esercenti siano accuratamente selezionate, in tal guisa da non lasciare dubbio per l'esame del fenomeno, e diligentemente arricchite di ogni dettaglio, in modo da poter portare un contributo di notevole importanza alla ricerca delle eventuali cause di degradazione. Richiamando quanto al riguardo è stato detto nel contesto crediamo conveniente:

a) basare essenzialmente le statistiche su quegli isolatori che denunciati difettosi in linea dalle normali prove di verifica cadono in laboratorio sottoposti a prove del tutto uguali a quelle di collaudo.

b) spingere dette statistiche a tutti i maggiori dettagli: oltre a tutti i dati di tipo, di matricola, di fabbricazione e di montaggio dell'isolatore, indicare sempre la posizione in linea, l'eventuale posizione nella catena, la sua funzione (di ammaraggio, di sospensione, ecc.), l'epoca del cambio, il metodo di verifica che lo ha riscontrato difettoso, tutte le indicazioni possibili sulle prove di laboratorio in cui è risultato guasto. Occorre inoltre fare menzione di ogni variazione importante nella lunghezza della linea, nello schema di esercizio, nelle potenze in giuoco, nella tensione di regime; è raccomandabile anche l'aggiunta di statistiche di sussidio, come quella degli isolatori perforati, sfiammati, ecc., e anche delle variazioni di temperatura, dei temporali, ecc.

3) Le deduzioni attuali dei ceramisti, pur limitate alla sola porcellana, essendo poco convincenti, è opportuno che i tecnici della fabbricazione degli isolatori spingano più a fondo le loro ricerche e rendano più severi i loro esperimenti di invecchiamento artificiale. E ciò al solo scopo di esaminare le singole cause di degradazione, studiarne i rimedi e ricercare quali prove di collaudo possano meglio stabilire la durata de-

gli isolatori. Sulla esistenza o meno del fenomeno l'ultima parola spetta sempre all'esercente, giacchè riuscirà sempre impossibile riprodurre esattamente in sala prove le condizioni in cui l'isolatore viene a trovarsi in linea.

4) E' vivamente da auspicare una maggiore collaborazione fra il fabbricante e l'esercente. Non priva di frutti riuscirebbe un'intesa per la quale l'esercente rimettesse senz'altro in fabbrica gli isolatori che ha riscontrato difettosi in linea, corredandoli di tutte le indicazioni possibili: il tecnico dell'isolatore avrebbe un importante e sicuro materiale di esame, l'esercente si avvantaggerebbe di mezzi che il primo possiede in maggior misura per la ricerca. La connessione nel lavoro degli uni e degli altri porterebbe a risultati più concreti.

Con ciò non abbiamo voluto negare che gli sforzi sinora compiuti non abbiano apportato miglioramenti notevoli agli isolatori, anzi per merito di tali miglioramenti è dato riscontrare che oggi il fenomeno non pare assumere carattere del tutto generale.

Pur tuttavia è del pari innegabile che l'isolatore rappresenta ancora oggi la parte più debole e più preoccupante nell'esercizio degli impianti ad alta tensione, onde appare giustificato qualunque sacrificio per una più profonda indagine.

E sacrifici e tempo richiedono invero le nostre proposte per la definizione della questione che ci interessa, ma l'esame continuato di essa in intima collaborazione tra il produttore e l'esercente servirà a tracciare in modo più preciso le vie del futuro alla tecnica dell'isolatore.

#### BIBLIOGRAFIA

- BUCK. - *Proceedings of A. I. E. E.*, 1914, pag. 127.  
 F. SCHEID. - *E. T. Z.*, 1915, pag. 431.  
 W. D. PEASLEE. - *Proceedings of A. I. E. E.*, 1916, pag. 1237.  
 CREIGHTON e HOSEGOOD. - *Gen. Electr. Rev.*, 1916, pag. 479.  
 W. D. PEASLEE. - *Proceedings of A. I. E. E.*, 1917, pag. 401.  
 MEYER. - *E. T. Z.*, 1919, n. 16, 17, 18, 20.  
 PRINETTI. - *L'Elettrotecnica*, 1920, pag. 77.  
 VENTURINI. - *L'Elettrotecnica*, 1920, pag. 174.  
 NORSA. - *L'Elettrotecnica*, 1920, pag. 378.  
 ROSENTHAL e SINGER. - *E. T. Z.*, 1920, pag. 705.  
 CREIGHTON e HUNT. - *J. A. I. E. E.*, 1921, pag. 711.  
 LOMBARDI. - *L'Elettrotecnica*, 1922, pag. 172.  
 PRINETTI. - *L'Elettrotecnica*, 1922, pag. 584.  
 SEMENZA. - *L'Elettrotecnica*, 1922, pag. 676.  
 G. W. LAPP. - *J. A. I. E. E.*, 1922, pag. 491.  
 H. D. PANTON. - *J. A. I. E. E.*, 1922, pag. 819 (e discussioni relative nel fascicolo del dicembre 1922).  
 LE COULTRE. - *Conferenza all'A. E. I.*, Sezione Napoli, 1923, marzo.  
 LEQUERLER. - *Rapporto alla Conf. Intern. di Parigi*, 1923, novembre.  
 POMEROL. - *Rapporto alla Conf. Intern. di Parigi*, 1923, novembre.  
 D. W. BORGQUIST. - *Rapporto alla Conf. Intern. di Parigi*, 1923, novembre.  
 RIDOLE. - *Rapporto alla Conf. Intern. di Parigi*, 1923, novembre.  
 BENNETT. - *Rapporto alla Conf. Intern. di Parigi*, 1923, novembre.  
 TACHIKAWA e ANZO. - *Rapporto alla Conferenza Internazionale di Parigi*, 1923, novembre.  
 VENTURINI. - *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 45.  
 ALESSANDRI. - *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 285.  
 MANFREDI. - *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 313.  
 PASSERINI. - *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 718.  
 PERROCHET. - *Boll. Ass. Svizzera Elettrotecnici*, 1924, pag. 537.  
 BUNET. - *Revue Générale Electricité*, 1924, 3 dicembre.  
 PASSERINI. - *L'Elettrotecnica*, 1925, pag. 290.  
 ALESSANDRI. - *L'Elettrotecnica*, 1925, pag. 517.  
 H. D. PANTON. - *J. A. I. E. E.*, 1925, maggio.  
 GUERY. - *Revue Générale Electricité*, 1925, pag. 728.  
 MARX. - *E. T. Z.*, 1925, pag. 886.  
 PFEIFFER. - *E. T. Z.*, 1925, pag. 1078.  
 WEICHER. - *Hescho-Mitteilungen*, 1926, n. 28; *L'Elettrotecnica*, 1926, pag. 333.  
 DRAEGER. - *Mitteilungen Rosenthal Co.*, 1926, n. 8; *E. T. Z.*, 1926, 23 settembre.  
 MAUDUIT. - *Installations Electriques* - Tomo I, 1926, pag. 491-511.  
 S. SILVA. - *L'Elettrotecnica*, 1927, pag. 411.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**



## CONTRIBUTO ALLO STUDIO COMPARATIVO SULLE NORME PER GLI ISOLATORI DI PORCELLANA AD ALTA TENSIONE □

FR. MOTTI



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

Se la pedissequa e illogica imitazione di quanto, buono o cattivo, veniva fatto all'estero fu, in altri tempi, amaramente rinfacciata a noi Italiani, e ci riuscì di grave pregiudizio, è viceversa evidente tutto il vantaggio che nel campo scientifico ed in quello pratico noi possiamo ricavare da una metodica e coordinata conoscenza di quanto vien fatto in altri paesi e da una critica disamina delle ragioni che possono indurre a seguire un esempio piuttosto che un altro, oppure a fare in modo diverso o migliore.

Ed a questa evidenza ho ispirato il presente confronto delle nostre Norme per gli isolatori di porcellana ad alta tensione con alcune Norme estere, augurandomi che esso, opportunamente aggiunto a quant'altro è stato fatto nello stesso senso dagli autorevoli Colleghi del Comitato Elettrotecnico Italiano, possa giovare a quella critica disamina di cui dicevo più sopra.

Accanto alle suaccennate « Norme per l'ordinazione e il collaudo degli isolatori di porcellana ad alta tensione », redatte dal Comitato Elettrotecnico Italiano e presentate all'approvazione del Consiglio Generale dell'A.E.I., ho posto le « Insulator Test Specifications » (Standard of the American Institute of Electrical Engineers N. 41 del 25 giugno 1925); le « Leitsaetze fuer die Pruefung von Isolatoren aus Keramischen Werkstoffen fuer Spannungen von 1000 Volt an », discusse dal Verband Deutscher Elektrotechniker nel marzo 1927, tenuto inoltre conto di alcune ulteriori proposte di varianti che trovai riassunte nel fascicolo 35 delle Hescho-Mitteilungen; le « British Standard Specification for Porcelain Insulators for Overhead Power Lines (3000-150.000 Volt) » (British Engineering Standard Association, N. 137), redatte dal Sectional Electrical Committee, cioè dal Comitato Nazionale Inglese della Commissione Elettrotecnica Internazionale nel maggio 1922; i « Cahiers des charges pour la fourniture des isolateurs à cloche en porcelaine et en verre » (N. 146) e « Cahiers des charges pour la fourniture des isolateurs à suspension pour chaines en porcelaine et en verre » (N. 81), redatti dalla 14<sup>a</sup> Commissione dell'Union des Syndicats de l'Electricité il 7 dicembre 1921 e completati il 7 luglio 1926; le « Normes pour les tensions et les essais d'isolation » edite dall'Associazione Svizzera degli Elettricisti l'11 agosto 1923. Ebbi pure contezza delle « Normer foer av hoegspaanings-Isolatoren foer Elektriska Kraftanlaeggnings » (Swenska Teknologfoereningens Handbok 925) redatte dal sottocomitato isolatori dell'Unione degli Ingegneri Svedesi nell'ottobre 1925; nonché delle Norme tecniche per isolatori in porcellana di linee ad alta tensione redatte nell'anno 1921 dal « Consiglio Centrale Elettrotecnico Russo » nonché infine di altre Norme o disposizioni legislative (spagnuole, austriache, ceco-slovacche, sud americane, giapponesi) che, per il fatto di essere antiquate o di contenere soltanto, al pari di quelle svizzere, prescrizioni generali sulle tensioni e sugli isolamenti, toccando soltanto di sfuggita l'argomento specifico degli isolatori, non sono di utilità nel presente studio.

Il confronto tra le varie Norme suindicate, contenute nelle presenti note, sarà tutt'altro che un confronto completo: questo ultimo potrà essere ripreso in altra sede, ma sarebbe qui fuor di posto, perchè tedierebbe inutilmente i Colleghi ai quali ritengo interessino, se mai, le conclusioni, e perchè ruberebbe inutilmente un grande spazio equivalente alla totale trascrizione di tutte le Norme. Mi limiterò quindi, non senza chiedere preventiva venia delle inesattezze e manchevolezze in cui potrò cadere, a premettere alcune osservazioni circa la portata delle Norme e a seguire, capitolo per capitolo, il testo italiano, commentandolo brevemente e mettendone in evidenza alcune salienti coincidenze oppure sconcordanze con i corrispondenti punti delle Norme estere, specialmente dove queste ultime appaiono particolarmente perfezionate e maggiormente mature.

Al qual proposito della maturità, è da accennarsi che, come è noto, i tedeschi dividono le loro Norme in quattro categorie, cioè: « Vorschriften », prescrizioni che interessano l'incolumità delle persone e delle cose e devono quindi essere strettamente osservate; « Regeln » che stanno alle precedenti come i regolamenti stanno alle leggi, cioè contengono l'indicazione dei mezzi da seguirsi per porre in atto le precedenti prescrizioni, mezzi sui quali è ammessa tuttavia qualche eventuale deroga; « Normen » che contengono precisi dati circa la costruzione, la forma, la materia, il peso, le proprietà elettriche, meccaniche, magnetiche, ecc. a cui i costruttori devono uniformarsi; e infine « Leitsaetze » cioè indicazioni da seguirsi e delle quali si raccomanda l'applicazione in attesa che, dopo aver dato buona prova e dopo essere state eventualmente una o più volte modificate, vadano infine a prendere il loro posto in una delle tre precedenti categorie. Per gli isolatori esistono delle « Normen » e delle « Leitsaetze ». Le prime riguardano tipi e dimensioni degli isolatori e relativi perni per bassa o media tensione, per impianti interni, per telecomunicazioni, nonché tipi e dimensioni di isolatori portanti e passanti per quadri a media tensione. Esse non ci interessano se non allo scopo di richiamare gli evidenti vantaggi che tali standardizzazioni, se ben concepite, possono arrecare a costruttori e ad esercenti e formulare l'augurio che presto o tardi, anzi presto e non tardi, ci si arrivi anche da noi. Le seconde, cioè le « Leitsaetze », riguardano le prove degli isolatori, e il fatto di essere tali, cioè di non essere « Vorschriften » oppure « Regeln », dimostra che i tedeschi ritengono la materia ancora immatura e suscettibile di grandi variazioni: questo concetto è condiviso da altre norme, quali, ad esempio, le francesi che fanno precedere al testo un capoverso, eccessivamente remissivo, inteso a lasciare l'adito a qualsiasi variante, e quali, pure ad esempio, le inglesi e le americane che, in una nota preliminare, accennano alla incompletezza delle Norme stesse. Il concetto in questione è, se non erro, prevalso anche nel Consiglio dell'A.E.I.

Le Norme italiane si riferiscono soltanto agli isolatori in porcellana, e così pure quelle inglesi e quelle russe; le Norme tedesche, nell'ultimo testo proposto, si riferiscono in generale, agli isolatori in materia ceramica (cioè porcellana, grès, steatite); quelle francesi si riferiscono specificatamente e separatamente agli isolatori in porcellana e a quelli in vetro; infine, quelle americane, quantunque evidentemente ispirate agli isolatori in porcellana, non contengono la parola porcellana e sono quindi applicabili a isolatori di qualsiasi sostanza.

Le Norme italiane riguardano l'ordinazione e il collaudo degli isolatori, e quindi contengono, oltre le prescrizioni tecniche, alcune altre prescrizioni e indicazioni di carattere contrattuale. Altrettanto dicasi delle Norme americane, francesi e inglesi. Le rimanenti Norme hanno invece carattere esclusivamente tecnico, e in particolare le tedesche; d'altra parte in Germania le condizioni contrattuali sono spesso e volentieri regolate da testi proposti dalle Unioni dei fabbricanti e accettati dalla Unione degli esercenti imprese elettriche. Questi testi hanno lo scopo di sostituire le talvolta troppo leonine condizioni stampate di fornitura, compilate dai singoli fornitori, che di solito accompagnano le offerte e le conferme di ordine, e potrebbero forse essere usate anche da noi con vantaggio, tanto per gli isolatori quanto per altro macchinario o materiale elettrotecnico. In particolare, per gli isolatori, esse dovrebbero disciplinare, tra l'altro, la delicatissima questione della garanzia, la quale garanzia, tenuto conto del cosiddetto invecchiamento, dovrebbe essere sempre di durata notevolissima.

Il capitolo I delle Norme italiane contiene le definizioni: definizioni di forma analoga, compaiono anche nelle Norme inglesi e americane. Definizioni di forma completamente diversa si trovano invece delle Norme francesi nelle quali, con un sillogismo abile ma forse non utile, si fanno coincidere le definizioni con le caratteristiche tecniche. Nelle rimanenti Norme le definizioni mancano, almeno sotto forma di capitolo separato. Confrontando le definizioni italiane dei vari tipi di isolatori (art. 1101, 1102, 1103 e 1104) con le corrispondenti definizioni inglesi e americane, si vede però che l'analogia è solo apparente e sorge più di un dubbio circa l'esattezza di tutte quante e circa i criteri di suddivisione, così che vien fatto di domandarsi se non convenga rinunciare, per principio, a queste definizioni e applicare il concetto, seguito del resto in tutti i rami della didattica, di ritenere insita, nella mente di chiun-

que consulti le Norme, la precisa nozione dell'oggetto concreto corrispondente a una data denominazione.

Più utili sono invece le definizioni di idee astratte, quali: tensione di perforazione, tensione critica, coefficiente di sicurezza o di fenomeni specifici quali: corona, effluvio, scarica locale, di cui agli art. 1105, 1106 e 1107, definizioni che, del resto, in forma più o meno esplicita, completa e perfezionata, figurano, separatamente o frammiste ad altre parti del testo, in tutte le Norme.

Le Norme francesi, a differenza di altre e, crederei, con opportunità, introducono il concetto della ineguale ripartizione della tensione sui diversi isolatori di una catena, concetto che nelle Norme italiane è solo fugacemente accennato in appendice nelle prove facoltative. Le Norme francesi sono poi particolarmente chiare nell'indicazione di che cosa è la perforazione e l'arco superficiale, a proposito del quale è da rilevarsi non essere forse del tutto esatta, specialmente per catene e per isolatori a campane multiple, l'affermazione italiana che l'arco superficiale si produca lungo la superficie dell'isolatore, affermazione, che se non erro, non trova riscontro in altre Norme. Nelle Norme americane è incluso nelle definizioni il concetto della resistenza meccanica ed elettrica combinata, concetto di grandissima importanza pratica e che fa parte anche delle Norme tedesche e svedesi, mentre quelle italiane ne accennano soltanto in appendice parlando delle prove facoltative. Le Norme americane, anziché parlare di coefficienti di sicurezza, parlano di potenzialità « rating » cioè della tensione di arco a secco e sottopioggia, disinteressandosi quindi della tensione di esercizio; è evidente, che, allorché gli esercenti fossero sufficientemente maturi per stabilire essi medesimi, caso per caso, impianto per impianto, quale sia il più opportuno coefficiente di sicurezza, il concetto del « rating » sarebbe il più ovvio e il più sano. Del resto nulla vieta, anzi tutto consiglia, che altre Norme di carattere più generale di quelle degli isolatori disciplinino esaurientemente la questione dei coefficienti di sicurezza tenuto conto di tutti gli elementi di giudizio: potenza dell'impianto, sua importanza, sua estensione presente o futura, località in cui esso sorge, condizioni particolari di esercizio e via dicendo e siano così di guida all'esercente. Argomento che infatti è, tra i più importanti, all'ordine del giorno della Commissione Elettrotecnica Internazionale che si riunirà nei prossimi giorni a Bellagio.

Anche le Norme francesi prescindono dal coefficiente di sicurezza: in esse è infatti detto: « Il appartendrá à celui qui « doit faire usage de l'isolateur de choisir le type qu'il jugera « le plus convenable en s'inspirant aux caractéristiques indiquées par le constructeur. En particulier le rapprochement « entre ces caractéristiques et la tension d'emploi lui permettra « de déterminer le facteur de sécurité qu'il désirera obtenir ». In modo analogo le Norme tedesche hanno completamente abbandonato il concetto di grado di sicurezza.

Il capitolo II « Materiali costituenti l'isolatore » delle Norme italiane non trova riscontro né nelle norme americane, né in quelle tedesche e potrebbe forse essere soppresso con vantaggio anche nelle nostre Norme, poichè le generiche indicazioni contenute in detto capitolo sono di gran lunga inadeguate se hanno lo scopo di disciplinare la complessa questione della tecnologia degli isolatori, sono invece superflue se hanno lo scopo di precisare le proprietà dell'isolatore, proprietà che verranno invece rilevate dai risultati del collaudo e dal comportamento in esercizio durante il periodo di garanzia. Del resto l'onore, l'onere, la responsabilità di produrre degli isolatori che vadano veramente, perfettamente bene devono essere di competenza dei fabbricanti, non più affidati alle Norme che, ogniqualvolta entrano in questi argomenti diventano forzatamente ingenui. Può ad esempio, esistere un mastice che, pur soddisfacendo all'unica condizione dell'art. 2103, di non produrre cioè sforzi meccanici dannosi all'isolatore, vada, malgrado ciò, malissimo.

Sopprimendo questo capitolo, le prescrizioni circa la superficie dello smalto (art. 2101) potrebbero trovare opportunamente posto nelle prove e verifiche di fabbricazione e l'indicatissimo esperimento con la soluzione alcoolica di fucsina dovrebbe far parte delle prove di tipo. Questo esperimento manca nelle Norme americane (forse perchè queste non fanno mai allusione alla porcellana piuttosto che ad altra materia isolante) e in quelle francesi. I tedeschi, in omaggio alla loro particolare raffinatezza in questioni tecniche, anziché dire che la soluzione deve essere mantenuta a una certa pressione per tante ore prescrivono semplicemente un certo numero di Kg/cm<sup>2</sup>/ora e

precisamente 600 cioè molto meno di noi (100 Kg/cm<sup>2</sup> per 24 ore cioè 2400 K/cm<sup>2</sup>/ora) e degli inglesi (140 Kg/cm<sup>2</sup> per 24 ore, cioè 3360 Kg/cm<sup>2</sup>/ora).

E, sempre al proposito della porosità, è da aggiungersi che i tedeschi propongono ora come ulteriore mezzo di prova, la verifica dell'eventuale riscaldamento di un intero pezzo che abbia parti non smaltate (es. isolatori passanti o portanti per quadri) e a cui venga applicata una tensione quanto più possibile vicina a quella di arco, dopo averlo preventivamente immerso per 24 ore nell'acqua bollente. Per isolatori di grande importanza e con forti spessori di porcellana, quali i grossi passanti per altissime tensioni, questa prova, anziché di tipo, può diventare prova di fabbricazione, da eseguirsi cioè su ciascun pezzo.

La zincatura delle parti metalliche (art. 2102), specialmente quando queste siano connesse in modo stabile all'isolatore non dovrebbe essere soltanto « accurata » ma formare oggetto di verifiche di fabbricazione (perfetta aderenza, omogeneità, assenza di soluzioni di continuità) e di prove singole tra cui le note prove di immersione nella soluzione titolata di solfato di rame. Nessuna delle Norme estere per gli isolatori contiene tali prove, però esse formano invece oggetto in Germania, in Inghilterra e in America di altre Norme non elettrotecniche. Da noi invece esistono soltanto, se non erro, le prescrizioni per fili zincati dell'Amministrazione delle Poste e dei Telegrafi, le quali prescrizioni si basano sulla zincatura per immersione e sono forse un po' inadeguate agli altri moderni processi di zincatura; quindi vi potrebbe essere una certa convenienza a includere nell'apposito capitolo delle Norme anche delle opportune prove in proposito.

Il capitolo III tratta della parte più importante; cioè delle prove degli isolatori, prove che, in tutte le Norme, sono descritte con una confortante ricchezza di particolari, atta a dimostrare la larga esperienza già conseguita ovunque in tale materia. Esistono però anche in questa parte alcune differenze di concetto tra le Norme italiane e le Norme estere, differenze che vale la pena di rilevare.

Le Norme italiane classificano le prove come segue: (Articolo 3101).

a) « prove di verifica di tipo, avente per iscopo di verificare se un isolatore è di forma, dimensioni e materia « adatte alle condizioni di esercizio alle quali esso è destinato. « Dette prove devono farsi su uno o due elementi della fornitura ».

b) « prove di collaudo della fabbricazione, aventi per iscopo di verificare se i pezzi di una data fornitura e di un dato tipo sono esenti da vizi di fabbricazione e tali da poter essere accettati. Tali prove devono farsi sopra tutti gli elementi della fornitura, e solo per tensione di esercizio inferiore a 10.000 volt si possono limitare ad una parte della fornitura ».

Al che viene subito fatto di pensare che vi possano essere delle altre prove, impossibili ad eseguirsi su tutti gli elementi, ma che non condurrebbero ad alcuna conclusione se eseguite soltanto su uno o due elementi; tanto è vero che le Norme stesse, più oltre, cioè all'art. 3304 consigliano la ripetizione di alcune prove di tipo su un numero di isolatori variabile tra il 0.4 e il 0.2 % (o anche meno) della fornitura. Sembra però che le Norme italiane diano, purtroppo, poca importanza alla ripetizione di queste prove, visto che non la disciplinano affatto, mentre essa è invece, come risulta da quanto segue, questione capitale.

Le Norme americane e inglesi classificano le prove in prove di tipo (« design tests oppure type tests ») e in prove di fabbricazione (« routine tests »). A proposito delle prime, parlano di isolatore al singolare, per le seconde specificano, caso per caso, se devono essere fatte su tutti gli isolatori o su una parte di essi. Ciò è specialmente chiaro nelle Norme americane, in cui inoltre i cattivi o disuniti risultati delle più importanti di queste prove possono, come è logico, essere causa di rifiuto della fornitura.

Le Norme tedesche classificano invece le prove in « Stueckpruefung (Pruefung saemtlicher Stuecke), cioè prove di tutti i pezzi, e in « Stichproben », cioè prove da farsi su un certo numero di pezzi scelti a caso nella fornitura. E', come si vede, una suddivisione di ordine pratico, ma è anche quella più facilmente comprensibile e più facilmente adattabile ai rapporti tra fabbricanti e consumatori: anche l'ordine seguito in proposito nella compilazione delle Norme tedesche (che è il rovescio di quello seguito dalle altre Norme) è quello che si ve-

rifica praticamente nelle fabbriche: prima si provano tutti i pezzi, e poi si fanno ulteriori prove singole. Nelle prove tedesche, al pari delle americane, i cattivi e disuniformi risultati delle prove alla perforazione possono dar luogo al rifiuto della fornitura o, per usare l'eufemismo tedesco, alla dichiarazione che gli isolatori sono da ritenersi non rispondenti alle Norme. Le Norme francesi ripartiscono le prove secondo un concetto analogo a quello delle Norme tedesche, soltanto, vengono prima le prove parziali (da farsi su dieci elementi o al massimo sul 2 per cento della totale fornitura) e poi le prove da farsi su tutti i pezzi.

Le Norme italiane dividono dunque le prove in prove di verifica del tipo e cioè:

- prova elettrica a secco (art. 3201)
- prova elettrica sottopiovvia (art. 3202)
- prova di perforazione sott'olio (art. 3203)
- prova meccanica di rottura (art. 3207)
- prova fisica di fragilità (art. 3208)

nonchè in prove di collaudo e di fabbricazione e cioè:

- prova di tensione in vasca su tutti gli elementi (articolo 3302)
- ripetizione facoltativa su alquanti isolatori delle prove di cui agli art. 3201, 3202, 3203, 3207 e 3208 (articolo 3304)
- prove con tensione doppia su tutti gli isolatori (articolo 3305); l'articolo non precisa se intende parlare di tensione elettrica oppure meccanica: sembra si tratti di questa ultima.

Inoltre, le Norme italiane specificano un po' vagamente in appendice altre prove speciali, da farsi su richiesta, e per le quali il fornitore non è tenuto a mettere a disposizione i mezzi e cioè:

- prova combinata meccanica ed elettrica
- misura di dispersione
- misura di capacità
- prova a frequenza elevata
- prova ad impulsi di corrente
- prova ad impulsi di corrente
- misura di distribuzione del potenziale.

L'elenco delle prove nelle Norme inglesi è molto simile a quello italiano: le prove di tipo sono cioè le seguenti:

- prova di fragilità (che ha la precedenza)
- prova di arco superficiale a secco
- prova sottopiovvia
- prova di perforazione
- prova meccanica

e quelle di fabbricazione sono le seguenti:

- prova elettrica in vasca su tutti i pezzi
- prova meccanica su tutti i pezzi, salvo che l'acquirente si contenti di provarne solo l'uno per cento.

Le norme americane contemplano le seguenti prove di tipo:

- prova di arco a secco
- prova di arco sotto pioggia
- verifica della tensione a cui produconsi effluvi
- prova di perforazione
- prova combinata elettrica e meccanica

nonchè le seguenti prove di fabbricazione che costituiscono un vero e proprio collaudo:

- prova preliminare in vasca di tutti i pezzi con vigoroso arco superficiale e deduzione dell'accettabilità della fornitura dai risultati di tale prova
- prova meccanica su tutti gli isolatori finiti (solo per isolatori sospesi)
- altra prova elettrica su tutti gli isolatori finiti: per gli isolatori a perno, questa prova consiste ancora nella applicazione di un vigoroso arco superficiale a secco per la durata di 2'; per gli isolatori sospesi la prova può consistere nell'applicazione dello stesso arco, però per la durata di 3', oppure può essere, a scelta, sostituita da una prova ad alta frequenza, oppure da una prova ad impulsi, oppure da una prova di sovratensione in olio.

- prova di perforazione sul 1/2 % della fornitura, e deduzione dell'accettabilità della fornitura dai risultati di tale prova, e soprattutto dalla uniformità dei risultati stessi
- prova di rottura sull'1 % della fornitura e deduzione dell'accettabilità della fornitura stessa dai risultati di tali prove.

La prova di tutti i pezzi prescritta dalle Norme tedesche comprende quanto segue:

- prova elettrica in vasca
- prova elettrica ad impulsi facoltativa e comunque regolata da apposite Norme separate da quelle degli isolatori ed emesse nel giugno 1926
- prova meccanica (facoltativa)
- verifica della superficie.

Le prove tedesche su un certo numero di pezzi sono invece le seguenti:

- prova di arco a secco (non si specifica il numero di isolatori da provarsi)
- prova di arco sotto pioggia (non si specifica il numero di isolatori da provarsi)
- prova alla perforazione sul 0,4 % della fornitura (ed eventualmente su un ulteriore 0,4 %), e deduzione dell'accettabilità della fornitura dai risultati di tale prova tanto considerati in valore assoluto, quanto sotto il punto di vista dell'uniformità
- prova della sensibilità alle variazioni di temperatura, o prova di fragilità che dir si voglia, sul 0,4 % della fornitura
- prova meccanica sul 0,2 % della fornitura
- prova combinata elettrica e meccanica su almeno due pezzi
- prova di porosità su alcuni frammenti di porcellana immersi in soluzione di fucsina, oppure su isolatori completi mediante l'eventuale riscaldamento prodotto dalla corrente elettrica, come è stato accennato parlando del capitolo II delle nostre Norme.

Le Norme francesi annoverano tra le prove parziali da farsi sul 2 % della fornitura le seguenti:

- prova di arco superficiale a secco
- prova di arco superficiale sotto pioggia
- prova di comportamento sotto le variazioni di temperatura
- prova meccanica
- prova di perforazione; anche in queste Norme è prescritto che i risultati della prova alla perforazione non debbano differire più del tanto per cento dal valore medio ottenuto nelle prove stesse.

Come prova di fabbricazione contemplano soltanto la prova elettrica in vasca su tutti gli isolatori, con deduzione della accettabilità della fornitura dai risultati di tale prova.

Da quanto precede può facilmente arguirsi che un orientamento delle Norme italiane verso i pratici concetti di prova seguiti dagli americani e dai tedeschi potrà probabilmente essere di qualche giovamento, come pure di giovamento sarà il minuzioso raffronto dei dati e metodi di tutte le prove, raffronto che, come ho già accennato, potrà essere fatto in altra sede.

Riporto soltanto, a titolo d'esempio, il confronto dei dati riguardanti la prova elettrica in vasca e di quelli relativi alle prove fisiche di fragilità e cioè:

a) durata in minuti e tensione in percento della tensione di arco superficiale per la prova elettrica in vasca:

Italiani . . . . .	15'	100 %
Americani . . . . .	5'	100 % (arco vigoroso)
Inglese . . . . .	5'	100 %
Tedeschi . . . . .	15'	95 %
Francesi . . . . .	15'	75 %

b) numero di cicli e salto di temperatura nelle prove fisiche di fragilità:

Italiani . . . . .	?	70° C
Americani . . . . .	10	62° C
Inglese . . . . .	3	50° C
Tedeschi . . . . .	3	70° C
Francesi . . . . .	1	65° C

Se non temessi di lasciarmi, forse di essermi già lasciato, fuorviare dalla passione della critica, vorrei sollevare qualche riserva circa la necessità del capitolo IV « Norme per la richiesta e l'offerta ». Il costruire isolatori richiede una tale conoscenza dei problemi specifici della fabbricazione della porcellana e di quelli generici riguardanti gli impianti elettrici, da rendere probabilmente superfluo qualsiasi insegnamento ai costruttori di isolatori sul come redigere le offerte (art. 4102). Nè riuscirà difficile ai costruttori stessi, nel loro interesse, aiutare con ben redatti questionari, quei clienti che fossero imbarazzati a chiedere una offerta (art. 4101). A proposito del quale articolo è da notarsi che esso sfiora la questione del coefficiente di sicurezza lasciandone la determinazione facoltativa al cliente oppure al fornitore e forse un po' a tutti e due, ciò che mi dà modo di rinnovare l'augurio che le Norme intese a disciplinare nel modo più completo il problema dei coefficienti di sicurezza, delle quali ho parlato alla fine del capitolo I, siano al più presto un fatto compiuto.

Il capitolo V « Appendice » contempla prove speciali (articolo 5101 e 5102), tabella dei coefficienti di sicurezza (articolo 5103), dati per l'uso dello spinterometro a sfere (articolo 5104). A quest'ultimo articolo ne potrebbe forse essere utile aggiunto un altro con dati o curve di correzione per la resistenza specifica dell'acqua nelle prove sottopioggia (vedi Norme tedesche). Ciò poichè la resistenza specifica di 8000-10.000 ohm di cui è detto all'art. 3202 è di solito, più debole di quella dell'acqua di pioggia (che scende a tale resistenza soltanto presso fabbriche di prodotti chimici o in presenza di pulviscolo conduttore sospeso nell'atmosfera) ed è invece, di solito, più forte di quella della ordinaria acqua di pozzo o di sorgente.

Nulla aggiungerò a quanto ho già detto a proposito dei coefficienti di sicurezza, mentre per le prove speciali accennerò soltanto alla difficoltà grande di eseguire attendibili misure di dispersione, di capacità e di ripartizione del potenziale e alle discussioni tra tecnici circa la opportunità di prove ad elevata frequenza o ad impulsi.

In taluna parte delle presenti note è accennato ad articoli delle Norme che potrebbero essere ridotti o soppressi: è forse una inconfessata aspirazione al pochissimo ma ottimo, all'indispensabile ma perfetto. Aspirazione alquanto astratta e di difficile realizzazione (io, ad esempio, sto contravvenendovi proprio in queste righe), ma che tenderebbe ad arrivare a Norme semplici, prive di alcunchè di superfluo, di discutibile, di non generalmente applicabile.

Brevi dunque siano per essere le Norme, se così riteranno gli egregi Colleghi, ma viceversa lunghi, indefessi, minuziosi siano gli studi, le prove e le riprove intese a sempre più perfezionare la costruzione e l'applicazione degli isolatori tra di noi. In Italia, più che altrove, l'energia elettrica, in gran parte idrica, deve, prima di arrivare all'utente, compiere un gran viaggio attraverso lunghe linee di trasmissione, attraverso sezionamenti o smistamenti, attraverso sottostazioni: l'esito felice di tale viaggio dipende in gran parte dagli isolatori. Occorre cioè che l'energia elettrica, se posso usare una metafora, trovi in ogni isolatore non già un infido nemico minacciante di dannosamente disperderla, ma bensì un valido amico che ne guidi il sicuro e utile cammino.

E se le discussioni, i dubbi, gli scrupoli, le indagini, le scaramucce riguardanti la compilazione delle Norme, gioveranno direttamente o indirettamente ai perfezionamenti di cui sopra, un gran risultato sarà con ciò ottenuto e la consapevolezza di tale risultato costituirà, non ne dubito, per coloro che hanno atteso alle Norme stesse con amorosa cura, un degno e gradito compenso.

## □ CAVO PER LINEA A 75.000 VOLT □

L. BOSONE



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### Generalità sull'impiego dei cavi ad alta tensione.

Il campo di applicazione dei cavi sotterranei va gradatamente estendendosi dalle reti di distribuzione nelle città alle linee per il trasporto dell'energia elettrica a grande distanza. Se, allo stato attuale della tecnica, per le grandi linee in condizioni normali di installazione e di esercizio il sistema di trasmissione aereo si impone per considerazioni economiche, vi sono tuttavia casi particolari nei quali, per ragioni di ubicazione o di sicurezza, l'impiego dei cavi offre tali vantaggi da doversi talvolta considerare come una vera necessità.

Il più frequente di questi casi è quello dell'arrivo delle linee di trasmissione ai centri di consumo ove le condutture ad alta tensione devono spesso inoltrarsi nelle zone abitate.

L'installazione sotterranea del tratto terminale della linea permette, nei progetti di nuovi impianti, di internare la sottostazione primaria nella zona di carico, con evidente vantaggio economico della distribuzione, o di evitare, negli impianti esistenti, il trasporto della sottostazione verso la periferia in conseguenza della estensione delle aree abitate. Per le grandi città, ordinariamente alimentate da linee provenienti da diverse centrali, si presenta spesso l'opportunità di costituire un grande anello nella zona periferica alla tensione stessa delle linee in arrivo, ed in questo caso è evidente che la possibilità di una installazione sotterranea facilita notevolmente la risoluzione del problema.

La convenienza economica dell'impiego dei cavi ad alta tensione può anche presentarsi lungo il percorso delle linee di trasmissione per l'attraversamento di corsi d'acqua o di bracci di mare di considerevole larghezza o di terreni molto accidentati ove l'installazione dei sostegni per linea aerea sarebbe assai costosa.

Invece dal punto di vista della continuità di esercizio l'impiego dei cavi ad alta tensione è particolarmente vantaggioso nei tratti di linea che corrono lungo la costa del mare ove i depositi salini sono causa di frequenti scariche alla superficie degli isolatori e conseguenti interruzioni del servizio. Infine la sostituzione di un cavo ad una linea aerea può in certi casi essere utile per eliminare le perturbazioni sulle linee telegrafiche e telefoniche vicine.

E' importante ricordare per queste applicazioni che, mentre una trasmissione completamente sotterranea presenta rispetto alla linea aerea il vantaggio di una maggiore sicurezza di esercizio per la sua insensibilità ai disturbi atmosferici, un tratto di cavo direttamente collegato ad una lunga linea aerea si trova esposto alle sovratensioni di origine atmosferica, che anzi possono in determinate condizioni accentuarsi nei punti di collegamento per effetto delle riflessioni dovute alla variazione della impedenza caratteristica della linea.

Di ciò naturalmente si deve tener conto nel fissare il grado di sicurezza dei cavi.

La protezione può ottenersi, specialmente per quanto riguarda la riduzione di ampiezza delle onde mobili, con un'induttanza in serie sulla linea all'ingresso del cavo, ma si noti che per avere una protezione efficace occorre un valore della induttanza molto maggiore di quello delle bobine di self ordinariamente usate negli impianti. E' stato anche proposto di costituire queste indutture mediante bobine dello stesso cavo da proteggere. Questa disposizione avrebbe il vantaggio che, in caso di fulminazione dovuta ad un'onda di sovratensione proveniente dalla linea aerea, il guasto si manifesterebbe di preferenza nella bobina, che potrebbe essere rapidamente esclusa riprendendo il servizio colla semplice manovra di separatori opportunamente disposti. Ma per linee ad altissimo potenziale, essendo minore l'ampiezza delle onde di sovratensione in rapporto alla tensione di esercizio, si può senza inconvenienti fare a meno dei dispositivi di protezione, purchè il cavo sia progettato con adeguato grado di sicurezza.

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**



### Attuali limiti di tensione.

Per mantenere la possibilità delle applicazioni sopra accennate, seguendo il continuo aumento delle tensioni delle grandi linee di trasmissione, i costruttori si studiano di elevare sempre più anche i limiti di tensione dei cavi.

E' noto che il sistema di isolamento oggi usato da tutti i costruttori per i cavi ad alta tensione è quello a strati di carta impregnata con miscele isolanti a base di olii minerali e resine. Per i tipi di cavi trifasi comunemente in uso, formati da tre conduttori isolati, cordati insieme con riempitivi di carta od juta impregnata e quindi rivestiti da un tubo di piombo, la pratica di parecchi anni di esercizio ha ormai provato che essi possono con sicurezza venire impiegati per tensioni di esercizio fino a 30 kV; ma gli esperimenti eseguiti hanno consigliato di non oltrepassare tale limite, perchè i cavi, anche se hanno dato risultati favorevoli nelle prove di Laboratorio, hanno in esercizio una durata assai limitata. Le ragioni di ciò si debbono con tutta probabilità ricercare nel progressivo deterioramento che il dielettrico subisce per effetto degli effluvi e dei fenomeni di ionizzazione dovuti alla sollecitazione elettrica in direzione tangenziale agli strati di carta ed alla formazione di piccole zone di scarsa impregnazione nei riempitivi in seguito ai successivi riscaldamento e raffreddamenti.

Buoni risultati si sono invece raggiunti per tensioni superiori ai 30 kV impiegando cavi unipolari o cavi trifasi di costruzione speciale, i quali si comportano, dal punto di vista elettrico, come un complesso di tre cavi unipolari. Ciò può ottenersi rivestendo ciascuna delle tre anime, formate dal conduttore isolato, con un sottile strato metallico in contatto col tubo di piombo (cavi H) oppure riunendo sotto un'unica armatura tre cavi unipolari sotto piombo cordati insieme ad elica di lungo passo. Con queste disposizioni la massima tensione di esercizio dei cavi trifasi è stata elevata fino a circa 60 kV mantenendo i valori del diametro esterno entro i limiti imposti dalle esigenze di costruzione e di posa.

E' chiaro che nello stabilire la tensione di esercizio di un cavo trifase, o di un complesso di tre cavi unipolari per linea trifase, si deve principalmente tener conto delle condizioni di isolamento o di messa a terra del neutro. Se l'impianto deve funzionare con neutro isolato può darsi che, in caso di contatto a terra di una fase, gli elementi unipolari del cavo appartenenti alle altre due fasi, siano chiamati a sopportare per un periodo di tempo relativamente lungo una tensione eguale a 1,73 volte la tensione normale, e sono appunto le sovratensioni di lunga durata le più nocive nelle condutture sotterranee per il pericolo di deterioramento del dielettrico.

Perciò nelle applicazioni agli impianti con neutro isolato i cavi devono essere proporzionati con spessore isolante maggiore che porta ad un aumento di costo variabile dal 20 % al 30 %, ed i limiti di tensione raggiungibili per i diversi tipi risultano notevolmente ridotti.

Numerose sono le installazioni in Italia ed all'estero di reti sotterranee funzionanti da parecchi anni a tensioni prossime ai 30 kV e non mancano esempi di cavi per tensioni più elevate. Ricordiamo fra i cavi trifasi a superfici equipotenziali, tipo H, quelli di 3 x 50 mq. a 36 kV della Soc. du gaz di Bruges, quelli della rete a 50 kV di Hellerup ed i cavi di 3 x 150 mq. a 60 kV dell'impianto di Cassel.

Fra le installazioni con cavi unipolari citiamo quelle a tensioni trifasi di 50 kV della rete delle Ferrovie Federali Svizzere e della regione di Amsterdam e quelle a tensione trifase di 60 kV della Soc. Energia Elettrica Catalana, e dell'Union d'Electricité de Paris. Quest'ultima comprende uno sviluppo di linee di circa 220 km. Questi cavi funzionano in impianti aventi il punto neutro a terra.

I successi ottenuti in tali impianti hanno indotto i tecnici a sperimentare la costruzione di cavi per tensioni superiori a questi limiti. Oltre i 60 kV anche i tipi speciali di cavi trifasi devono essere abbandonati, per non sorpassare i massimi valori ammissibili per il diametro esterno, ed è allora necessario ricorrere ai tipi unipolari ed adottare disposizioni speciali allo scopo di avere una favorevole ripartizione del gradiente del potenziale e la massima rigidità dielettrica possibile dello strato isolante.

Sono ben noti gli svantaggi dei cavi unipolari in confronto dei trifasi e cioè: perdite di energia per correnti indotte nel tubo di piombo ed impossibilità di impiegare le comuni armature di protezione in ferro, che darebbero luogo ad eccessive perdite per isteresi e correnti parassite. Ora, siccome queste perdite dipendono dalla intensità della corrente, è evidente che tali inconvenienti risultano attenuati nel caso di linee ad al-

tissima tensione che permettono di trasportare grandi quantità di energia con intensità limitate. Le perdite per correnti indotte nel piombo si possono ridurre a meno del 10 % delle perdite nel rame collocando i cavi unipolari delle tre fasi molto vicini: praticamente conviene disporli fra loro a contatto secondo i vertici di un triangolo equilatero. La protezione meccanica può convenientemente realizzarsi installando i tre cavi unipolari in uno stesso tubo a cunicolo in cemento, oppure con speciali armature formate in tutto od in parte di metalli o leghe non magnetiche.

Negli ultimi anni parecchie case costruttrici hanno sperimentato cavi unipolari per tensioni superiori ai 60 kV. L'esito delle prove di Laboratorio e dei primi esperimenti di esercizio è stato molto incoraggiante ma solo i risultati di alcuni anni di pratica applicazione ci potranno fornire elementi sicuri sulla loro durata. Particolarmente importante fra queste esperienze è quella compiuta dalla Soc. Pirelli con un cavo unipolare di costruzione speciale a circolazione d'olio per linea trifase a 130 kV del quale è già apparsa notizia in questo giornale (*L'Elettrotecnica*, 5 gennaio 1925). Una prima applicazione di esso è stata fatta in Italia sopra un tronco di linea della rete della Soc. Interregionale ed una grande applicazione sta per seguire negli Stati Uniti d'America.

In questa breve nota ho creduto interessante riferire i risultati che si sono ottenuti in laboratorio ed in esercizio con un tipo di cavo unipolare, costruito dalla Soc. Tedeschi di Torino, che ha il vantaggio di non richiedere alcuna installazione ausiliaria per mantenere l'olio in pressione (1) Esso è stato finora provato su linea trifase a 75 kV ma i risultati ottenuti sono tali da incoraggiare a prossime esperienze con tensioni più elevate.

### Cavo per linea a 75 kV.

I principali criteri che si devono seguire nel progetto di un cavo per alta tensione per raggiungere la massima resistenza alla perforazione sono:

- elevata rigidità dielettrica del materiale isolante;
- conveniente ripartizione del gradiente del potenziale.

Per ottenere una buona rigidità dielettrica è anzitutto necessario che i nastri di carta siano avvolti intorno al conduttore in modo da formare uno strato isolante ben compatto, senza pieghe nella carta e senza spazi vuoti. E' poi molto importante che durante il processo di essiccamento nel vuoto e di impregnazione l'aria venga tutta eliminata e sostituita dalla miscela isolante. L'impregnazione deve essere completa e mantenersi tale anche in seguito alle dilatazioni e contrazioni che si succedono durante l'esercizio nei periodi di riscaldamento e di raffreddamento del cavo, perchè la presenza nel dielettrico di piccole zone scarsamente impregnate o di piccole bolle d'aria è assai nociva.

In questi punti infatti la costante dielettrica è inferiore e quindi il gradiente del potenziale è più alto che nella massa circostante, mentre la rigidità dielettrica è piccola, così che anche sotto la tensione normale di esercizio si producono effluvi e fenomeni di ionizzazione che alterano e riscaldano il dielettrico diminuendo la sua resistenza alla perforazione.

La rigidità dielettrica di un isolante può definirsi come il minimo valore del gradiente del potenziale che determina la perforazione in un campo uniforme, cioè a gradiente costante.

Nello spessore isolante di un cavo unipolare le superfici equipotenziali sono cilindriche e coassiali al conduttore ed al tubo di piombo, ed il gradiente del potenziale va crescendo dall'esterno verso l'interno variando in ragione inversa della distanza dall'asse.

Alla superficie del conduttore il gradiente è massimo e vale:

$$ga = \frac{2V}{d \log_e \frac{D}{d}}$$

ove:  $V$  è la tensione applicata fra il conduttore ed il piombo.  
 $D$  è il diametro interno del tubo di piombo.

$d$  è il diametro del conduttore cilindrico.

Si ricava da questa relazione che se si mantiene costante il diametro esterno  $D$  dell'isolante e si fa variare il diametro  $d$  del conduttore, il gradiente alla superficie di questo ammette

(1) Ing. E. SOLERI: «Rapporto sui cavi ad alta tensione» presentato al Primo Congresso della Unione Internazionale dei produttori e distributori di energia elettrica - Roma, settembre 1926.

un minimo in corrispondenza del valore  $\frac{D}{d} = e = 2,72$  (base dei logaritmi neperiani).

Da un'analisi superficiale del fenomeno si può essere indotti a credere che aumentando la tensione applicata al cavo la perforazione avvenga quando il gradiente massimo, alla superficie del conduttore, raggiunge il valore corrispondente alla rigidità dielettrica del materiale come sopra definita, e che quindi il cavo debba essere calcolato in base al valore del gradiente massimo; e questo era infatti il solo concetto seguito in passato.

Effettivamente il fenomeno non è così semplice. Indagini più approfondite e numerose e sistematiche esperienze eseguite specialmente nei laboratori americani, hanno provato che, mentre la tensione di perforazione può considerarsi regolata dal gradiente massimo per valori del rapporto  $\frac{D}{d}$  minori di 2,72 nei cavi in cui  $\frac{D}{d}$  è maggiore di 2,72 gli strati interni del dielettrico possono sopportare un gradiente superiore a quello corrispondente alla rigidità dielettrica del materiale, determinata in campo uniforme, senza che l'intero spessore isolante venga perforato.

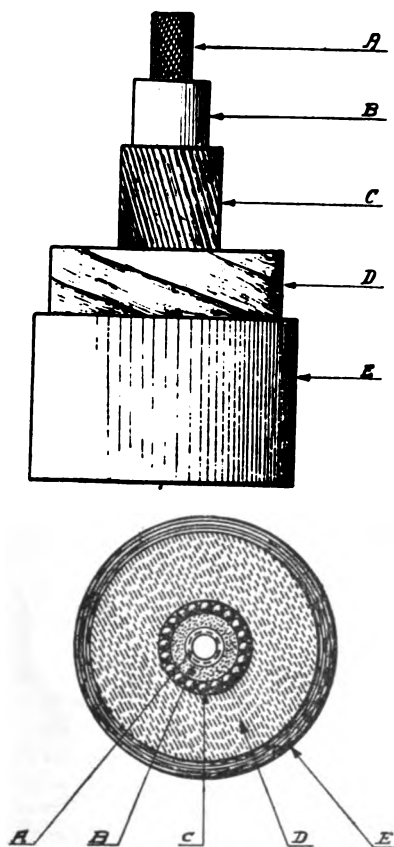


Fig. 1.

Parecchie teorie sono state proposte per spiegare il complesso fenomeno della scarica attraverso uno strato isolante in un campo non uniforme, partendo da punti di vista sostanzialmente diversi. Alcune di queste teorie si basano sugli effetti di ionizzazione, altre invece considerano la perforazione come un fenomeno di natura termica; tutte però concordano nel concetto che la tensione di scarica non sia soltanto regolata dal gradiente del potenziale ma anche dalla quantità di energia in giuoco e nel prevedere una notevole influenza del tempo di applicazione della tensione sulla tensione di perforazione.

Queste teorie hanno certamente servito a gettare nuova luce sopra diversi interessanti aspetti del fenomeno, ma, allo stato attuale delle nostre conoscenze in tale questione, il progettista, per quanto riguarda l'isolamento, deve ancora principalmente basarsi sui risultati di esperienze eseguite in condizioni simili a quelle che lo interessano. Nel caso dei cavi unipolari queste sembrano provare che, per un dato valore del diametro esterno  $D$  dell'isolante, non conviene diminuire il diametro del conduttore sotto il valore  $\frac{D}{2,72}$  perchè, mentre non si realizza alcun guadagno nella tensione di perforazione, il maggiore spessore del dielettrico rende più difficile l'impregnazio-

ne. Questo concetto porta ad usare nei cavi ad altissima tensione dei conduttori di forma cava per non impiegare una quantità di rame molto superiore a quella calcolata sufficiente per mantenere entro determinati limiti il riscaldamento e le perdite di energia.

Seguendo questi criteri la Soc. Tedeschi ha adottato per i cavi unipolari per tensioni superiori ai 60 kV la disposizione seguente. (Fig. 1).

Il conduttore  $C$  destinato a trasmettere la corrente di esercizio è formato con uno o più strati di fili di rame avvolti a spirale sopra un'anima interna. Questa è costituita da un supporto cilindrico  $A$  forato (perchè sia permeabile alla vernice isolante), che può essere ad esempio un tessuto di fili metallici in forma tubulare od un tubo flessibile forato, circondato da uno strato  $B$  di materiale poroso come carta o tessili. A questo strato poroso si dà lo spessore necessario per ottenere il gradiente del potenziale che si desidera alla superficie del conduttore. Esternamente il conduttore è rivestito di uno strato isolante in carta impregnata  $D$  e quindi di un tubo di piombo  $E$  secondo la disposizione solita.

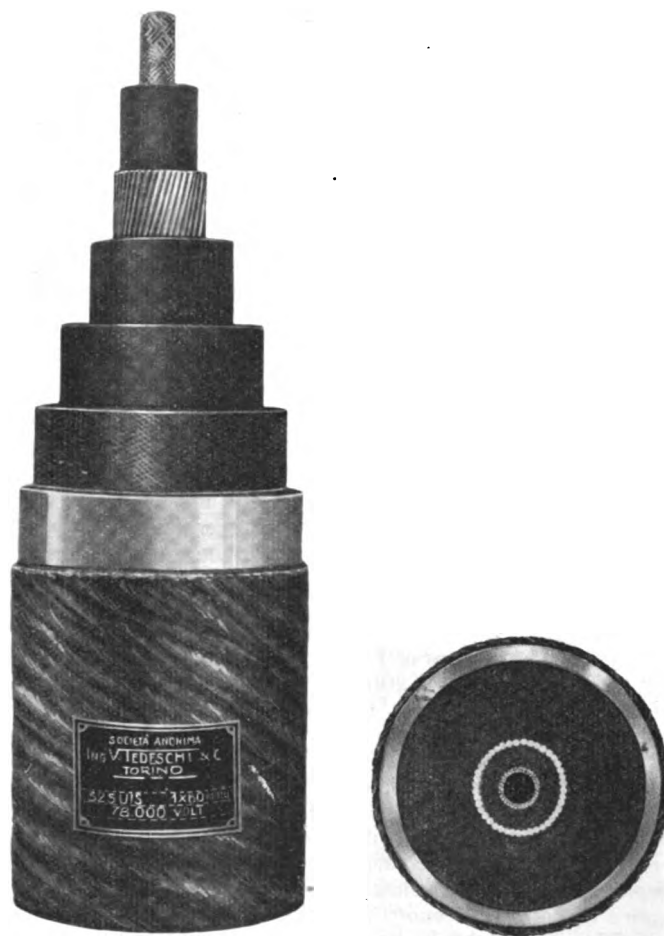


Fig. 2.

L'impregnazione di un cavo così costruito è facilitata per il fatto che la vernice può penetrare nello strato isolante non soltanto dall'esterno ma anche dall'anima cava interna.

Inoltre il materiale poroso che forma quest'ultima, restando abbondantemente impregnato, costituisce un vero serbatoio di miscela isolante interna ed aderente al conduttore, dal quale la vernice può facilmente passare per capillarità ai primi strati del dielettrico, dove appunto il gradiente del potenziale è più elevato e quindi occorre una maggiore rigidità dielettrica. Notiamo che questo materiale può essere scelto molto poroso in quanto che esso non sopporta alcuna sollecitazione elettrica.

Un tale cavo, di costruzione assai semplice, può dunque funzionare conservando per lungo tempo una buona impregnazione anche senza ricorrere a disposizioni speciali delle muffole di giunzione e dei terminali per mantenere l'alimentazione dell'olio durante l'esercizio. Si possono impiegare giunti del tipo comune ad isolamento ricostituito, oggi generalmente usato per i cavi ad alta tensione, ed i terminali si possono formare con isolatori simili a quelli in uso per i trasformatori e gli interruttori.

Poichè l'anima porosa interna non deve essere sollecitata elettricamente conviene collegare nelle muffole di giunzione



il conduttore principale al supporto tubolare metallico interno, che contribuisce così a portare la corrente di esercizio.

Uno di questi cavi rappresentato in fig. 2 è stato costruito per applicazione ad una linea trifase a 75 kV, colle caratteristiche seguenti.

- Treccia tubolare di fili di ferro zincato, diametro: mm. 8.
- Uno strato di fili di rame (1,3 mm) fino al diametro: mm. 20,6.
- Carta impregnata fino al diametro: mm. 55.
- Tubo di piombo (spess. 2,6 mm.) fino al diametro: mm. 60,2.

Le principali caratteristiche elettriche sono:

- Spessore isolante: 17,2 mm.
- Sezione del conduttore di rame: 60 mmq.
- Gradiente medio del potenziale sotto la tensione normale di  $75/\sqrt{3}$  kV: 2,5 kV/mm.
- Gradiente massimo del potenziale nelle stesse condizioni: 4,2 kV/mm.
- Intensità di corrente normale in servizio continuo (per posa di tre cavi adiacenti nello stesso cunicolo): 165 Amp.
- Capacità in microfarad per km.: 0,19.

La portata in corrente di 165 Amp. corrisponde, per la tensione composta di 75 kV, alla portata in potenza di circa 21.000 kVA.

Alla capacità di 0,19 microfarad per km. corrisponde una potenza capacitiva assorbita dal cavo di 340 kVA per km. e da questo dato facilmente si rileva come l'installazione di un tronco di parecchi km. di un tale cavo possa produrre un sensibile effetto nel miglioramento del fattore di potenza di una rete.

#### Prove di laboratorio.

**Prove di tensione.** — Tutta la lunghezza di cavo costruita (circa 450 m.) venne sottoposta senza inconvenienti ad una tensione di prova di 100 kV, applicata fra il conduttore ed il piombo, per la durata di un quarto d'ora.

Essa corrisponde a 2,3 volte la tensione  $75/\sqrt{3}$  kV che il cavo deve normalmente sopportare in esercizio.

Sopra alcuni spezzoni di breve lunghezza si sono poi fatte diverse prove di durata. Così un tratto di 20 m. fu mantenuto alla tensione di 100 kV per un'ora senza che si riscontrassero punti sensibilmente riscaldati. Uno spezzone venne provato per due ore a 120 kV ed un'altro tratto di 25 m. sottoposto alla tensione di 200 kV si perforò dopo 43 minuti primi. La perforazione per tensione gradatamente crescente si ottenne a 300 kV.

**Perdite nel dielettrico.** — E' ben nota l'importanza che nella valutazione della qualità dei cavi per alta tensione hanno le misure delle perdite nel dielettrico; questo argomento ha più volte formato oggetto di interessanti pubblicazioni nel nostro giornale<sup>(2)</sup>. Particolarmente utile è, per il controllo della lavorazione, la determinazione della curva di variazione del fattore di potenza a vuoto colla tensione applicata.

Ricordiamo che in un cavo isolato con strati di carta perfettamente aderenti ed impregnato in modo completo ed uniforme il fattore di potenza della corrente di carica si dovrebbe mantenere praticamente costante, per una data temperatura, col variare della tensione applicata, perchè le perdite dovute ad isteresi ed a viscosità dielettrica del materiale variano all'incirca proporzionalmente al quadrato della tensione. Ma la presenza di piccole bolle d'aria nella massa dell'isolante, dovute ad inevitabili imperfezioni nella disposizione dei nastri di carta, alle piegature nelle operazioni di bobinatura ed alle successive dilatazioni e contrazioni termiche della miscela impregnante, fa sì che, quando la tensione oltrepassa un determinato limite, altre perdite di energia intervengano per effetto degli effluvi e delle piccole scariche interne, ed il fattore di potenza aumenta più o meno rapidamente in relazione al volume degli spazi d'aria.

La curva del fattore di potenza in funzione della tensione

presenta dunque un primo tratto sensibilmente orizzontale fino ad una tensione critica, che si suole chiamare *tensione di ionizzazione* ed un secondo ramo ascendente la cui inclinazione è un indice delle più o meno buone condizioni del dielettrico.

Rammentiamo pure che per una data tensione il fattore di potenza varia colla temperatura secondo una curva che, per le miscele di impregnazione comunemente usate, presenta un minimo in prossimità dei 40°.

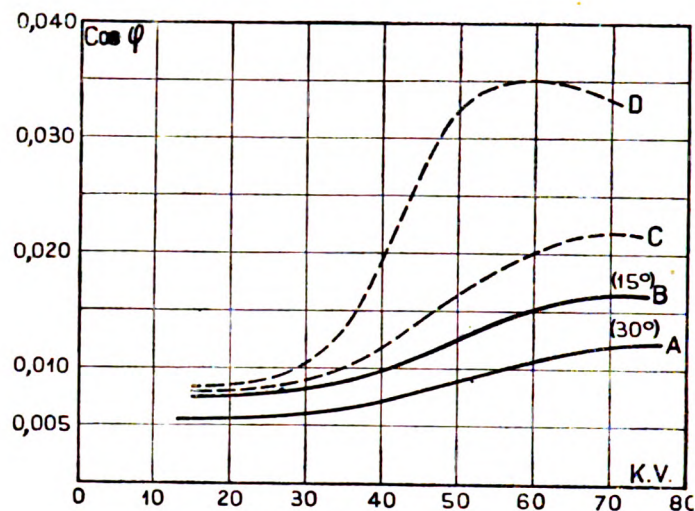


Fig. 3.

Nella (fig. 3) la curva A mostra la variazione del fattore di potenza in funzione della tensione rilevata sul cavo sopra descritto alla temperatura di 30°. Il  $\cos \varphi$  si mantiene all'incirca costante sul valore di 0,006 fino ad una tensione di circa 30 kV e sale quindi lentamente fino a circa 0,012 alla tensione di 70 kV. Questo basso valore finale è un indizio delle buone condizioni di impregnazione del cavo.

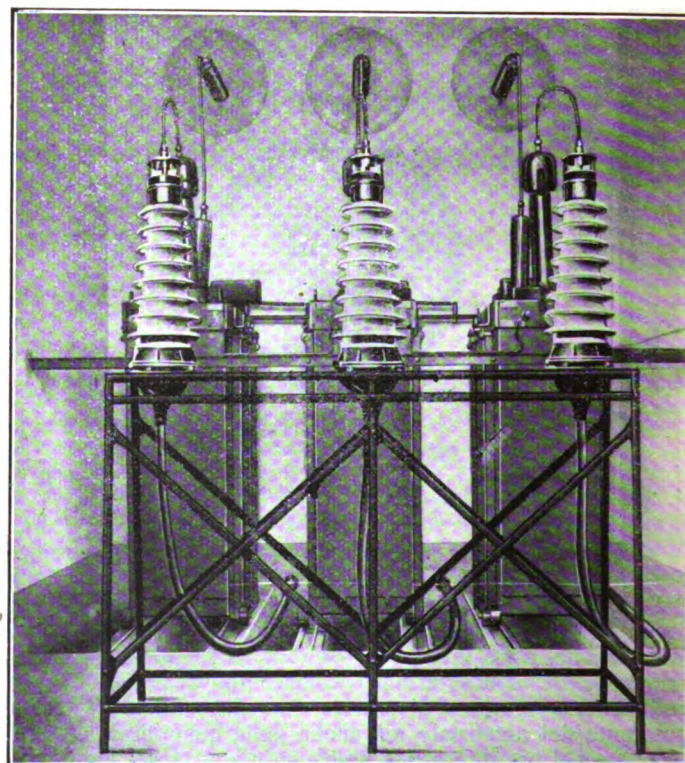


Fig. 4.

La curva B è stata determinata per una temperatura del cavo di 15° e valori molto prossimi a questi si sono ottenuti nella misura a 55° corrispondente alla massima temperatura ammessa per il calcolo della corrente normale.

Dal valori misurati del fattore di potenza e delle capacità si deduce che le perdite nel dielettrico, alla tensione di esercizio di  $75/\sqrt{3}$  kV alla temperatura di 55° ed alla frequenza di 50 periodi, sono eguali al 16 % delle perdite per effetto joule nel rame (calcolate per la corrente normale di 165 Amp).

(2) Vedansi ad esempio gli articoli:

Ing. L. EMANUELI: «Le perdite nel dielettrico nei cavi in carta impregnata per trasporto di energia» — *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1922.

Ing. E. SOLERI: «Sui cavi ad alta tensione» — *L'Elettrotecnica*, 25 gennaio 1924.

DUNSHETH: «Studi e discussioni sui problemi dei cavi per alte tensioni» — *L'Elettrotecnica*, 5 giugno 1926.



Una serie di misure fu fatta per studiare l'effetto delle dilatazioni e contrazioni termiche della miscela isolante sulla formazione di bolle gassose nell'interno dell'isolante. Uno spezzone del cavo di 25 m. di lunghezza fu sottoposto ad una serie di cicli termici riscaldandolo con corrente alternata inviata nel conduttore e controllando la temperatura con misure della resistenza del rame. In ogni ciclo la temperatura massima era mantenuta per un'ora e dopo il raffreddamento il cavo era lasciato alla temperatura ambiente di 15° per la durata di almeno 12 ore per lasciare il tempo alla miscela di assumere una distribuzione stabile. Dopo ogni ciclo veniva ripetuta la determinazione della curva di variazione del fattore di potenza a vuoto in funzione della tensione.

Dopo tre successivi riscaldamenti a 65° le curve ottenute erano praticamente coincidenti colla curva B e ciò dimostra che nessuna sensibile alterazione era avvenuta nella costituzione del dielettrico.

Dopo un riscaldamento a 75° si è rilevata la curva C della (fig. 3) e dopo un successivo riscaldamento a 90° si è ottenuta la curva D che denota, col rapido aumento del fattore di potenza fino al valore 0,035, la presenza di abbondanti bolle gassose nella massa dell'isolante. Si osserva che a partire dalla temperatura di 70° la miscela completamente liquida cominciava ad uscire dalle estremità del cavo.

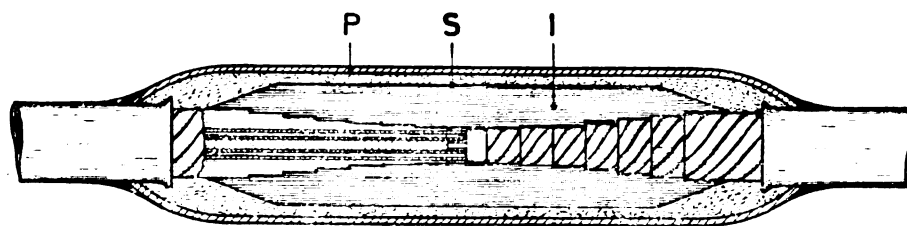


Fig. 5.

Queste misure furono eseguite sulle intere pezzature di fabbrica coll'elettrodinometro e con una speciale resistenza ad acqua corrente per alta tensione, seguendo il metodo proposto dagli Ingg. Barbagelata ed Emanueli <sup>(1)</sup> e sopra campioni del cavo di breve lunghezza col metodo del ponte di Wheatstone, impiegando un condensatore in aria ad alta tensione senza perdite ed un galvanometro vibratorio come indicatore di zero (ponte di Shering).

Si deve concludere dai risultati di queste esperienze che è condizione della massima importanza per la buona conservazione del dielettrico che il cavo non venga mai riscaldato a temperatura superiore ai 65° anche per brevi periodi di sovraccarico.

#### Prove in esercizio.

Una applicazione sperimentale di questo cavo in collegamento diretto con una estesa rete di linee aeree a 75 kV avente il nudo neutro isolato è stata fatta dalla Società Elettrica Alta Italia. Un primo tronco di linea sotterranea, della lunghezza di 50 m. venne inserito in derivazione sopra una delle linee in arrivo alla sottostazione principale della città di Torino senza altra protezione che quella di una piccola induttanza in serie e di un interruttore automatico. Il cavo restò in tensione per la durata di circa quattro mesi.

In seguito al risultato favorevole di questa prima prova un secondo tronco di linea in cavo della lunghezza di 150 m., munito di tre cassette di giunzione intermedie, venne disposto in serie colla linea aerea senza alcun dispositivo di protezione e funzionò regolarmente sotto carico per circa un mese.

Durante questi periodi di inserzione sia in tensione che sotto carico non si ebbe alcun disturbo né sul cavo né sui relativi accessori malgrado l'assenza completa di protezioni e malgrado che sulla linea aerea si siano più volte prodotti archi di messa a terra e di corto circuito in conseguenza di sovratensioni.

I terminali, visibili nella (fig. 4) furono costruiti con isolatori in porcellana riempiti d'olio a livello visibile con serbatoio superiore in vetro.

La parte metallica inferiore per il raccordo al cavo è stata studiata di forma opportuna per evitare le scariche che ten-

dono a prodursi lungo la superficie esterna del rivestimento di carta. Nelle prove eseguite in laboratorio si ebbe ripetutamente l'arco esterno sull'isolatore alla tensione di circa 240 kV senza che si notassero indizi di scariche nell'interno del terminale.

Il tipo di muffola di giunzione che venne impiegato per riunire i due tronchi di cavo nella prova in esercizio sotto carico è rappresentato in (fig. 5), e fu costruito col sistema ad isolamento ricostituito, che è generalmente ritenuto il più conveniente per cavi ad alta tensione. Lo strato isolante che circonda il conduttore è tagliato a gradini degradanti verso il centro della muffola ove i due capi liberi del conduttore sono collegati con un morsetto. Sopra le due teste così formate viene ricostituito uno strato isolante I di conveniente spessore con fogli di carta accuratamente essiccati ed impregnati ed il giunto è quindi rinchiuso in un manicotto di piombo P saldato alle estremità al piombo del cavo e riempito di miscela isolante.

Aderente all'ultimo strato di carta è disposto un sottile schermo metallico S perforato (perché sia permeabile alla miscela isolante) e collegato elettricamente al piombo. In tal modo il campo elettrico è limitato nello spazio compreso fra il conduttore e lo schermo e restano evitate le scariche nelle bolle gassose che di solito si formano nella zona esterna fra la carta ed il piombo quando la miscela si contrae per effetto del raffreddamento.

Questo tipo di giunto venne provato in laboratorio per mezz'ora alla tensione di 120 kV pari a 2,8 volte quella normale di esercizio e per cinque minuti a 150 kV.

#### Conclusioni.

I risultati favorevoli di queste prove ci autorizzano a ritenere che un cavo del tipo e delle dimensioni di quello sopra descritto può con sicurezza essere impiegato per tensione di 75 kV in impianti con neutro isolato e fino a 90 kV per impianti aventi il neutro a terra, ed hanno incoraggiato il costruttore ad iniziare esperimenti per tensioni più alte aumentando adeguatamente le dimensioni del cavo.

In generale le esperienze compiute negli ultimi tempi da diverse case costruttrici dimostrano la possibilità di collegare direttamente tronchi di linee sotterranee alle grandi linee aeree di trasporto. Poiché sono frequenti i casi in cui queste applicazioni porterebbero notevoli vantaggi nella economia generale degli impianti o nella sicurezza di esercizio è da augurarsi che tali esperimenti siano continuati sia per parte dei costruttori che per parte delle Aziende di distribuzione, in applicazioni di sempre maggiore importanza e cercando di raggiungere limiti di tensione sempre più elevati.

Laboratorio Sperimentale  
della Società Ing. V. Tedeschi di Torino.

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

<sup>(1)</sup> BARBAGELATA ed EMANUELI: «Sulle misure di potenza con carichi assai sfasati» — *L'Elettrotecnica*, 5 agosto 1922.



# SULL'ATTRAVERSAMENTO DELLE PARETI CON CONDUTTORI AD ALTA TENSIONE IN ARIA

G. SOMEDA



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

Fino a che gli elettrotecnici ebbero a cimentarsi con tensioni modeste, comprese cioè nell'ambito di poche migliaia od al massimo qualche decina di migliaia di volt, l'attraversare con un conduttore la parete di un locale o la cassa metallica di un trasformatore o interruttore, non fu problema arduo e passò in un primo tempo, direi, quasi inosservato.

Ma mano mano che le tensioni in gioco crebbero, aumentarono assai più che proporzionalmente le difficoltà, tanto che non fu più possibile risolvere tale problema in modo empirico, ma si dovette per via di calcolo e di esperienze creare intorno ad esso tutto un ramo particolare della tecnica delle alte tensioni.

Non è erroneo affermare che ancora oggi i passaggi dei conduttori, attraverso finestre in aria libera o per mezzo di isolatori passanti, costituiscono un punto debole delle nostre installazioni; e mentre vediamo si può dir quotidianamente entrare sul mercato nuovi tipi di isolatori passanti, che, se pur sostanzialmente conservano i caratteri di pochi schemi fondamentali dettati dalla teoria, rappresentano un continuo e delicato lavoro di affinamento, al quale portano un contributo potente i moderni mezzi d'indagine sperimentale sia dei materiali sia della forma, poco o nulla viene studiato il problema degli attraversamenti in aria libera, pur tanto diffuse nella pratica, se non altro per ragioni di economia.

Il problema è modesto nelle sue apparenze, ma non per questo disprezzabile: ritengo perciò non del tutto inutile portarvi il contributo di alcune ricerche, aventi principalmente lo scopo di definire l'importanza e l'influenza, sulla tensione di scarica, dei vari elementi costitutivi di un attraversamento in aria libera.

Il conduttore ed il contorno del foro (supposto circolare) nella parete, possono in prima approssimazione considerarsi come le due armature di un condensatore a cilindri coassiali. Chiamando pertanto con  $R$  ed  $r$  i raggi del foro e del conduttore, ad una distanza  $x$  dall'asse di questo, lo spostamento elettrico (densità di flusso) sarà:

$$(1) \quad S = \frac{\epsilon V}{4 \pi x \ln \frac{R}{r}} \frac{1}{9 \cdot 10^{11}}$$

essendo  $\epsilon$  = costante dielettrica (= 1 per l'aria),

$V$  = differenza di potenziale in volt fra le armature, mentre il gradiente del potenziale alla stessa distanza  $x$  è:

$$(2) \quad \frac{dV}{dx} = g = \frac{V}{x \ln \frac{R}{r}}$$

che risulta evidentemente massimo alla superficie del cilindro interno ( $x = r$ ).

Volendo rendere massima la tensione di scarica tra i due cilindri, per un dato diametro di quello esterno, devono essere soddisfatte alcune condizioni. E' noto infatti che se il gradiente di potenziale alla superficie del conduttore supera un certo limite, dato secondo il Peek dalla:

$$(3) \quad g_v = g_v \left( 1 + \frac{0,301}{\sqrt{r}} \right)$$

nella quale  $g_v$  è la rigidità dielettrica dell'aria (pari a 30 kV/cm mass. alla pressione di 760 mm e a 20°) si origina l'effetto corona, vale a dire la disruzione locale del dielettrico, aria, in prossimità del conduttore.

Posto pertanto nella (2),  $r$  in luogo di  $x$ , ed eguagliata all'

(3), si ha:

$$(4) \quad g_v = \frac{V}{r \ln \frac{R}{r}}$$

e quindi:

$$(5) \quad V = g_v r \ln \frac{R}{r}$$

Supposto in prima approssimazione  $g_v$  indipendente da  $r$  e coincidente con  $g_v$ ,  $V$  assumerà il massimo valore possibile per

$$r = \frac{R}{e} = \frac{R}{2,71}$$

essendo  $e$  la base dei logaritmi naturali.

E' questo il ben noto rapporto fra i raggi preso a base non solo nel calcolo degli isolatori passanti, ma anche dei cavi.

Nel caso però di un attraversamento in aria libera non bisogna dimenticare, trattandosi di aria, che l'ipotesi fatta  $g_v = g_v = \text{costante}$ , non corrisponde alla realtà.

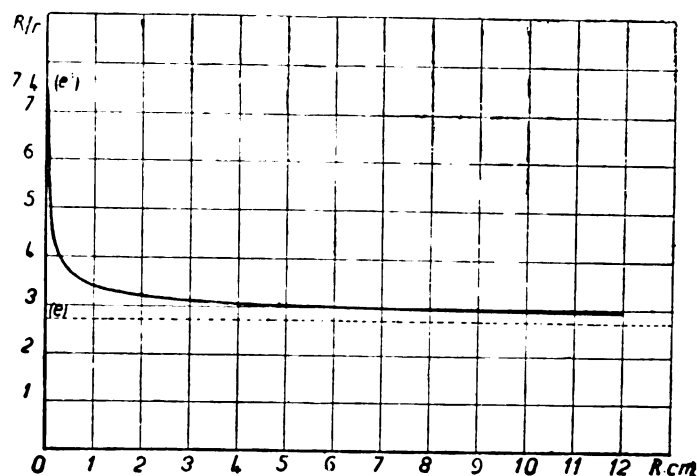


Fig. 1.

Il vero rapporto di massima convenienza fra i due conduttori cilindrici si ottiene invece applicando la (3), che confrontata con la (2) e la (4) dà:

$$g_v = \frac{V}{(r + 0,301 \sqrt{r}) \ln \frac{R}{r}}$$

che si può interpretare dicendo che il gradiente critico per il quale s'inizia la disruzione del dielettrico è costante, non alla superficie del conduttore, ma ad una distanza dal suo asse:

$$x = r + 0,301 \sqrt{r}$$

Ciò posto, se si eguaglia a zero la derivata della (5) rispetto ad  $r$  ponendovi per  $g_v$  il valore della (3) si ottiene:

$$(6) \quad \frac{R}{r} = e^{\frac{1}{\sqrt{r} + 0,301}}$$

che significa come in realtà per l'aria il rapporto di massima convenienza fra i raggi, non è costante, ma funzione di  $r$ , ed oscilla fra i limiti estremi:

$$\frac{R}{r} = e = 2,71 \text{ per } r \rightarrow \infty$$

$$\frac{R}{r} = e' = 7,4 \text{ per } r \rightarrow 0$$

La curva di fig. 1 dà la soluzione inversa o meglio per ogni valore di  $R$  il corrispondente rapporto  $\frac{R}{r}$ .

Nella fig. 2, sono riportate due curve della tensione di scarica fra cilindri concentrici. Le ordinate punteggiate corrispondono al rapporto  $\frac{R}{r}$ , e mentre quelle a tratto e punto corrispondono al rapporto  $\frac{R}{r}$ .

dono al rapporto calcolato con la (6), e si avvicinano assai di più al massimo.

Ciò ha naturalmente valore finchè si possa considerare l'insieme del conduttore e del contorno della finestra, come un sistema cui si possano applicare le formule dei cilindri, laddove in pratica, a causa della assai limitata lunghezza assiale di questo, le cose devono necessariamente scostarsi sensibilmente.

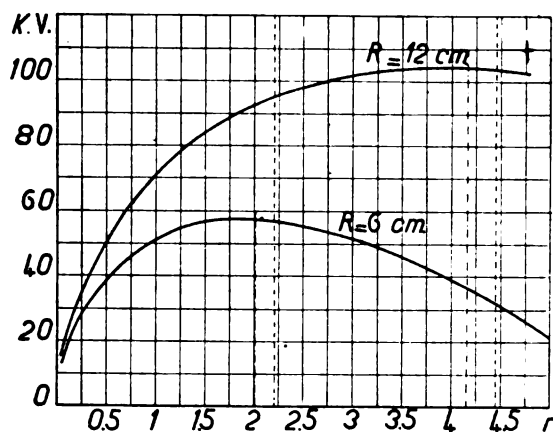


Fig. 2.

Per compiere un primo passo verso le condizioni reali, ho effettuato alcune misure delle tensioni di scarica fra un conduttore foggiato a toro della sezione circolare, ed un conduttore cilindrico concentrico <sup>(1)</sup>.

Le figure 3, 4, 5, ne riproducono i risultati. Delle due curve, quella inferiore dà la minima tensione di scarica, vale a dire la tensione alla quale si manifestano le prime scariche disruptive di carattere intermittente, accompagnate da una quantità di energia limitata, mentre la curva superiore dà il limite massimo di tensione raggiungibile, oltre il quale non è possibile salire, per il formarsi di un vero e proprio arco permanente <sup>(2)</sup>.

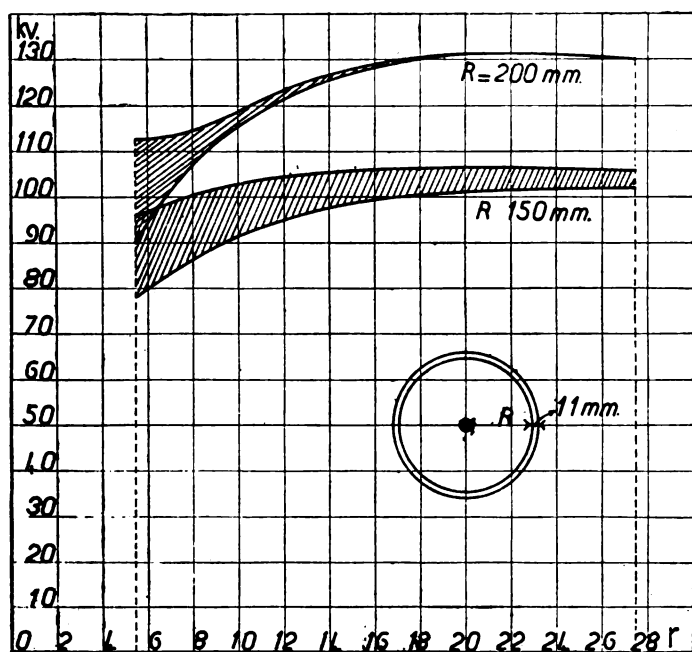


Fig. 3.

E' partico'armente la curva inferiore che ha importanza nel caso nostro, come elemento rispetto al quale fissare un certo coefficiente di sicurezza.

<sup>(1)</sup> Per chiarezza e rapidità della esposizione conviene tenere presente che la parola «diametro» si riferisce al cerchio generatore, mentre con «apertura» del toro, si denota il diametro interno del foro da esso delimitato.

<sup>(2)</sup> E' d'uopo avvertire che le misure riportate nel presente lavoro sono state effettuate fra elettrodi entrambe isolati da terra, per ragioni inerenti ai mezzi sperimentali a disposizione.

Da qualche controllo, che è stato possibile effettuare, le differenze non sono grandi nel caso dell'anello posto a terra, e comunque le curve

La semplice comparazione delle tre figure, mostra quale importanza assuma il diametro del toro, ponendo in evidenza la insufficienza delle formule stabilite per i cilindri.

E' infatti evidente come in questo caso, data la limitata superficie del toro, il massimo gradiente del potenziale non si trovi sempre di necessità alla superficie del conduttore assiale, ma possa in particolari condizioni trovarsi alla superficie dell'anello, onde la scarica può iniziarsi per disruption del dielettrico in prossimità di questo anzichè di quello.

Osservando gli elettrodi al buio, si può vedere come oltre un certo diametro del conduttore assiale, la scarica sia preceduta da effluvi all'anello senza alcuna luminosità dell'altro elettrodo.

A tale proposito ho riassunto nella seguente tabella alcune osservazioni effettuate; che si riferiscono tutte a tori della medesima apertura di 300 mm.

Diametro del conduttore assiale mm.	Diametro del toro mm.	
11	9	Formazione di effluvi al conduttore; segue la scarica a tensione sensibilmente più elevata senza effluvi al toro.
16	9	Formazione di effluvi al conduttore; la scarica è preceduta da effluvi al toro.
26	9	Formazione di effluvi al toro; la scarica è preceduta da effluvi al conduttore.
16	16	Formazione di effluvi al conduttore; segue la scarica senza effluvi al toro.
26	16	Come la precedente.
35	16	Formazione contemporanea dell'effluvio al conduttore ed al toro; segue la scarica a tensione di poco superiore.

Tutto ciò spiega l'inutilità di adottare conduttori di grande raggio se nel contempo non si dà al toro un diametro adeguato.

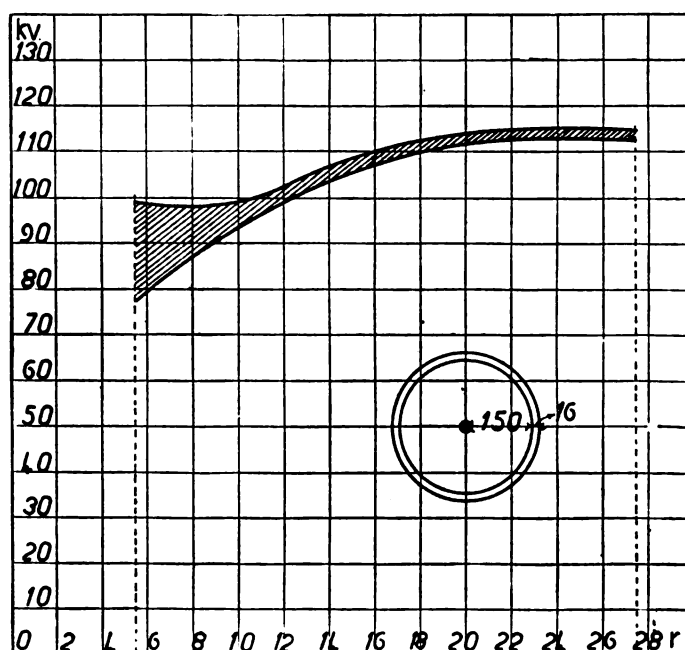


Fig. 4.

Senza una simile avvertenza il limite massimo di tensione applicabile fra i due elettrodi, per una data apertura dell'anello,

conservano il loro valore comparativo, riferendosi alla pressione normale ed alla temperatura di 20°.

L'esistenza di un minimo nella curva di scarica permanente (arco), costituisce un fenomeno ben noto che si verifica con qualsiasi forma di elettrodi, per una certa distanza fra essi. Si può spiegare pensando che la guaina d'aria ionizzata che avvolge il conduttore, nella formazione della corona, agisca come una vera resistenza in serie, tanto maggiore quanto minore è il diametro degli elettrodi.

si consegue già con conduttori assai sottili in rapporto a quanto avviene per i cilindri coassiali e si è quindi assai lontani da una buona utilizzazione dello spazio.

Nella fig. 3, è riportato un secondo grafico, riferentesi ad un toro del medesimo diametro di quello impiegato nella determinazione della curva sottostante, ma di maggior apertura. L'analogia di forma di questa curva con quella di fig. 5, permette

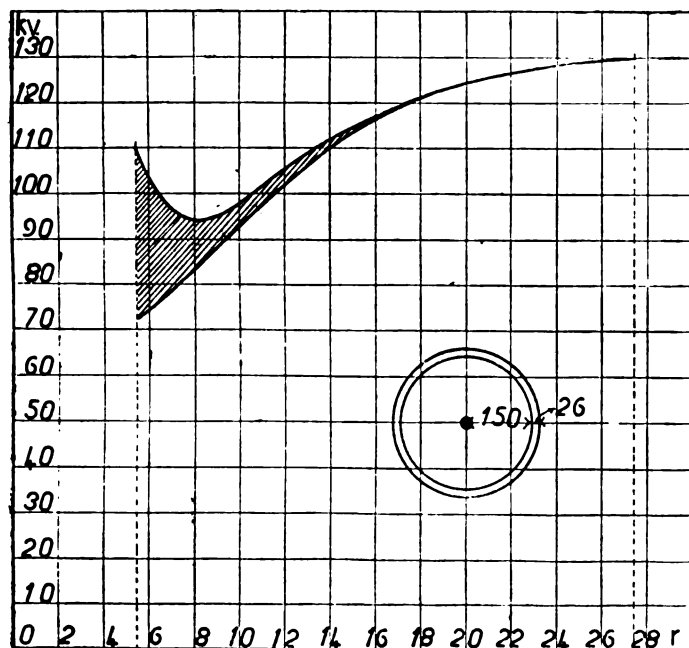


Fig. 5.

di concludere ancora che la questione del diametro dell'anello è di importanza tanto maggiore quanto più è piccola l'apertura, ciò che è evidente pensando alla maggior concentrazione delle linee di forza che ne consegue.

In un successivo gruppo di prove ho voluto prender in considerazione l'influenza esercitata dalla presenza della parete, generalmente estesa, in cui è praticato il foro. A tale scopo mi

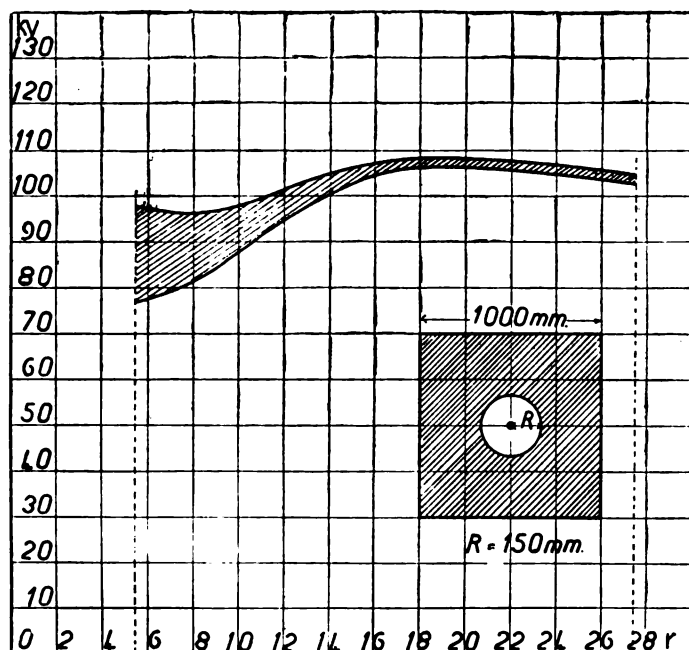


Fig. 6.

sono servito di una lamiera metallica, dello spessore di tre millimetri, e della superficie di un metro quadrato sufficientemente estesa rispetto alle dimensioni dell'apertura (30 cm. di diametro), il cui contorno era stato accuratamente regolarizzato.

I risultati delle prove sono raccolti in fig. 6. La tensione di scarica passa per un massimo in corrispondenza al diametro del conduttore di circa 35 mm., mentre poi ridiscende per diametri maggiori.

Ciò mostra come all'orlo della lamiera la concentrazione

delle linee di forza sia intensa e quindi come sia praticamente piccola l'influenza distributrice della superficie estesa.

Più chiaramente la cosa risulta da un confronto fra la figura 5 e la figura 7. Le curve riportate in questa sono state rilevate applicando al contorno del foro un anello a sezione circolare del medesimo diametro (26 mm.) di quello impiegato nel rilievo delle curve di fig. 5. L'analogia dei due grafici è

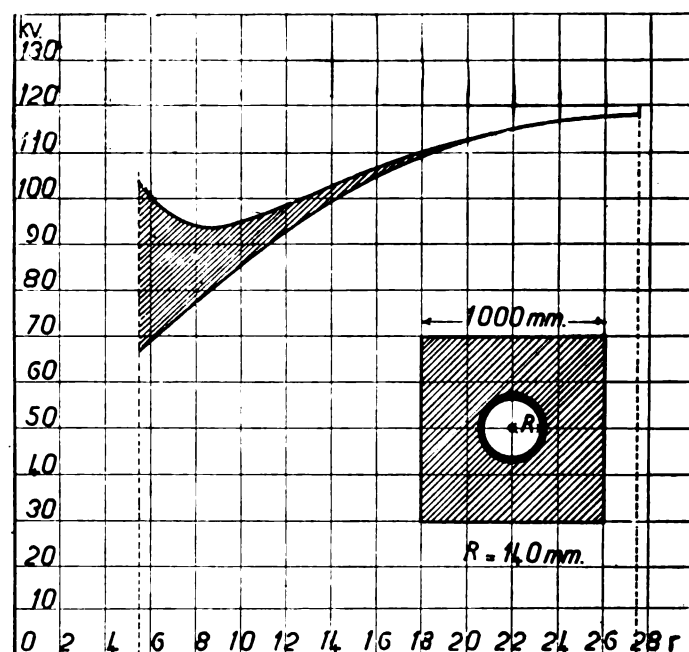


Fig. 7.

perfetta quando si tenga conto della leggera differenza nelle aperture.

L'elemento forse più importante da prendere in considerazione ora è certamente l'impiego di lastre di materiale isolante, comunemente vetro, destinate alla almeno parziale chiusura delle aperture.

Riprendendo in considerazione il caso teorico dei due cilindri coassiali, e supponendo fra essi interposto non più un solo dielettrico, ma due, di diversi poteri induttori specifici,

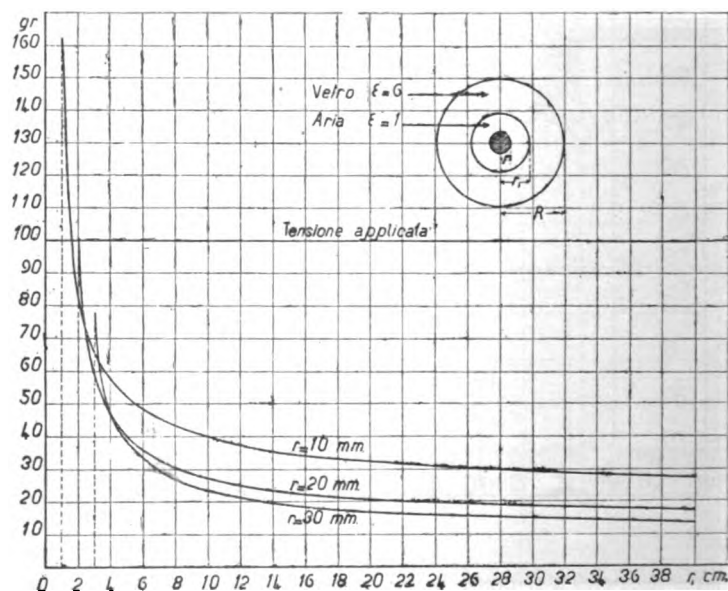


Fig. 8.

$\epsilon_1$  e  $\epsilon_2$ , disposti secondo due strati coassiali ai cilindri stessi, il gradiente di potenziale in un punto qualsiasi alla distanza  $x$  dall'asse è

$$(7) \quad g = \frac{1}{x \epsilon_1} \frac{V}{\ln \frac{r_1}{r} + \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} \ln \frac{R}{r_1}}$$



essendo

$r$  = raggio del cilindro interno

$R$  = raggio del cilindro esterno

$r_1$  = raggio della superficie cilindrica di separazione dei due dielettrici

$\epsilon_x = \text{ad } \epsilon_1 \text{ o } \epsilon_2 \text{ a seconda che } x \text{ corrisponda a punti dell'uno e dell'altro dielettrico.}$

Nel caso particolare in questione si trova l'aria ( $\epsilon_1 = 1$ ) in vicinanza del conduttore, ed il vetro ( $\epsilon_2 =$  in media a 6) all'intorno.

E' cosa ben nota, e risulta dalla (7), che affinchè la disposizione di più dielettrici in strati concentrici riesca vantaggiosa nel senso di una più regolare distribuzione del potenziale, essi devono essere disposti in guisa da presentare un potere induttore specifico decrescente dal centro alla periferia. (Cavi Jona).

Qui, con la disposizione generalmente adottata, le cose sono perfettamente contrarie; non solo, ma il vetro ha anche una costante dielettrica assai elevata.

Nella fig. 8, ho riportato per un medesimo raggio del cilindro metallico esterno, di 40 cm., il valore del gradiente alla superficie del conduttore assiale, per tre differenti raggi di questo e per tutti i possibili valori di  $r_1$  (raggio della superficie di separazione tra aria e vetro) supponendo eguale a 100 la tensione applicata.

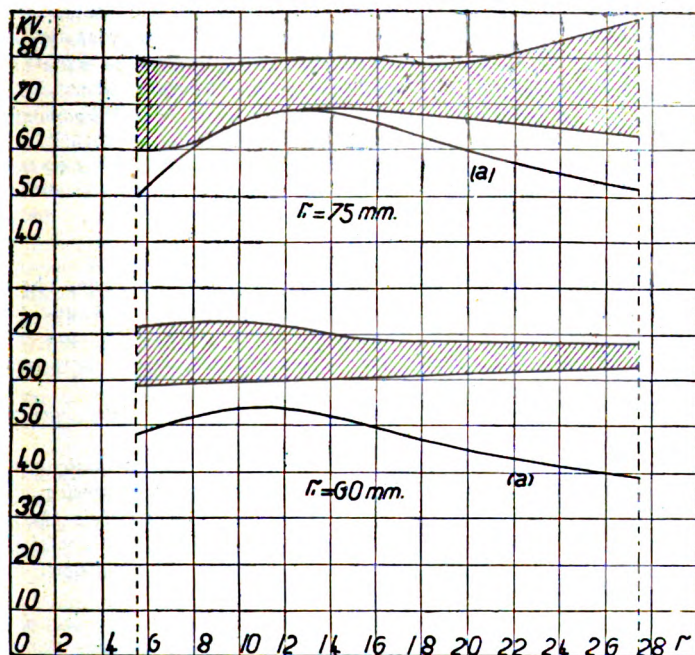


Fig. 9.

Quando l'apertura del vetro tende al limite a ridursi eguale al raggio del conduttore il gradiente acquista il massimo valore, per decrescere dapprima rapidamente e poi lentamente al crescere di  $r_1$ .

Dal confronto delle tre curve appare nel contempo l'influenza del raggio del conduttore; così ad esempio con un raggio  $r_1$  di 10 cm. il gradiente al conduttore si riduce a circa la metà, passando da un raggio  $r$  di 1 cm ad uno di 3 cm.

Naturalmente nel caso pratico di un finestrino le cose sono diverse non potendosi che in via di prima approssimazione, ammettere la validità delle formule dei cilindri, per la minima lunghezza assiale (spessore) del vetro. Tuttavia il richiamo di questi elementi addita già alcune questioni importanti; fra l'altro conferma, ciò che la pratica ha da tempo riscontrato, e cioè, il forte abbassamento della tensione di scarica conseguente a fori troppo piccoli nei vetri; e ciò non solo per il motivo più generalmente noto, del deposito di umidità e di polvere, ma per ragioni intrinseche alle proprietà dielettriche del materiale.

Nella fig. 9 sono riportate le solite curve di scarica, nonché le curve (a) segnanti l'inizio dell'effetto corona (accompagnato dal caratteristico crepitio, per lastre di vetro (in due metà combacianti secondo un diametro) applicate al foro della lamiera di cui la fig. 6, per due raggi diversi di apertura  $r_1$  di 60 e 75 mm.

Le tensioni di scarica sono in questo caso assai poco in-

fluenzate dal diametro del conduttore, per effetto degli effluvi intensissimi, e non superano per il foro da 60 mm. il 55 per cento del valore massimo senza vetro. Osservando il succedersi dei vari fenomeni di scarica al buio si nota che per piccoli diametri del conduttore (11 mm.) si forma innanzi tutto un piccolo anello luminoso, intorno ad esso, nel piano del vetro.

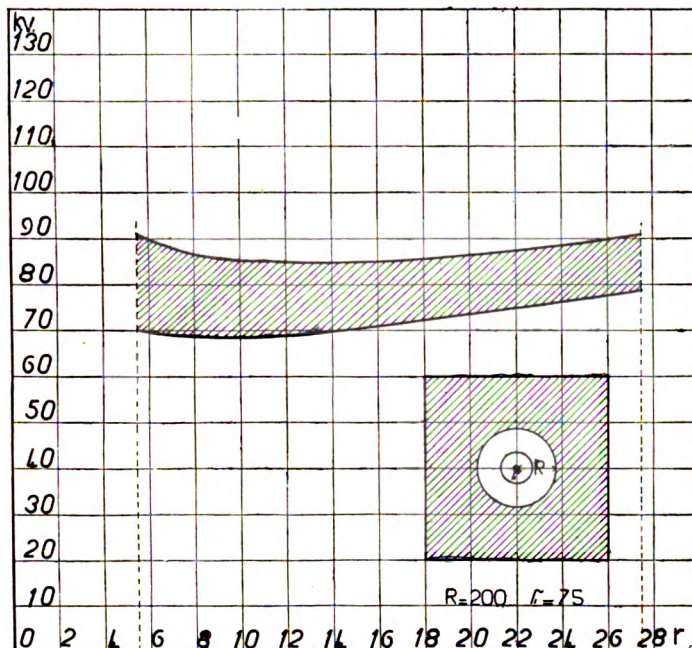


Fig. 10

Tale anello al crescere della tensione va gradualmente deformandosi per due pennacchi corrispondenti al diametro di contatto dei due mezzi vetri; finchè tutto lo spazio d'aria appare luminoso con maggiore intensità nei settori corrispondenti all'unione dei vetri.

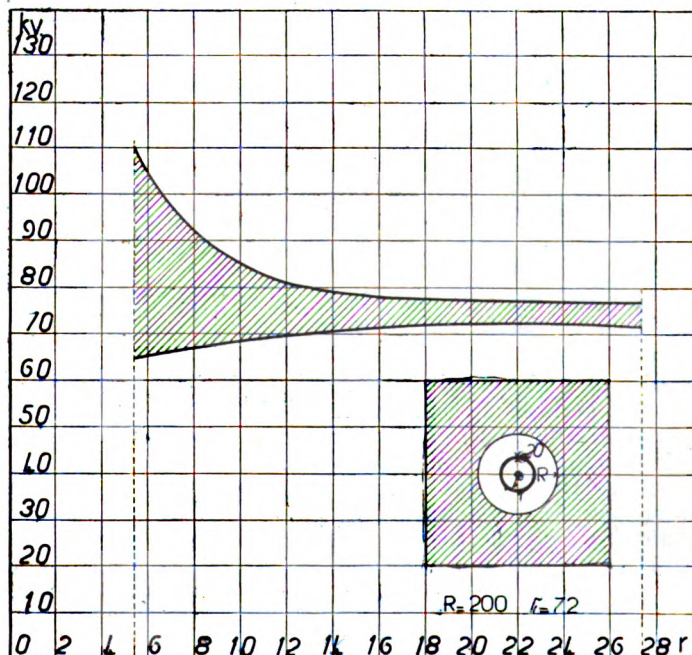


Fig. 11.

Seguono le prime scariche accompagnate da debole energia con preferenza lungo la linea anzidetta; l'arco che si origina a tensione maggiore s'innasca lungo una direzione qualsiasi rivolgendosi poi verso l'alto per ovvie ragioni.

Con i maggiori diametri sperimentati si notano ancora fenomeni analoghi se non che la scarica è preceduta da una aureola al contorno del foro del vetro, ciò che denota ivi una elevata concentrazione del campo.

La (7), e meglio ancora il confronto fra le curve di fig. 9 e 10, (che si riferiscono al caso  $r_1 = 75$  e  $R = 200$ ), permette di trarre un'altra conclusione importante, e cioè che quando esi-



ste il vetro una variazione anche notevole nelle dimensioni della finestra è di scarsa influenza sulla tensione di scarica.

In ulteriori esperienze ho provato a disporre al contorno del foro nel vetro un anello metallico come talvolta si usa anche in pratica.

La disposizione appare teoricamente buona in quanto, assegnandovi forma e dimensioni opportune, dovrebbe rendersi possibile un notevole aumento nella capacità tra conduttore e anello avente per effetto una diminuzione nella sollecitazione dell'aria ed un aumento in quella del vetro.

Esaminando al buio le successive apparenze della scarica si nota la eliminazione della luminosità diffusa dell'aria, mentre la corona si genera soltanto in immediata vicinanza del conduttore, quando questo è sottile.

Per conduttori più grossi (30 mm. e più) non si nota alcun effetto corona; deboli scariche attraversano l'aria senza proseguire in forma luminosa lungo il vetro, a tensione di poco inferiore a quella effettiva di scarica iniziale.

Malgrado questo sensibile miglioramento nell'apparenza dei fenomeni le curve di fig. 11 non mostrano un sensibile aumento nelle tensioni di scarica a confronto di quelle di figura 10. Sta di fatto che la tensione di scarica superficiale del vetro è sempre notevolmente bassa, anche se questo non è, come avviene sovente in pratica umido e coperto di polvere. E' per questo che appare assai dubbia la convenienza di un dispositivo del genere.

A questo punto si potrebbero svolgere varie considerazioni, sulla opportunità di sostituire al vetro, comunemente impiegato, altri materiali di più bassa costante dielettrica, di minor igroscopicità superficiale, oppure di sostituire alle superfici lisce superfici ondulate (come talvolta si è anche fatto) o con sagome speciali a maggior sviluppo.

Tutto ciò esce però dai confini del presente lavoro, che ha il solo scopo di chiarire alcuni elementi di carattere del tutto generale, senza voler esaminare possibili soluzioni particolari.

Una osservazione è però opportuna e cioè, che ogni qual volta necessità pratiche obblighino a ricorrere a sistemi di chiusura dei finestrini più complessi, costituiti da più lastre o diaframmi di materiale isolante sarà sempre opportuno istituire delle esperienze, non senza essersi prima resi conto con qualche semplice calcolo, dell'andamento approssimato delle cose; un calcolo esatto è generalmente impossibile o comunque inadeguato allo scopo. Buoni risultati si potrebbero ottenere da modelli elettrolitici.

Riassumendo, credo di poter affermare che quasi in tutti gli attraversamenti effettuati sinora in pratica si sono adottati conduttori eccessivamente sottili, ciò che ha portato ad esagerare, con scarsissima utilità, la grandezza della finestra.

Riterrei pertanto che un buon coefficiente di sicurezza (superiore a 2) in riguardo alle tensioni di scarica si possa ottenere adottando per tensioni di esercizio comprese fra 30 e 100 kV le seguenti dimensioni:

Diametro del conduttore in mm  $d = V$  in kV eff.

Diametro del foro nel vetro  $d_1 = 6 d$

Diametro (o lato) della finestra  $D = 16 d$

essendo quest'ultima misura suscettibile di diminuzione senza eccessivo pericolo di abbassamento della tensione di scarica. In caso di attraversamenti interni senza vetri il diametro  $D$  potrà riuscire sensibilmente minore, o si potrà ridurre  $d$ .

E' da ritenere che con queste dimensioni la tensione di scarica non sia molto influenzata dalle cattive condizioni, per umidità o polvere, dei vetri, in ragione dell'elevato valore di  $d_1$ .

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

### RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Memorie presentate nel Congresso annuale e discussioni relative.  
Vol. I (1922) Riunione XXVII, Milano: *Produzione e distribuzione dell'energia elettrica*.

Vol. II (1923) Riunione XXVIII, Venezia: *Applicazioni dell'Energia elettrica*.

Vol. III (1924) Riunione XXIX, Spezia: *La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione dell'energia*.

Vol. IV (1925) Riunione XXX, Napoli: *1° Conversione di forma dell'energia elettrica - II° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici*.

Vol. V (1926) Riunione XXXI, Brescia: *1° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici - II° Relazione dei Delegati del Comitato Elettrotecnico Italiano alla Riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale*.

Ciascun Volume per i Soci dell'A. E. I. ..... L. 20,—  
Ciascun Volume per i non Soci ..... L. 30,—  
più per postali ..... 2,50

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sulle corrosioni dei cavi.

Riceviamo:

Leggendo nel n. 21 del 25 luglio 1927 la dotta ed accurata relazione dell'Ill.mo Sig. Comandante Pession sull'argomento: «La Rete Telefonica Interurbana in cavi» mi si è fermata l'attenzione su quanto accenna l'A. in merito a fenomeni di guasti verificatisi in diversi punti della prima parte di Rete installata, (Milano-Torino-Genova); guasti che si manifestavano con corrosioni al rivestimento esterno del piombo con cui finiscono i cavi di questa prima parte.

Il capitolo IV° di detta Relazione incomincia dicendo:

«In vista degli inconvenienti descritti la nuova grande rete telefonica nazionale è stata progettata con cavi del tipo armato».

Ora mi si consenta per la lunga e svariata pratica da me fatta in materia, di asserire che il fatto di installare cavi armati in luogo di cavi a semplice protezione di piombo non impedirà nè toglierà il verificarsi di guasti della stessa natura di quelli già lamentati.

Nel caso più favorevole potrà attenuarli, o ritardarli.

\*

Il fenomeno di guasti alle condutture metalliche sotterranee (tubi da gas, tubi da acqua, condutture elettriche, ecc.), è conosciuto e noto da moltissimo tempo; se la memoria non mi fa errare, ne parla una Rivista Tecnica Spagnuola (*La Naturaleza*) fino dal 1900 circa.

Ne parla diffusamente e tratta molto, ma molto bene l'argomento, il bollettino delle T. T. francesi nelle annate intorno al 1922.

Col diffondersi degli impianti elettrici, e specialmente delle reti tramviarie il fenomeno si fa più intenso e dannoso.

\*

E' ammesso da tutti quanti si occupano del fenomeno, che il guasto avviene nel punto o nei punti dove le correnti comunque esistenti nelle condutture metalliche, o per stare al caso dei cavi, nei rivestimenti metallici esterni, lasciano questi rivestimenti per prendere altra strada più opportuna.

L'indagare il perchè si producano o si insinuano dette correnti può essere interessante per poter ovviare alle stesse.

Senza dilungarsi sui risultati di tali studi, accenno a qualche soluzione proposta per ovviare ai guasti e da me trovata in pratica.

Una che ho visto usata in una rete sotterranea nel Belgio (Liegi) consisteva nel mettere il cavo metallicamente a terra con grossi fili di rame a pochi decimetri di distanza l'uno dall'altro, e collegati con tubazioni d'acqua, rotaie, od altro.

Questa soluzione non sempre può esser realizzata; e se favorisce l'uscita delle correnti vagabonde, o comunque create nei rivestimenti metallici del cavo, può anche favorirne l'entrata.

Secondo il mio modo di vedere questo sistema non fa che spostare il punto di guasto in un punto piuttosto che in parecchi punti non noti.

Un'altra soluzione è quella studiata tra gli altri dall'Egr. Ing. Cov. Simonetta di Milano — Amm. Telefoni — e cioè interrompere il piombo con un taglio netto, e farvi sopra un giunto discontinuo.

La soluzione in teoria sarà ottima.

In pratica presenta l'inconveniente di esser costosa, perchè il fare un giunto con piombo interrotto, ripetendo l'operazione a brevissima distanza viene certo a costituire una spesa non indifferente.

Se poi l'operazione è fatta meno che scrupolosamente, può lasciar penetrare l'acqua e guastare il cavo.

Una terza soluzione, che secondo il sottoscritto è la più pratica, perchè appunto la pratica ha dimostrato che non si verificano punto corrosioni nei cavi in cui è applicata, è questa:

Quando si mette in opera il cavo, lo si annega completamente in una miscela di catrame sabbia a caldo. In detta miscela si annegano anche i giunti dei cavi.

Senza dilungarsi sui particolari dell'operazione, basterà far presente che la spett. Società Edison fu la prima ad adottare tale sistema già fin dalle prime installazioni di cavi, (parlo di più di 30 anni fa) e le corrosioni dovute a correnti vagabonde furono limitatissime, nonostante le centinaia di km di cavi installati posseduti una volta da questo Ente.

Così pure adottò tale sistema l'Azienda Elettrica Municipale; la sua rete sotterranea a 8600 V, ha ora più di 21 anni di vita; nè ebbe a lamentare guasti del genere.

E potrei citare casi di guasti verificatisi dopo pochi mesi dall'in-

stallazione dei cavi sebbene armati, messi senza alcuna protezione; mentre per tutte le varie reti da me installate e coi cavi annegati nella miscela catrame-sabbia, non mi risulta si siano verificati casi di guasti dopo più di 20 anni di funzionamento.

E se vogliamo, indagare un po' sul fenomeno, sul valore delle tensioni e delle correnti che sono in gioco, si vede a primo intro che una buona miscela di catrame e sabbia ben fatta e completa, basta ad isolare elettricamente il cavo da ogni influenza esterna in modo da impedire l'ingresso alle correnti vagabonde; basta ad isolare, diremo così chimicamente il cavo dalle azioni del terreno circostante in modo da impedire corrosioni, e basta infine nella maggior parte dei casi a preservare il cavo da azioni meccaniche (colpi di vanga, di piccone, ecc.).

Questo il parere che mi permetto esprimere brevemente, nella sicurezza di presentare una soluzione semplice, sanzionata dalla pratica, e di costo relativamente basso, di facile applicazione ed alla quale non ha voluto pensare nessuna delle persone che hanno studiato questo fenomeno, ed hanno proposto soluzioni da prendere per ovviarvi.

Ing. LUIGI LOVISETTI.

\* \*

### Misure di piccoli allungamenti per mezzo di apparecchi radiotecnici.

Riceviamo:

Il breve stelloncino apparso sul n. 13, pag. 293 del periodico L'Elettrotecnica del 5 maggio u. s., riguardante l'impiego di triodi per la misura di lunghezze dell'ordine del milionesimo di millimetro, mi ha suggerito di esporre brevemente quanto io ebbi a sperimentare nell'estate 1923.

Mi trovavo in villeggiatura in montagna e, mostrando al Prof. Danusso del Politecnico di Milano, la sensibilità del mio apparecchio radiotelegrafico ricevente per onde corte che mi aveva servito per le prime intercettazioni dilettantistiche transoceaniche, Egli mi suggerì di provare ad utilizzarla per misurare le piccole variazioni di lunghezze, dicendomi che se con mezzi semplici da Cantiere fosse stato praticamente possibile misurare il millesimo di millimetro si sarebbe posseduto un prezioso strumento per valutare in particolari punti di una costruzione in cemento armato, gli sforzi effettivi che sollecitano i ferri di armatura, scoprendone due punti distanti ad esempio 50 cm misurandone direttamente l'allungamento, per effetto dei carichi (o delle loro variazioni e spostamenti) che sollecitano la costruzione.

Tale sistema di valutare con esattezza la vera sollecitazione unitaria dell'armatura in ferro delle costruzioni in cemento armato sarebbe riuscito rigorosamente esatto al contrario di quello indiretto che si ottiene come riprova globale dei calcoli, misurando le frecce di cedimento di particolari punti del fabbricato per mezzo dei flessimetri.

Per eseguire la prova non avendo presso di me nè utensili nè materiali per costruire un apposito apparecchio, pensai di utilizzare lo stesso ricevitore per onde corte (costituito da un triodo amplificatore ad alta frequenza su circuito a risonanza, seguito da un triodo rettificatore e da uno stadio di amplificazione in bassa frequenza) allestendo la prova nel modo seguente:

Feci murare nelle due pareti affacciate della stanza ove sperimentavo, due solidi ganci di ferro, ad uno di essi attaccai per mezzo di un rigido e massiccio anello di ferro un capo di un filo di ferro di due mm di diametro; all'altro capo, dopo averlo passato entro una carucola fissata al gancio della parete di fronte, appesi un blocco di pietra del peso di 20 kg.

A metri 1,50 dall'anello rigido di attacco alle pareti salda sul filo una appendice in lamiera nella quale praticai un intaglio per incastrarvi l'asticciola di comando dell'armatura mobile del condensatore di regolazione del circuito oscillante del ricevitore per onde corte (fig. 1).

In tal modo, qualsiasi spostamento di detta appendice per effetto di variazione di lunghezze del filo sottoposto a variazioni di carico, determinava una rotazione dell'armatura mobile del condensatore, e in conseguenza una variazione del periodo di oscillazione del circuito di cui esso condensatore faceva parte, variazione misurabile con l'ondametro.

Per avere una frequenza di riferimento, venne regolato il ricevitore sulla trasmissione della stazione a onde corte di Buenos Ayres ( $\lambda = 60$  m) che in quei giorni per le prime volte si intercettava in Europa; quindi ai 20 kg di zavorra attaccati al filo aggiunsi altri 100 grammi.

L'impercettibile aumento di lunghezza del filo dovuto al nuovo carico aggiunto fu subito avvertito per la nuova condizione di accordo del ricevitore corrispondente a una variazione di circa 10 metri di lunghezza d'onda, misurata coll'ondametro.

L'allungamento del filo per l'aggiunta di 100 grammi ai 20 kg di

prima risulta dai calcoli di 2 millesimi di millimetro corrispondenti a una variazione di 10 m (da 60 a 50 metri) di lunghezza d'onda del ricevitore di prova.

Questo risultato, puramente informativo, raggiunto con una apparecchiatura improvvisata fu già sufficiente per dare un'idea della possibilità, con una costruzione più adatta, di misurare comodamente variazioni di lunghezza molto più piccole del millesimo di millimetro ed il Prof. Danusso che mi onorò della sua assistenza nella prova della quale mi aveva dato l'idea, mi incoraggiò a perfezionare il sistema per raggiungere la maggior sensibilità.

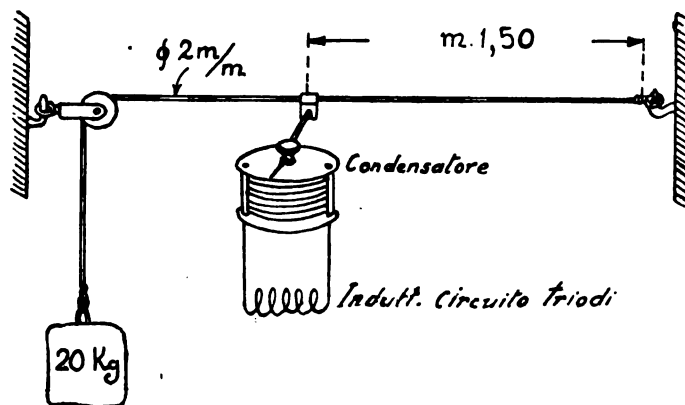


Fig. 1.

Costrussi allora un piccolo ricevitore, con circuito tipo Burne leggermente modificato, seguito da uno stadio di amplificazione a bassa frequenza capace di oscillare su una gamma di lunghezza d'onde fra 14 m a 28 m provvisto di appositi morsetti, per mezzo dei quali venivano fissate a due punti del tondino di ferro di cui si voleva misurare l'allungamento, distanti 50 cm rispettivamente l'armatura fissa e l'armatura mobile di uno speciale condensatore di regolazione del circuito oscillante, condensatore costruito in modo che le variazioni di lunghezza del filo venissero già meccanicamente ingrandite.

Il tutto schermato da una scatola in lamiera racchiudente il circuito dei triodi onde impedire influenze dell'ambiente ed evitare così ad ogni esperimento una nuova taratura.

La variazione di capacità del condensatore di regolazione del circuito oscillante veniva prodotta dall'allungamento del filo in esame come indica schematicamente la figura 2.

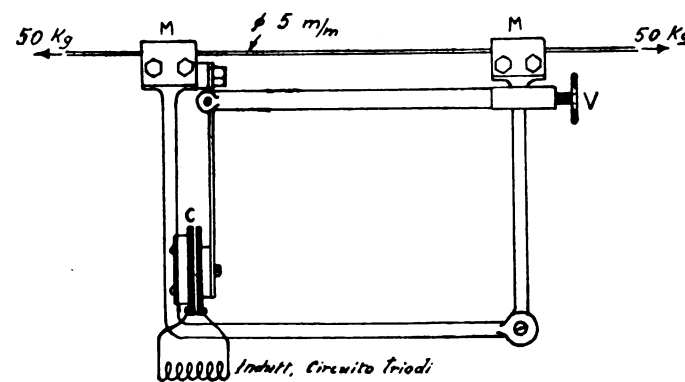


Fig. 2.

La successione delle manovre dell'apparecchio per eseguire le misure di allungamento di un tondino di ferro di 5 mm di diametro venne fatta nel seguente modo (con riferimento alla figura):

1°) Serraggio dei due morsetti M in due punti del tondino già mantenuto in tensione da un carico di 50 kg.

2°) Regolazione della capacità del condensatore per mezzo della vite micrometrica V fino ad avere il circuito a triodi oscillante su onda di 25 m controllata con un esattissimo ondametro ad assorbimento.

3°) Sovraccarico di un peso noto in aggiunta alla zavorra già appesa al filo in esame.

4°) Misura con l'ondametro della nuova lunghezza d'onda del circuito oscillante ottenuta per variazione della capacità del condensatore C del quale l'armatura mobile era stata allontanata dall'allungamento del filo.

La verifica dell'accordo fra ondametro e l'apparecchio veniva fatto per mezzo della cuffia telefonica inserita sul circuito anodico del secondo triodo.

Scelsi come filo sperimentale una barretta di tondino di ferro da 5 mm di diametro, mettendola in tensione coll'attaccarvi 50 kg di zavorra. Come sovraccarico aggiunsi 100 grammi e mediante verifica

con l'ondometro ad assorbimento e la cuffia telefonica misurai una variazione di lunghezza d'onda di 7 metri corrispondenti a un allungamento di 1 decimillesimo di mm della barretta in esame. In seguito feci la prova aggiungendo e togliendo un sovraccarico di 10 grammi (il corrispondente allungamento risulta dal calcolo di 1 centomillesimo di mm) ed ottenni ancora, mediante verifica coll'ondometro una variazione di circa 1 metro di lunghezza d'onda.

Quest'ultima misura fu alquanto incerta, poichè successive letture eseguite togliendo e aggiungendo i 10 grammi non diedero uguale risultato certamente per la imperfezione della parte meccanica dell'apparecchio.

Variazioni di carico inferiori ai 10 grammi pur essendo apprezzate da variazioni di lunghezza d'onda misurata coll'ondometro non risultarono però con uniformità e costanza sufficienti per potere considerare attendibili i valori letti; le variazioni di lunghezza d'onda riscontrate per variazioni di carico inferiori ai 10 grammi erano dell'ordine delle variazioni che si osservarono per la non perfetta stabilità dell'apparecchio.

Nonostante le imperfezioni, specialmente meccaniche, dell'apparecchio, sperimentale, ebbi dunque modo di misurare facilmente il centomillesimo di mm. Nasce quindi chiara l'indicazione, che una più accurata lavorazione delle varie parti e una migliore costruzione del sistema, nonché l'uso eventuale di un circuito a triodi, oscillante fra 4 e 5 m di lunghezza d'onda, renderebbero possibile valutare il milionesimo e forse il decimo del milionesimo di mm.

Non ho potuto curarmi dei perfezionamenti costruttivi per raggiungere questi limiti di misurazione, perciò ho dovuto accontentarmi dei primi risultati suesposti. Ad ogni modo per l'uso pratico in cantiere, essendo sufficiente la misura del millesimo di millimetro, riuscirebbe facile costruire un apparecchio adatto. Confido quindi, che qualche costruttore di apparecchi di precisione vorrà studiare un piccolo cofanetto trasformabile, che racchiuda quanto occorre per rendere pratico e industrialmente utilizzabile un strumento di misura di tanta utilità e precisione.

Intanto vada la mia deferente riconoscenza al Prof. Danusso, che mi ha suggerito l'interessante applicazione. Ing. L. BONI.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### CONDUTTURE.

**H. R. WHITE — Sostegni per linee di trasmissione ad alta tensione.** (The El., Vol. XCVIII, N. 2546, 18 marzo 1927, pag. 294).

L'A. si riferisce principalmente ai sostegni per linee di trasmissione ad alta tensione in uso negli Stati Uniti e nel Canada. In genere, egli dice, si adottano piloni in acciaio a sezione quadrata e, per linee molto leggere, pali reticolari pure in acciaio. Dato l'enorme sviluppo delle linee di trasmissione, vi sono oggi ingegneri specialisti e ditte appositamente attrezzate per tale genere di lavori; è bene affidare a costoro lo studio e l'esecuzione dei progetti.

I carichi, dei quali bisogna tener conto nei calcoli, sono:

- 1) in direzione normale alla linea: l'azione del vento sui conduttori.
- 2) Nella direzione della linea: la tensione esercitata dai conduttori in caso di rottura di qualcuno di essi.
- 3) Nella direzione verticale: il peso dei conduttori, degli isolatori e del manicotto di ghiaccio.
- 4) La pressione del vento sul sostegno.
- 5) Il peso del sostegno.

Abitualmente la pressione del vento viene valutata nel modo seguente:

- 1) Per i luoghi dove la temperatura non è mai inferiore a 0° si assume una pressione di 122 kg/m<sup>2</sup> rispetto alla superficie piana del sostegno e 73 kg/m<sup>2</sup> sui conduttori.
- 2) Per i luoghi freddi, 39 kg/m<sup>2</sup> sui conduttori, ammettendo un manicotto di ghiaccio dello spessore di mm 12,7 e 63,5 kg/m<sup>2</sup> sulla superficie piana del traliccio.

Nel caso però di regioni, che hanno inverni particolarmente rigidi, lo spessore del manicotto di ghiaccio lo si prevede di mm 19 e la pressione di 54 kg/m<sup>2</sup> sui conduttori.

La superficie del palo investita dal vento la si calcola una volta e mezza quella di una faccia. Non si considera l'ipotesi del vento spirante angolarmente sul palo, perchè non dà la maggiore sollecitazione, risultando diminuito il carico sui conduttori. Per i luoghi freddi, la temperatura si assume di — 18°, perchè si è constatato che il vento non raggiunge la sua massima intensità in corrispondenza delle temperature minime.

Le sollecitazioni, nell'ipotesi di rottura dei conduttori, si possono spingere sino al limite di elasticità.

La qualità di acciaio adoperata è quella in uso per i ponti. Inutile adoperare materiale migliore, perchè anche per carichi di sicurezza molto prudenti, si ottengono sezioni molto piccole della membratura del traliccio. Il palo deve essere verniciato o galvanizzato; quest'ultimo sistema si sta molto diffondendo.

DISCUSSIONE: J. C. Telford ritiene sarebbe molto istruttivo raccogliere dati comparativi sui costi dei pali a traliccio e dei pali in legno semplici ed abbinati. Parla dell'uso francese di porre i pali in legno in fondazioni di calcestruzzo, anziché nel terreno nudo. Fa rilevare che, mentre alcune norme consigliano di fare i fori dei tralicci metallici con il punzone, altre prescrivono l'uso del trapano.

J. Bylander parla dei piloni a sezione triangolare, usati nell'elettificazione della Stoccolma-Gothenburg, che risultarono molto economici. Nel calcolo di essi il progettista prevede un maggior spessore di mm 1,6 per la ruggine.

L'A. replica che il confronto economico fra pali in legno e tralicci non può essere trattato con generalità, perchè il costo del legno varia grandemente da luogo a luogo. Rileva che in questi confronti è necessario paragonare pali calcolati per resistere anche agli eventuali sforzi di torsione.

Riguardo ai fori essi normalmente sono ottenuti con il punzone, le giunzioni sono fatte con chiodi. Lo sforzo ai giunti si maggia del 10 per cento. Prove su pali fatti con tali norme hanno dato buoni risultati.

Circa i pali a sezione triangolare essi sono stati provati anche nella radio-telegrafia; ma secondo l'A. non risultarono convenienti dal punto di vista economico.

Nel caso di pali galvanizzati non è necessario prevedere un maggior spessore perchè, se l'operazione è fatta con cura, essa garantisce al palo una buona protezione contro la ruggine. M. Co.

### ELETTROFISICA.

**ROBERT A. MILLIKAN — Le nuove vedute della fisica.** (Scientia, 1 aprile 1927, Vol. XLI, N. 4, pag. 255).

Con una punta di fine umorismo, l'A. ricorda come intorno al 1895, in una conferenza, uno dei più eminenti fisici del secolo XIX, dopo aver passato in rivista i prodotti più ammirevoli del pensiero e dell'esperienza del secolo, a partire dalla Meccanica celeste di Laplace, dalla teoria ondulatoria della luce, dal principio della conservazione dell'energia, ecc., fino alla teoria elettromagnetica di Maxwell, verificata sperimentalmente da Hertz nel 1886, concludeva dicendo che ormai i progressi si sarebbero svolti non più nel campo dei fenomeni qualitativi, ma piuttosto nel perfezionamento delle misure quantitative. Pochi anni dopo, nel 1895 la scoperta di Roentgen apriva la serie dei numerosi fenomeni nuovi, venuti in luce nei successivi trenta anni, fornendoci uno strumento e una tecnica, che resero possibile lo sviluppo della teoria elettronica della materia e la scoperta del meraviglioso nuovo mondo subatomico. Un anno dopo, nel 1896 venne la scoperta della radioattività, che in sostanza sostituì al concetto statico, il concetto dinamico dell'universo; a quello di materia stabile, quello di materia in continua trasformazione, anche nei suoi elementi chimici, e ci consentì anche di misurare la durata della vita di elementi che la fisica del XIX secolo considerava come eterni, battendo in breccia anche il principio della conservazione dell'energia, e ciò che più ancora interessa, intaccando anche il principio della conservazione della materia.

Se, come sembrerebbe confermato dall'esperienza, la relazione generale fra le due quantità, energia e massa,  $m c^2 = E$  (dove  $m$  è la massa in grammi,  $c$  la velocità della luce  $c^2 = 9 \cdot 10^{20}$ ,  $E$  l'energia in erg), ricavata da Einstein con la formula della relatività è esatta, ciò vorrebbe significare che la materia stessa, nel senso Newtoniano, scompare come entità distinta, e, dato l'enorme valore di  $9 \cdot 10^{20}$ , un piccolo numero di grammi di materia può trasformarsi in un numero stupefacente di erg. Ciò con grande soddisfazione degli astronomi, che così hanno potuto spiegare come possa il sole durare ad irradiare calore, come fa da tanti anni, trasformando cioè la sua massa in energia radiante. Che direbbe Lord Kelvin sentendo che le stelle irradiano la loro massa, irradiando luce e calore, come ammette ora la nuova astronomia ortodossa?

E reciprocamente, per il procedimento opposto, mentre alcuni mondi spariscono, altri se ne vengono formando. Ma circa la natura di questo fenomeno che noi chiamiamo energia radiante, ben poco sappiamo finora. Sappiamo misurare con precisione lunghezze d'onda e frequenza delle diverse radiazioni, dalle onde elettromagnetiche della lunghezza di km, alle radiazioni cosmiche di frequenza 1000 volte maggiore dei raggi X, indipendentemente da tutte le teorie. Con la teoria ondulatoria furono anche spiegati fenomeni complicati di colorazioni e di interferenza. Ma nei primi anni di questo secolo fu osservato, controllato e verificato in tutti i modi un fenomeno nuovo, che sfugge alla teoria ondulatoria, e meglio si adatterebbe a una teoria corpuscolare di emissione.

Se onde di frequenza sufficientemente elevata colpiscono atomi di materia, ne proiettano elettroni comunicando a questi energia sinetica indipendente dalla intensità delle onde incidenti, ma proporzionali alle loro frequenze:  $E = h \nu$ , dove  $E$  è l'energia cinetica co-

municata,  $h$  una costante universale,  $\nu$  la frequenza dell'onda incidente,  $p$  il lavoro necessario a distaccare l'elettrone).

Più tardi, nel 1913 venne la scoperta del fenomeno inverso, cioè che atomi di certe sostanze, come p. es. idrogeno incandescente, emettono onde di frequenza proporzionale alla caduta di energia degli elettroni:  $E_1 - E_2 = h\nu$ . Questa reciprocità è così in contrasto con la teoria ondulatoria del secolo XIX, che indusse Einstein a suggerire d'abbandonarla e di ritornare a una nuova teoria corpuscolare di energia raggiante, teoria che venne sostenuta con successo da A. E. Compton, senza potere per ora però farvi entrare i fenomeni di interferenza, i quali sono invece evidentemente spiegati con la teoria ondulatoria. Così che abbiamo ora dei fenomeni di radiazione che la teoria ondulatoria non spiega, ed altri che non si sanno spiegare se non ricorrendo alla teoria ondulatoria.

Di più, nuove esperienze avrebbero ora provato che la frequenza dell'energia raggiante non è prodotta, e non vi corrisponde affatto ad una specie di diapason elettronico vibrante in sincronismo con l'atomo; come sia prodotta e come si propaghi non sappiamo affatto; sappiamo solo che questa variazione di energia dell'atomo si integra in una onda monocromatica dell'etere, della quale si può calcolare la frequenza partendo dalla formula  $E_1 - E_2 = h\nu$ .

Da ultimo, la scoperta più rivoluzionaria di tutte sarebbe quella che tutti i principi fondamentali della meccanica sono erronei nel mondo microscopico, e in particolare p. es. che il momento circolare di un corpo non è continuo, ma composto di momenti angolari multipli esatti di una unità universale  $\frac{h}{2\pi}$ . Che ogni movimento periodico abbia per così dire, non una struttura continua, ma una struttura « granulare », è una delle scoperte sperimentali fra le più sorprendenti del nostro secolo.

Le concezioni meccaniche puerili del XIX secolo ormai sono grottescamente inadeguate. In sostanza presentemente (l'autore conchiude), non abbiamo uno schema concreto per l'interpretazione dei fenomeni fisici; ci siamo però convinti di non averne nessuno. Usiamo la teoria ondulatoria, dove questa ci serve; quella dei quanti dove ci conviene, e passiamo dall'una all'altra sul ponte formato dal così detto principio di corrispondenza. Ogni fisico non può più pensare oggi di comprendere l'universo fisico, come si pensava di comprenderlo nel secolo XIX. Le nuove scoperte di questo secolo ci hanno reso più umili, più meravigliati, più contenti di fronte all'universo fisico ancora incomprensibile. Abbiamo imparato a non prenderci più tanto sul serio, come si faceva prima, e a lavorare con entusiasmo, perchè c'è molto da scoprire ancora. E. G.

## MOTORI ELETTRICI.

### T. HARVEY — Le acciaierie e i laminatoi della Ford Motor Company. (Gen. El. Rev., marzo 1927, pagina 152).

Un laminatoio da 350 mm circa per ferri commerciali, rotondi e quadri, fu messo in funzione nel novembre 1925: esso allora laminava billette che erano acquistate da altre ferriere. Tale laminatoio è azionato da un motore a corrente continua da 3375 kW, 67,5/110 giri, 500 volt, alimentato da due gruppi di conversione motore sincro-dinamo, 250 volt, da 2000 kW colle dinamo collegate permanentemente in serie a dare i 500 volt necessari all'azionamento del motore principale. La corrente di eccitazione, sia dei sincroni che delle dinamo, è presa da apposite sbarre alimentate da gruppi di conversione e destinati a produrre corrente anche per altri usi. Nella sotto-stazione, che contiene il motore principale, sono contenuti, oltre ai due gruppi di conversione da 2000 kW su citati, altri due gruppi eguali, dei quali uno è destinato a riserva dei due gruppi e l'altro dà corrente continua a 250 volt per i servizi ausiliari e costituisce eccitazione di riserva per tutti i gruppi.

Il quadro di comando del motore da laminatoio e dei gruppi è situato nello stesso locale ed è del tipo con comando a distanza, o semi-automatico. Allo stesso piano del quadro sono collocati gli interruttori principali per la corrente continua: in totale essi sono 12 del tipo ultra rapido per 12.000 ampere, 500 volt.

Gli equipaggiamenti di comando dei sincroni provvedono automaticamente all'avviamento prima del gruppo destinato ad alimentare le sbarre, donde viene presa la corrente di eccitazione, poi dei gruppi di alimentazione del motore principale. L'avviamento è automaticamente impedito se la tensione alternata è troppo bassa, se il gruppo o il motore del laminatoio è stato arrestato da qualche dispositivo di protezione e se prima non è stato messo in moto il gruppo, che deve dare la corrente di eccitazione. Automaticamente poi i gruppi vengono arrestati, se si verifica un caso di sovraccarico o corto circuito, se viene a mancare il campo del sincro, se il gruppo tende a superare la velocità di sincronismo, se un supporto scade, se il succedersi delle operazioni di avviamento non avviene nella maniera prestabilita, ecc.

Per la corrente continua gli stessi equipaggiamenti automatici provvedono a preparare l'avviamento del motore e ad arrestarlo, se l'equipaggiamento è soggetto a eccessivo sovraccarico o se un supporto riscalda: inoltre automaticamente, quando il motore è fermo, il reostato del motore a corrente continua viene portato nella posizione di pieno campo e quello della dinamo nella posizione di campo nullo.

Normalmente il motore principale funziona a velocità costante, dipendente dal prodotto, che deve essere laminato: può funzionare dalla massima velocità di 110 giri nella direzione principale con campo indebolito, alla velocità di 67 1/2 giri a pieno carico in direzione opposta. Il funzionamento in senso contrario al normale avviene però soltanto in caso di necessità.

Dopo aver messo in esercizio il suddetto laminatoio, negli stabilimenti Ford furono impiantati anche due laminatoi sbazzatori da 1000 e 800 mm rispettivamente per laminare i piccoli lingotti ovali a superficie ondulata, che la Ford ha adottato per la produzione di acciai speciali. I due laminatoi sono comandati dallo stesso motore posto nel mezzo. Anche qui è adottato il principio della laminazione continua mediante gabbie poste una di seguito all'altra: fra una gabbia e l'altra appositi rulli fanno girare il lingotto di 90° in modo da poter laminare ad ogni passata in direzioni fra loro ortogonali. Tutte le operazioni di laminazione si compiono automaticamente e il personale è ridotto al minimo.

Il motore per questo laminatoio è del tipo trifase a induzione e può sviluppare 6000 kW se collegato a triangolo, 2250 kW se collegato a stella: è costruito per funzionamento alla velocità costante di 240 giri, a 13.200 volt, 60 periodi. La possibilità di sviluppare due potenze è ottenuta per mezzo di collegamento fra gli avvolgimenti statorici posti all'esterno sul quadro, ove sono portati i morsetti: questo è il più grande motore del genere costruito.

Il comando è diviso in due parti: primaria e secondaria. La parte primaria consiste di coltelli separatori manovrati a mano, di interruttori in olio per 500 ampere con comando a solenoide del tipo completamente automatico. Vi sono poi altri interruttori in olio non automatici di minore capacità di rottura per comandare la marcia avanti o indietro del motore. La parte secondaria del comando consiste di quadri equipaggiati coi necessari contattori magnetici per cortocircuitare la resistenza d'avviamento, di relais a limitazione di corrente per comandare automaticamente i contattori, delle necessarie resistenze a griglia, dei relativi posti di comando. C. G. E. (\*)

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

### M. L. PRESCOTT — Esperienze sulle radiotrasmissioni con onde corte. (Gen. El. Rev., febbraio 1927, p. 113).

L'avvento delle onde corte nel campo della radio ha sollevato molte discussioni durante i due scorsi anni.

Sono stati eseguiti molti studi ed esperienze riguardo ai fenomeni inerenti alle onde corte e si giunse a riconoscere che esse possono essere impiegate economicamente e con successo per le comunicazioni a lunghe distanze.

Vi sono però casi di distanze relativamente brevi, che debbono essere superate, come quelle di parecchie migliaia di chilometri.

L'A. si domanda se le onde corte possono rispondere a una tale esigenza. Per risolvere tale questione la G. E. Co. ha recentemente eseguito una serie di prove sulla propagazione delle onde radio, che viene ampiamente descritta nell'articolo, ove pure vengono descritti gli equipaggiamenti impiegati nell'esecuzione delle prove.

Durante le prove erano stati posti quattro osservatori ad intervalli di 80 km circa fra Schenectady e Buffalo. Questi operatori facevano contemporaneamente delle osservazioni su tutte le prove di trasmissione. I punti scelti di osservazione erano relativamente liberi da interferenze e da influenze locali.

Si fecero esperimenti con lunghezze d'onda di 32,79; 65,16, 109 e 140 metri.

L'attenuazione con onde di 140 metri durante la trasmissione diurna era assai maggiore di quella osservata con le onde più corte, il che dimostrò essere questa lunghezza poco conveniente per un servizio diurno alla distanza di oltre 160 km. Per minori distanze essa dà risultati molto soddisfacenti.

Le conclusioni sono d'ordine generale. Queste prove furono fatte tutte nella medesima regione e durante la stessa stagione dell'anno. Esse non tengono quindi conto della variazione delle stagioni o delle cause naturali, proprie ai vari territori, due fattori di grande importanza.

1) Le trasmissioni con lunghezze d'onda inferiori a 66 ÷ 75 metri non danno un servizio economico nei punti posti a meno di 160 km dalla stazione trasmittente.

2) Per lunghezze d'onde comprese tra 66,3 e 75 metri, 85,7 e 105 metri, 133 e 150 metri si ha un servizio economico in punti posti a meno di 160 km dalla stazione trasmittente.

3) Per le comunicazioni diurne a distanze non superiori a 150 km, le lunghezze d'onda da 133 a 150 metri danno risultati migliori di quelle da 85,7 a 105 metri. Analogamente l'onda di 85,7 m dà un servizio migliore di quello ottenuto nelle stesse condizioni usando onde da 66,3 a 74 metri.

Non si hanno invece dati riguardo al servizio notturno.

4) Le condizioni suddette sono rovesciate quando si considerano distanze fra 150 e 300 km. In questo caso la lunghezza d'onda di 66,3 o 75 m dà un servizio migliore durante il servizio diurno di quello ottenuto con onde da 85,7 a 105 o da 133 a 150 metri. C. G. E.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.



## CRONACA

### APPLICAZIONI VARIE.

Un dispositivo per la sincronizzazione a distanza dei pendoli di precisione è descritto nei Comptes Rendus de l'Acad. des Sciences di Parigi del 7 febbraio 1927. Il dispositivo si giova della trasmissione per via radio: un trasmettitore collocato nella cassa del pendolo emette continuamente onde di una certa lunghezza. Al condensatore del circuito oscillante che determina la lunghezza d'onda è connesso un filo metallico lungo circa 20 centimetri disposto in modo che la punta indice che si trova all'estremità inferiore del pendolo, passi, durante il movimento alla distanza di pochi millimetri dall'estremità libera del filo stesso. Ogni passaggio della punta davanti al filo cagiona una variazione nella capacità del circuito oscillante e provoca perciò una variazione di lunghezza d'onda abbastanza sensibile per essere registrata da un'ordinaria stazione ricevitrice.

### MATERIALI.

Un metodo rapido per il calcolo degli isolatori passanti è descritto nel Bulletin de l'Assoc. Suisse des Electriciens del dicembre 1926. Considerando l'isolatore composto di tanti strati concentrici, supposti prima di spessore infinitesimo e poi di spessore finito, e studiando la distribuzione dei potenziali lungo l'isolatore si arriva a delle formule logaritmiche che permettono di calcolare rapidamente le dimensioni principali dell'isolatore mediante le quali si può arrivare ad ottenere dati valori prestabiliti per i coefficienti di irregolarità assiale e radiale (definiti l'uno e l'altro dal rapporto fra il valore massimo e il valore minimo del campo elettrico rispettivamente lungo l'asse dell'isolatore o nel senso radiale). La soluzione delle equazioni può essere facilitata dall'uso di grafici i quali, se tracciati su una scala logaritmica, sono realizzati completamente mediante rette.

### TARIFFICAZIONE E VENDITA.

La tarifficazione multipla per l'energia elettrica era già applicata a Parigi fin dal 1923. Attualmente viene proposta l'applicazione di una tariffa ancora più complicata allo scopo di cercare di raggiungere un diagramma di carico più uniforme nelle varie ore della giornata. Si tratterebbe anzitutto di realizzare dei circuiti distinti per la illuminazione e per tutti gli altri usi domestici dell'elettricità diversi dal servizio luce: i due circuiti corrispondono a tariffe diverse. Inoltre per il circuito di usi estranei all'illuminazione la tariffa varierebbe secondo le ore; il periodo giornaliero sarebbe diviso in tre periodi: notte, giorno e ore di punta. Il periodo detto di notte comprende le ore dalle 18 alle 7 ed anche quelle del periodo di riposo meridiano dalle 11 e 30' alle 13 e 30'; il periodo di giorno va dalle ore 7 alle 11 e dalle 13 e 30' alle 15; le ore di punta sono quelle dalle ore 15 alle 18 (il periodo di punta scompare durante l'estate). A questi tre periodi corrispondono tariffe gradatamente crescenti: inferiori alla media attuale nel periodo di notte e di giorno, sensibilmente superiori nel periodo di punta.

### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

Il servizio telefonico pubblico fra l'Inghilterra e l'America è entrato recentemente in funzione. Si riprendono così i primi esperimenti compiuti già nel 1915. Il percorso seguito dalla comunicazione si può così riassumere: l'abbonato di Londra chiama al proprio apparecchio; la corrente circola nei cavi telefonici urbani fino alla centrale telefonica interurbana presso la Cattedrale di San Paolo: da qui mediante apposito cavo viene effettuato il collegamento colla stazione radio di Rugby. La corrente microfonica viene trasformata sotto forma di onde eterie e per via radio perviene nella stazione di Houlthorn (Main. S. U.) dove viene nuovamente ridotta a corrente microfonica e con una linea lunga 700 km trasmessa a New York finché perviene, attraverso la rete urbana, all'abbonato di colà. La risposta, con un cavo di 95 km, perviene alla stazione radio di Long Island e trasmessa per via radio è ricevuta a Wroughton in Inghilterra donde, come corrente microfonica arriva a Londra. La tariffa è di 15 sterline per tre minuti e cinque sterline per ogni minuto successivo.

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

La cabina di conversione automatica a raddrizzatori a mercurio installata a Friburgo per il servizio tramviario ha permesso di realizzare economie rilevanti. Precedentemente erano in servizio in tale cabina due gruppi motore asincrono-dinamo, uno da 75 kW e l'altro da 35 kW. I due gruppi furono lo scorso anno sostituiti da un raddrizzatore a vapore di mercurio da 170 kW con disposizione di completo automatismo. La cabina ha dimostrato sempre perfetto funzionamento; il rendimento medio che coi gruppi convertitori era di circa 78,2 per cento è salito a 91,5 per cento, permettendo di risparmiare circa 106.000 kWh, annui di consumo. Secondo le cifre pubblicate dalla Direzione dei tram di Friburgo, mentre coi convertitori si avevano in media ogni anno 5360 franchi di spese generali (personale, e manutenzione), colla nuova installazione tali spese sono scese a 585 franchi per anno, con una economia di 4775 franchi da aggiungere a quella derivante dal minor consumo di energia.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

## XXXII RIUNIONE ANNUALE

COMO - 5-11 Ottobre 1927

Istituto G. Carducci - Via F. Cavallotti

Riportiamo una circolare diramata in questi giorni a tutti i soci:  
*Egregio Consocio,*

Come alla decisione ratificata dall'Assemblea Generale della XXXI Riunione in Brescia, quest'anno la nostra Riunione avrà luogo in Como in occasione della prima ricorrenza centenaria della morte di Alessandro Volta.

L'A. E. I. ha già reso un omaggio al sommo Fisico nostro, colla pubblicazione del volume Voltiano, che tanto successo ebbe fra i Soci. Ed ha anche dato l'opera sua per l'organizzazione e l'ordinamento delle Esposizioni Tecniche Voltiane di Como: quella Internazionale delle Comunicazioni Elettriche e quella Nazionale degli Impianti Idroelettrici.

A Como l'A. E. I. terrà quindi la sua XXXII Riunione alla quale i Soci nostri interverranno certamente numerosi: sia per la magnifica attrazione dei luoghi e la larga ospitalità Comense, sia pel programma interessante e per le visite tecniche che dovremo alla cortesia della Società Interregionale, della Società Ceramica del Verbano, e di numerosi industriali di Como.

Per le Sedute del Congresso l'A. E. I. avrà l'onore di essere accolta nei locali del magnifico Istituto Carducci offertole dal munifico e benemerito suo fondatore, l'industriale Ing. Comm. Enrico Musa, che l'ha messo a disposizione per la nostra Riunione.

Il forte gruppo di lavori che verranno discussi alla Riunione di Como e di cui è qui unito il programma tecnico, costituirà inoltre un titolo d'onore per la nostra A. E. I.

Tutto quindi concorre a invogliare i colleghi ad accorrere numerosi alla Riunione di Como. Per facilitarne l'organizzazione e per rendere agevole il problema degli alloggi è necessario che i Soci i quali intendono parteciparvi vogliano cortesemente ritornare debitamente e completamente riempita la qui unita Scheda di adesione che deve ad ogni modo pervenire non più tardi del 18 settembre alla nostra Sede Centrale accompagnata dalle relative quote di iscrizione e di prenotazione alloggi.

Con osservanza.

Il Segretario Generale  
G. COMBONI

Il Presidente Generale  
G. VALLAURI

## PROGRAMMA DI MASSIMA

MERCOLEDÌ 5 OTTOBRE.

- Ore 14,30: Consiglio Generale dell'A. E. I.  
» 16: Comitato Elettrotecnico Italiano. - Commissioni.

GIOVEDÌ 6 OTTOBRE.

- Ore 10: Seduta inaugurale all'Istituto Carducci, con intervento delle Autorità. Celebrazione di Alessandro Volta con discorso del Senatore Prof. Corbino su un capitolo della « Fisica moderna ».  
» 14: Visita alla tomba di Alessandro Volta (partenza da Piazza Cavour con tram elettrico) e ritorno a Como.  
» 15,30: Seduta e lavori. Discussione Tema A.

VENERDÌ 7 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. Discussione Tema A.  
» 14: Visita per gruppo a uno dei sotto-notati Stabilimenti: Seterie Clerici. - Camerlata (tram elettrico). Officine Meccaniche per le Industrie Tessili ed Af-fini O. M. I. T. A. - Albate. Cartiere di Maslianico (tram elettrico). Fabbrica Nazionale Cementi Montadon e C. - Merone.

SABATO 8 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. - Discussione Tema B.  
» 14: Seduta e lavori. - Discussione Tema B.  
» 19,30: Pranzo sociale all'Hotel Plinius.

DOMENICA 9 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta. Discorso del Prof. F. Lori: « Per una storia dell'elettricità italiana ».  
» 10: Assemblea Generale dei Soci dell'A. E. I.  
» 11: Visita all'Esposizione Voltiana.  
» 14: Gita a Brunate in funicolare e visita al Faro Voltiano.  
» 17: Ritorno a Como e visita all'Esposizione.

## LUNEDÌ 10 OTTOBRE.

Escursione alla Centrale di Mese della Società Interregionale Cisalpina.

- Ore 7,30: Partenza da Como per Colico, in piroscalo speciale.  
 » 10,30: Arrivo a Colico.  
 » 10,50: Partenza dalla stazione ferroviaria di Colico, in treno speciale.  
 » 11,30: Arrivo a Chiavenna e trasporto a Mese.  
 » 12: Colazione nella Centrale di Mese, offerta dalla Società Elettrica Interregionale Cisalpina.  
 » 14: Visita alla Centrale di Mese.  
 » 16,30: Partenza da Chiavenna per Colico, in treno speciale.  
 » 17,10: Arrivo a Colico.  
 » 17,30: Partenza da Colico per Como, in piroscalo speciale.  
 » 20,30: Arrivo a Como.

## MARTEDÌ 11 OTTOBRE.

Escursione a Laveno.

- Ore 8: Partenza da Como per Laveno (Ferrovia Nord).  
 » 9,30: Arrivo a Laveno e partenza con automezzi per gli stabilimenti della Società Ceramica del Verbano.  
 » 10-12: Visita agli Stabilimenti.  
 » 12,30: Colazione offerta dalla S. A. Ceramica del Verbano.  
 » 14,30: Partenza con battello speciale gentilmente offerto dalla S. A. Ceramica del Verbano, gita sul lago, visita alle Isole Borromee e al Golfo di Pallanza.  
 » 17,30: Ritorno a Laveno.  
 » 18: Partenza per Laveno, Como o Milano.

All'atto delle iscrizioni sarà distribuito il programma definitivo dettagliato che potrà eventualmente presentare qualche variante rispetto a quello di massima sopra riportato, e preciserà i ricevimenti che in onore dell'A. E. I. preparano il Comune di Como ed il Comitato Voltiano.

## PROGRAMMA TECNICO

## TEMA A — Comunicazioni elettriche.

## Relazioni:

- G. DI PIRRO: Lo stato attuale della telefonia a grande distanza. (*L'Elettrotecnica*, n. 23-24 del 15-25 agosto 1927, pag. 525, e n. 25 del 5 settembre 1927, pag. 593).  
 A. FARANDA: La telefonia urbana e i sistemi automatici.  
 G. PERILLI: Lo sviluppo della telegrafia sottomarina.  
 C. ALBANESE e T. MAZZUCA: I sistemi telegrafici moderni.  
 G. PONTI: Il problema telefonico in Italia. (*L'Elettrotecnica*, n. 20 del 15 luglio 1927, pag. 452).  
 G. PESSON: La rete telefonica italiana interurbana in cavi. (*L'Elettrotecnica*, n. 21 del 25 luglio 1927, pag. 473).  
 U. BORDONI: Struttura fisica dei suoni e loro percezione.  
 G. DI PIRRO: Le perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici e telefonici delle linee ad alta tensione e a forte corrente.  
 G. PESSON: Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche.

## Comunicazioni:

- F. AJANI: Fondamenti di una teoria dei circuiti, con speciale riguardo a quelli telefonici.  
 C. BACCHINI: Sulla misura della lunghezza d'onda nelle stazioni di radiodiffusione.  
 V. GORI: Induzione mutua fra circuiti e velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche. (*L'Elettrotecnica*, n. 14 del 15 maggio 1927, pag. 305).  
 V. GORI: Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici.  
 C. MATTEINI: Rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmissenti. (*L'Elettrotecnica*, n. 22 del 5 agosto 1927, pag. 501).  
 G. PESSON e T. GORIO: Impiego dell'oscillografo per lo studio delle correnti radiotelegrafiche.  
 G. PESSON - G. MONTEFINALE: Il centro radiotelegrafico di Roma. (*L'Elettrotecnica*, n. 16 del 2 luglio 1927, pag. 413).  
 G. VALLAURI: Confronti fra misure di frequenza, per mezzo dei piezorisuonatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 20 del 15 luglio 1927, pag. 445).  
 F. VECCHIACCHI: Taratura dei cimosetri radiotelegrafici. (*L'Elettrotecnica*, 15 maggio 1927, n. 14, pag. 298).  
 C. IACOBACCI: Telefonia a onde convogliate.

## TEMA B — Isolamento delle grandi linee.

## Relazioni:

- E. ALESSANDRI: Sulla tecnica degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 2 del 25 luglio 1927, pag. 488).  
 A. DALLA VERDE: Particolari e accessori delle catene di isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 25 del 5 settembre 1927, pag. 565).  
 G. SILVA: Isolatori passanti per altissime tensioni. (*L'Elettrotecnica*, n. 18 e 19, 25 giugno e 5 luglio, pagg. 401 e 420).  
 S. BROGGI: Isolatori in porcellana, in vetro ed in pyrex per linee ad alta tensione.  
 G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO: Sul così detto invecchiamento degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 619).  
 F. MOTTI: Sulle prove degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 626).

E. SEMENZA: Conduttori per linee ad altissima tensione. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 613).

G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO: Sul collegamento a terra del neutro negli impianti ad alta tensione.

## Comunicazioni:

- L. BOSONE: Cavo per linea a 75.000 volt. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre, pag. 629).  
 L. SELMO: Sul selezionamento termico degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1927, n. 8, pag. 176).  
 G. SOMEDA: Attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria. (*L'Elettrotecnica*, n. 26, 15 settembre 1927, pag. 634).  
 E. ALTMANN: Proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione.  
 S. SILVA: Il comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna. (*L'Elettrotecnica*, del 25 giugno 1927, n. 18, pag. 411).

## Norme per le Comunicazioni Tecniche.

1) Saranno ammesse alla discussione durante le sedute del Congresso soltanto quelle Memorie che siano state presentate in tempo per essere pubblicate sul giornale o almeno in bozze. Le bozze delle Memorie saranno distribuite ai Soci all'atto dell'iscrizione.

2) Le Memorie non verranno lette nelle Sedute del Congresso. Verranno concessi dieci minuti ad ogni Autore o suo delegato per riassumerle brevemente. Seguirà la discussione, alla quale ciascun socio ha diritto di partecipare.

## Notizie delle Sezioni

## SEZIONE DI TORINO

**Conferenza tenuta la sera del 26 luglio 1927 nei locali sociali sul « Montaggio di una grande linea a 220 000 volt in California ».**

In assenza del Presidente Ing. Arigo e del Vice Presidente Ing. Pavia, assume la presidenza l'Ing. Palestino il quale anzitutto porge ai Soci numerosi convenuti il suo saluto, e presenta loro il Signor Ing. W. C. Binz che cortesemente ha voluto aderire all'invito di tenere l'interessante conferenza che è oggetto della riunione.

Rapidamente l'Ing. Palestino mette in evidenza le caratteristiche particolari ed essenziali delle treccie alluminio-acciaio, illustrando le ragioni per le quali oggi si preferiscono in America le treccie bimetalliche alle treccie di rame.

Mette in rilievo le caratteristiche elettriche: il diametro maggiore, ragione prima dell'adozione indiscussa delle treccie acciaio-alluminio per le altissime tensioni. Ricorda la formula del Peek.

$$E_c = m \cdot a \cdot r \cdot \log \frac{d}{r}$$

che dà la tensione critica tra due conduttori di raggio  $r$  e distanza  $d$  e fa notare come l'aumento del  $r$  raggio abbia molto più effetto che non l'aumento della  $d$  quando si voglia elevare il valore della tensione critica. Ragione per cui appaiono all'orizzonte i nuovi conduttori tubolari per le tensioni altissime che arrivano ormai ai 380 kV.

Come resistenza elettrica il conduttore di alluminio ha una sezione che è circa il 40 % superiore a quella del rame di pari resistenza.

Il cavo interno di acciaio non si calcola come conduttore, la sua presenza invece è favorevole alla migliore utilizzazione di tutta la sezione dell'alluminio perchè, per effetto della maggior permeabilità, l'acciaio interno fa convogliare al centro maggiore numero di linee di forza.

Come selfinduzione il conduttore acciaio-alluminio non presenta sostanziali differenze di valori da quelli dei conduttori uniformi, e solo nel caso di avvolgimenti a strati dispari con eliche in senso contrario può risultare un leggero effetto di induzione nell'acciaio, però senza pratici inconvenienti.

Meccanicamente invece la corda acciaio-alluminio ha salienti proprietà giacchè l'anima d'acciaio interviene totalmente coll'alto valore della sua resistenza nel calcolo delle catenarie ad elevare il carico di rottura, e quindi il carico di sicurezza della corda, ottenendo così catenarie con piccolissima freccia, con conseguente economia considerevole dell'altezza dei pali a parità di campate, oppure consentendo di aumentare le campate a parità di altezza di pali, con evidente economia di pali e di isolatori.

Mette in paragone i dati principali che seguono:

	Rame	Alluminio	Acciaio	Corda acciaio alluminio
Modulo di elasticità	$12 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$30 \times 10^6$	$11,41 \times 10^6$
Coefficiente di allungamento	$9,3 \times 10^{-6}$	$12,8 \times 10^{-6}$	$6,4 \times 10^{-6}$	$10,87 \times 10^{-6}$
Carico di rottura	$35 \div 40 \text{ kg/mm}^2$	$18 \div 20 \text{ kg/mm}^2$	$100 \div 120 \text{ kg/mm}^2$	—

Successivamente mette in evidenza le difficoltà della costruzione dei giunti e degli ammassaggi, difficoltà però brillantemente superate dalla tecnica americana che ha saputo trovare un giunto facilmente fattibile in campagna e di assoluta sicurezza, giunto che rende la corda acciaio alluminio di uniforme resistenza meccanica, e non altera la sua conducibilità elettrica.

Accenna alle cure che si devono avere nella posa e fa una rapida sintesi dei sistemi che saranno meglio illustrati a voce e colle proiezioni dell'Ing. Binz.

Mette in rilievo il fenomeno importantissimo delle vibrazioni che si verificano nei conduttori così tesi, paragonando la corda tesa nell'aria e da questa strofinata, alle corde degli strumenti musicali ad arco, dimostrando come si possano formare nodi e ventri le distanze dei quali dipendono dalle dimensioni della corda, dal valore della tensione meccanica e dalla velocità dell'aria. E precisamente questo ultimo fattore interviene in modo del tutto particolare giacché non è coi venti forti che si hanno le massime vibrazioni, ma bensì coi venti tesi, uniformi, di media e bassa velocità: perfettamente come per l'arco sulle corde degli strumenti musicali, il quale arco cava il suono migliore e più sonoro con una determinata velocità, e il suono non cresce con l'aumentare della velocità dell'arco.

Senza entrare in particolari dà qualche informazione sul modo semplice col quale è stato possibile attenuare se non eliminare del tutto tale fenomeno che a volte aveva conseguenze serie di rottura del conduttore. Infatti se in corrispondenza dell'attacco alla catena d'isolatori corrispondeva un ventre di vibrazioni si è constatato rottura del conduttore all'attacco.

Per evitare la formazione del ventre alla sospensione, si sono attaccati dei pesi supplementari di pochi chilogrammi a due o tre metri dall'attacco: questi pesi costituiti da una massa metallica portata da un gambo che presenti un pò di elasticità sono bastati per alterare l'uniformità di peso della corda, rompendo così la propagazione delle vibrazioni ed alterando la formazione equidistante dei nodi.

Come calcoli delle corde acciaio-alluminio per la loro stabilità ricorda che la base di calcolo si è quella di ritenere il solo acciaio come elemento meccanico di resistenza al limite, e senza addentrarsi nella teoria complicata delle corde bimetalliche, accenna che gli americani fanno, viceversa, assegnamento sulla resistenza meccanica della corda globalmente considerata.

Allora intervengono le considerazioni dello scorrimento eventuale dei due elementi costituenti la corda a causa della forte differenza dei coefficienti di dilatazione per effetto di differenza di temperatura, essendo quello dell'alluminio circa doppio di quello dell'acciaio, e precisamente per ogni grado di temperatura:

$$\alpha_{\text{alluminio}} = 23 \times 10^{-6}$$

$$\alpha_{\text{acciaio}} = 12 \times 10^{-6}$$

Brevemente riassume quindi come sono montati i conduttori acciaio-alluminio sulle moderne linee ad isolatori sospesi, mettendo in evidenza l'importanza di certi dettagli di montaggio specialmente intesi a non danneggiare la corda nella morsetteria e infine mette in rilievo le caratteristiche di durata e di manutenzione, facendo un cenno anche alla parte economica in parallelo al costo delle trecce di rame.

Così illustrato il problema nelle sue linee generali, per facilitare il compito all'egregio Ing. Binz per la sua esposizione, cede a questi la parola.

L'Ing. Binz fa una rapida ripetizione delle cose già dette dall'Ing. Palestrino ed accenna a qualche discrepanza d'idee che egli, come fornitore delle corde d'acciaio-alluminio, è in dovere di mettere in evidenza perchè, pur ammettendo esatte tutte le informazioni date dall'Ing. Palestrino, che ha potuto con lui stesso in America e specialmente in California visitare molti impianti e molte linee già costruite, dichiara che certe apprensioni del Palestrino sono esagerate specialmente per ciò che riguarda le vibrazioni dei conduttori troppo tesi e per ciò che riguarda le dilatazioni dei due metalli sottoposti a differenze di temperatura.

Passa quindi ad illustrare tutta la costruzione dei cavi bimetallici, la loro posa e sistemazione, con l'aiuto di bellissime dispositive. Interessantissima la film che riproduceva la costruzione e montaggio di una grande linea a 220 kV.

Al termine del suo dire, l'Ing. Binz è stato vivamente applaudito. L'Ing. Palestrino porse infine all'Ing. Binz il ringraziamento della Sezione, con una speciale espressione di gratitudine alla Società dell'Alluminio di America.

La seduta fu tolta alle 23,15.

\* \*

#### SEZIONE DI CATANIA

##### Verbale dell'assemblea riunita il 21 luglio 1927

##### Ordine del Giorno:.

Relazione finanziaria e morale per il 1926;  
Bilancio preventivo per il 1927;  
Regolamento biblioteca;  
Varie.

Presiede il Vice Presidente, Prof. Ernesto Drago.

Sono presenti buon numero di soci.

Il Segretario, Ing. Emanuele Cutore legge i verbali delle due riunioni del Consiglio Direttivo, che vengono approvati, e passa quindi

ad esporre le condizioni della cassa della Sezione presentando il bilancio consuntivo, per l'anno 1926, e quello preventivo per il 1927. L'assemblea prende visione dell'uno e dell'altro e li approva all'unanimità.

Il Presidente, Prof. Drago, inizia la relazione sull'attività della Sezione dando comunicazioni degli spostamenti avvenuti nelle cariche del Consiglio Direttivo ed informa quindi l'assemblea di alcune deliberazioni prese dal Consiglio stesso nelle due ultime riunioni. Per quanto riguarda l'aumento di quota sociale proposto dalla Sede Centrale con lettera 26 aprile scorso, l'assemblea non lo approva sia perchè un aumento è stato apportato appena un anno addietro, come pure perchè nello attuale periodo di rivalutazione della lira un simile provvedimento riuscirebbe oltremodo inopportuno.

Il Presidente riferisce relativamente all'aumento di quota per il 1927 per le onoranze a Volta e mostra l'impossibilità di inviare tale contributo straordinario. L'assemblea ratifica l'operato della Presidenza.

Il Presidente presenta quindi all'assemblea il nuovo regolamento per il prestito dei libri ai soci, redatto da apposita Commissione. Dopo breve discussione viene approvato e se ne delibera la pubblicazione in volumetto che dovrà contenere pure l'elenco completo dei libri esistenti nella biblioteca.

A proposito della biblioteca il Presidente porta a conoscenza dell'assemblea che il socio Comm. Ing. Emilio Piazzoli ha voluto con generosa spontaneità far dono alla Sezione della preziosa raccolta di 135 volumi della rivista elettrica francese: « La Lumière électrique », « L'Eclairage électrique », « Revue générale d'électricité » a partire dall'anno 1890. La Presidenza della Sezione ha provveduto al collocamento di detti volumi in apposito scaffale nel quale è stata pure collocata una targa che ricorda l'atto munifico del Comm. Piazzoli. L'assemblea delibera un voto di vivo plauso e di ringraziamento al Comm. Piazzoli e dà mandato al Presidente di darne comunicazione all'illustre donatore.

Esaurito l'ordine del giorno, la seduta è tolta.

#### RENDICONTO FINANZIARIO ANNO 1926.

##### Entrata:

Esistenza in cassa al 31 dicembre 1925 . . . . .	L. 1.030,95
Contributi per il 1926:	
N. 96 soci individuali a L. 70 . . . . .	L. 6.720
» 6 » collettivi » » 150 . . . . .	» 900
» 6 » » » » 200 . . . . .	» 1.200
» 9 » studenti » » 15 . . . . .	» 135
N. 117 soci paganti al 31 dicembre 1926 . . . . .	L. 8.955,—
Interessi attivi su libretto della Comit al 31-12-1926 . . . . .	» 85,80
Quota arretrata Ing. Russo Felice (1925) . . . . .	» 50,—
Rimborso dall'Ufficio Centrale delle spese per spedizione di Annuari ai soci . . . . .	» 41,20

Totale entrate . . . L. 10.162,95

##### Uscita:

Contributo alla Sede Centrale per quote, anno 1926:

N. 96 soci individuali a L. 45 . . . . .	L. 4.320
» 12 » collettivi » » 120 . . . . .	» 1.440
N. 108 soci . . . . .	L. 5.760,—
Biblioteca:	
Acquisto periodici . . . . .	L. 1.021,40
Acquisto libri . . . . .	» 789,40
Rilegature . . . . .	» 178,—
Cancelleria e stampati . . . . .	» 193,90
Spese postali . . . . .	» 308,30
Mance personale . . . . .	» 160,—
Spese minute varie . . . . .	» 41,80

Totale uscite . . . L. 8.452,80

Esistenza in cassa al 31 dicembre 1926 . . . . . L. 1.710,15

L. 10.162,95

##### Attivo:

Esistenza in cassa . . . . .	L. 1.710,15
Crediti per quote arretrate . . . . .	» 325,—
Totale . . . . .	L. 2.035,15

##### Per memoria:

Biblioteca:	
Costo al 31-12-1925 (oltre i libri ricevuti in dono) . . . . .	L. 5.372,95
Acquisto libri nel 1926 . . . . .	» 1.988,80
Totale . . . . .	L. 7.361,75

**Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Il successo tecnico della prossima Riunione di Como.

Quello che dicevamo nello scorso numero circa la mole e l'importanza delle relazioni e delle memorie raccolte per la prossima riunione sociale, apparirà ai lettori ancora meglio documentato da questo fascicolo, pure di volume eccezionale e tutto dedicato al congresso. In esso i colleghi ALBANESE e MAZZUCA, con una monografia veramente completa di carattere descrittivo, prendendo le mosse dai primi e più semplici sistemi a tutti noti, trattano dei più rapidi e complessi sistemi telegrafici moderni. L'Ing. FARANDA invece illustra la telefonia automatica con uno scritto chiaro e riassuntivo che riuscirà particolarmente gradito a quanti, valendosi quotidianamente con piena soddisfazione del telefono automatico, sentono il desiderio di sapere un po' meglio come avvenga il miracolo, come cioè si possa così rapidamente ed automaticamente effettuare la scelta del circuito desiderato fra le migliaia e migliaia di circuiti che convergono all'Ufficio centrale.

Al tema delle comunicazioni senza fili appartiene invece la relazione del PESSON che ordinatamente riassume ed illustra lo stato odierno dei problemi inerenti alla propagazione delle onde elettromagnetiche: problemi che hanno acquistato ancora maggiore importanza dopo i successi quasi insperati, raggiunti coll'impiego delle onde cortissime. Lo scritto acquista speciale importanza pel fatto che il Pesson non ha mancato di aggiungervi i frutti della sua lunga ed acuta esperienza di autorevole pioniere della radiotecnica in Italia.

Con questi lavori si completa la collana delle monografie che coprono veramente tutto il campo relativo alle comunicazioni elettriche, e si afferma così senz'altro il successo tecnico della prossima riunione. E' certo infatti che, per molto tempo, chi avrà bisogno di documentarsi intorno a qualche problema di telegrafia o di telefonia, con o senza fili, non avrà che a ricercare questi fascicoli dell'*Elettrotecnica* o, più comodamente ancora, il volume dei rendiconti della XXXII riunione nel quale saranno riunite, come d'abitudine, tutte le relazioni e le memorie presentate a Como, insieme col testo delle discussioni relative.

\*

Un anticipo alla discussione può considerarsi l'odierno scritto dell'ALTMANN sulle proprietà della porcellana per isolatori; ed esso lascia prevedere che sull'argomento sempre appassionante, anche la discussione orale sarà assai interessante.

### La Riunione della C. E. I.

La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale in Italia si è felicemente e solennemente conclusa colla seduta plenaria del 22 e col viaggio-visita ai lavori di elettrificazione organizzato dalle Ferrovie dello Stato. Siamo lieti di poter dire che lo sforzo non indifferente compiuto dal nostro Paese, dalla nostra Associazione e dal Comitato Elettrotecnico Italiano per ricevere degnamente i delegati stranieri, è stato coronato da un lusinghiero successo, e salutato dall'entusiastico plauso di tutti gli intervenuti. Della memorabile riunione diremo ampiamente nei prossimi numeri.

LA REDAZIONE.

**Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.**

### □ SISTEMI TELEGRAFICI MODERNI □

C. ALBANESE e T. MAZZUCA



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Como - Ottobre 1927

#### PARTE I. — GENERALITÀ

##### 1. - Argomento.

Questa relazione riguarda unicamente quei sistemi con cui si effettua, mediante fili conduttori, la trasmissione delle lettere, cifre, segni d'interpunzione ed altri segni convenzionali costituenti uno scritto, previa traduzione di essi nel « linguaggio » telegrafico proprio del sistema che si adopera.

Non saranno quindi trattati gli apparecchi per mezzo dei quali si ottiene la riproduzione a distanza degli autografi (teleautografi), come pure quelli che tendono a riprodurre i disegni e le immagini, i quali formano oggetto di un capitolo speciale della telegrafia.

I sistemi telegrafici speciali che si adoperano per la trasmissione sui cavi sottomarini formeranno oggetto di altra relazione.

##### 2. - Codice o alfabeto telegrafico.

La tabella di corrispondenza fra gli elementi del linguaggio telegrafico si dice « codice » o alfabeto telegrafico. Dicesi « segnale telegrafico » ciò che corrisponde nel linguaggio telegrafico a una lettera, cifra, segno d'interpunzione o altro segno. Questi ultimi elementi del linguaggio ordinario saranno in seguito chiamati per brevità « caratteri ».

Tutti conoscono l'alfabeto Morse, nel quale il linguaggio telegrafico è costituito da « punti » e « tratti » separati da giusti « spazi ». La trasmissione si effettua con un apposito « tasto » che viene ritmicamente abbassato o lasciato in posizione di riposo per tempi proporzionali alle lunghezze dei punti e dei tratti, ovvero degli spazi.

Alla stazione di ricevimento, dove l'ancoretta della elettrocalamita ricevente riproduce i movimenti del tasto di trasmissione, gli elementi dei segnali Morse (punti, tratti e spazi), vengono riconosciuti o dalla loro durata (ricevimento ad udito), o dalla loro lunghezza (ricevimento a zona).

Senza entrare per ora in merito al filo, o ai fili conduttori che servono a collegare la stazione trasmittente con quella ricevente, costituendo il così detto « circuito telegrafico », diremo che i segnali del sistema Morse vengono trasmessi per mezzo del circuito sotto forma di « emissioni » di corrente più o meno lunghe (tratti e punti) separate da intervalli durante i quali nessuna corrente è inviata sul circuito.

Il sistema Wheatstone adopera lo stesso codice Morse con la differenza che i « tratti » ed i « punti » vengono ottenuti inviando sul circuito delle emissioni più o meno lunghe di corrente in un determinato senso (corrente di lavoro), mentre gli « spazi » vengono ottenuti con emissioni di corrente contraria.

Il sistema « Siphon Recorder » adoperato per i lunghi cavi telegrafici sottomarini, ha anche esso un codice analogo a quello Morse: la differenza sta nel fatto che ai « punti » e « tratti » dell'alfabeto Morse corrispondono emissioni della stessa durata, ma rispettivamente positive e negative, mentre gli



intervalli vengono ottenuti con la cessazione di ogni emissione, come nel sistema Morse.

Per completare la lista dei codici affini a quello Morse, ricorderemo che tempo addietro venne, ma senza fortuna, proposto dal Gott, per i cavi, l'impiego del sistema Morse, trasmettendone però i successivi elementi (punti o tratti) con corrente alternativamente positiva o negativa e senza frapporre alcun intervallo fra gli elementi di una stessa lettera.

In tutti i precedenti sistemi a ciascuna lettera corrisponde una durata di trasmissione più o meno lunga; esistono però dei sistemi fondati su codici nei quali tutte le lettere richiedono una stessa durata di trasmissione.

Il prototipo di tali sistemi è il « sistema Baudot » nel quale ciascuna lettera viene ottenuta con un gruppo di cinque emissioni, singolarmente positive o negative, tutte della stessa durata e non separate da alcun intervallo <sup>(1)</sup>. Il rispettivo codice viene perciò, come tutti quelli da esso derivati, chiamato anche « codice a 5 unità ».

I codici di tale natura consentono di rappresentare  $2^5$  —  $1 = 31$  diverse lettere o segni (una delle  $2^5$  disposizioni con ripetizione delle due emissioni, positiva e negativa, prese a 5 a 5, è perduta per il « riposo » cioè costituisce il gruppo di emissioni che vengono inviate sulla linea allorchè non si trasmette).

Nei sistemi che sono fondati sull'uso del codice a cinque unità, le diverse combinazioni non corrispondono però ai medesimi caratteri. Si hanno perciò un alfabeto Baudot, un alfabeto Siemens, Murray, ecc., diversi fra loro pur essendo, in ognuno di essi, ciascun segnale formato da cinque emissioni.

Un sistema tuttora in uso il quale non ha un vero e proprio « codice » è il sistema « Hughes ». In tale sistema, basato essenzialmente sul sincronismo fra l'apparato trasmittente e quello ricevente, la trasmissione viene effettuata mediante emissioni della stessa durata (una sola emissione per ciascuna lettera) susseguendosi a determinati intervalli, a partire da una speciale emissione iniziale. Noi riteniamo però che si possa estendere ad esso il concetto di « codice » supponendo questo come costituito da una serie indefinita di intervalli, multipli successivi di un intervallo elementare, alla quale corrisponde la serie ricorrente dei caratteri.

Gli intervalli s'intendono computati dal principio della emissione iniziale, all'inizio delle singole successive emissioni, e la grandezza dell'intervallo elementare caratterizza naturalmente la velocità di trasmissione.

### 3. - Circuito telegrafico.

Per effettuare una trasmissione telegrafica occorrono essenzialmente: una o più sorgenti di corrente (a seconda del sistema), un trasmettitore, un ricevitore e uno ovvero due conduttori per collegare il posto trasmittente con quello ricevente. Quando il collegamento è costituito con un solo conduttore, la chiusura del circuito è affidata alla terra ed occorrono perciò due « prese » di terra, una in ciascun posto. I circuiti « unifilari » introdotti quasi nei primordi della telegrafia (Steinheil), costituirono dal lato economico un progresso della tecnica telegrafica: ora si ha tendenza a ritornare ai circuiti bifilari per evitare i disturbi di induzione provocati dalle linee elettriche per trasporto di energia e segnatamente dalle linee di trazione elettrica che si servono parimenti della terra come conduttore di ritorno.

### 4. - Sorgenti.

Come sorgenti di corrente si adoperano batterie di pile o di accumulatori oppure dinamo a corrente continua, ovvero, ma ciò più raramente, le stesse correnti industriali. Tali sorgenti vengono generalmente, mediante i trasmettitori, applicate ai circuiti per tempi più o meno lunghi al fine di avere le « emissioni » di cui è fatto cenno nei numeri precedenti.

In molti casi, e specialmente per i circuiti a semplice filo, vengono impiegate delle batterie uniche (una per ciascuna polarità) per trasmettere su più di un circuito: in tal caso le batterie impiegate devono presentare una resistenza interna abbastanza piccola perchè siano trascurabili le variazioni di tensione ai morsetti terminali delle batterie stesse, inerenti alle cadute

interne di potenziale per effetto delle correnti erogate: nessuna preoccupazione deve naturalmente aversi nei riguardi di tali cadute interne allorchè si adoperano batterie di accumulatori.

Per sistemi speciali si adoperano anche alternatori od oscillatori, utilizzando le semionde, ovvero dei gruppi di onde, per ottenere le emissioni elementari proprie del sistema.

Nella telegrafia ordinaria si adoperano per la trasmissione delle tensioni positive o negative fino a 150 volt ed eccezionalmente fino a 180 volt. Oltre alle dette sorgenti che servono per inviare le correnti di trasmissione sui circuiti (correnti di linea) un sistema telegrafico può richiedere delle sorgenti speciali per alimentare dei circuiti locali per far funzionare dei motorini, ecc.

### 5. - Trasmissione manuale e automatica.

I sistemi telegrafici si possono distinguere in sistemi a trasmissione manuale e sistemi a trasmissione automatica: ai primi appartengono i sistemi Morse, Hughes, Baudot, ecc., ai secondi i sistemi Wheatstone e Creed, Siemens, Western, ecc.

Da principio (Wheatstone) si ricorse alla trasmissione automatica per ottenere delle velocità di trasmissione non raggiungibili con la trasmissione manuale; in qualche caso, come per il « Siphon recorder » impiegato per i cavi sottomarini, la trasmissione automatica giova anche per la regolarità dei segnali trasmessi, evitando che le irregolarità di una trasmissione manuale aggravino le difficoltà del ricevimento, già rilevanti a causa della deformazione dei segnali inerente alla propagazione delle correnti nel cavo; nei sistemi moderni, a sincronismo, infine, si adopera o si tende ad introdurre (caso del sistema Baudot) la trasmissione automatica anche per facilitare il compito degli impiegati, risparmiando loro la difficoltà della trasmissione cadenzata richiesta dalla trasmissione diretta sul circuito.

La trasmissione automatica viene generalmente effettuata per mezzo di una striscia di carta o « zona » nella quale l'impiegato produce, mediante apposita macchina perforatrice, dei fori diversamente disposti che rappresentano i caratteri da trasmettere. Tale zona viene poi fatta scorrere nel « trasmettitore automatico » che contiene gli organi propri della trasmissione, organi che vengono comandati, mediante speciali congegni, dai fori della zona: i segnali da trasmettere, opportunamente trasformati in fori, vengono perciò, in certa guisa, « immagazzinati » nella zona e trasmessi successivamente ad una velocità indipendente da quella con la quale sono stati perforati.

Si deve ad un funzionario dell'Amministrazione telegrafica italiana, il Rag. Miniotti, la invenzione di un trasmettitore automatico, nel quale l'immagazzinamento dei segnali avviene col deposito di sferette di acciaio su appositi fori disposti alla periferia di un disco orizzontale di acciaio: con tale sistema non è possibile l'immagazzinamento di un numero illimitato di segnali come con la zona perforata, però si evita la spesa rilevante dovuta al consumo di zona.

### 6. - Relais.

I relais si adoperano in telegrafia principalmente per il ricevimento e si dicono in tal caso « relais di ricevimento » o più semplicemente « soccorritori »: essi vengono utilizzati per mettere in funzione il vero e proprio apparato ricevente, quando esso non potrebbe funzionare direttamente con la corrente di linea che raggiunge generalmente la intensità di pochi milliamperè. Allora tale corrente si impiega per far funzionare il relais e questo, a sua volta fa funzionare l'apparato ricevente, mediante una o più batterie locali. Il circuito comprendente la batteria locale, il relais e l'organo ricevente del sistema, si dice « circuito locale » per distinguerlo dal « circuito di linea » di cui sopra.

I relais possono essere utilizzati anche per la trasmissione, allorchè non è possibile o non si reputa opportuno trasmettere direttamente sulla linea con l'organo di trasmissione proprio del sistema.

Essi vengono anche usati come « relais traslatori » per congiungere due tratti di circuiti di natura differente (per es.: uno a semplice filo e l'altro a doppio filo), ma più generalmente per congiungere i tratti di uno stesso circuito nel quale la trasmissione diretta da uno estremo all'altro sarebbe impossibile o non potrebbe avvenire ad una velocità conveniente.

In ogni caso i relais devono rispondere a requisiti di sensibilità e mobilità, in modo da ritrasmettere sul circuito locale o sulla linea i segnali ricevuti, senza introdurre per proprio conto alcuna apprezzabile deformazione.

<sup>(1)</sup> In tale codice, un segnale composto, per es. di tre emissioni positive e due negative si compone effettivamente di due vere e proprie « emissioni », la prima positiva di lunghezza tripla di quella elementare, la seconda negativa di lunghezza doppia; però per comodità continueremo a parlare di cinque emissioni come se esse fossero staccate.

I relais si distinguono in « neutri » o « polarizzati »: i primi sono costituiti essenzialmente da un'ordinaria elettrocalamita con l'armatura mobile fra due viti di arresto (vite di riposo e vite di lavoro). La corrente, percorrendo, l'avvolgimento magnetizzante provoca, qualunque sia il suo senso, l'attrazione dell'armatura e quindi il passaggio di questa dalla posizione di riposo a quella di lavoro; con la cessazione della corrente e quindi dell'attrazione, l'armatura ritorna sulla vite di riposo in virtù di una molla antagonista. Nei relais polarizzati l'armatura si sposta dalla vite di riposo a quella di lavoro o viceversa, a seconda che l'avvolgimento magnetizzante è percorso da corrente in un senso o nell'altro.

Generalmente essi comportano una calamita permanente che eserciti attrazioni contrarie e praticamente uguali sull'armatura: la corrente circolante nell'avvolgimento crea dal canto suo un campo, che sovrapponendosi al campo della calamita permanente, produce lo squilibrio in un senso o nell'altro delle suddette attrazioni, per cui l'armatura viene sollecitata verso l'una o l'altra delle viti di arresto, a seconda del senso della corrente. Esistono anche relais a bobina mobile.

I relais polarizzati sono normalmente impiegati in quei sistemi telegrafici che fanno uso di emissioni delle due polarità e vengono in tal caso regolati all'« indifferenza » (l'armatura resta sulla vite contro cui è stata portata da una certa corrente fino a che non interviene una corrente di senso contrario); essi vengono però impiegati anche nei sistemi che richiedono una sola polarità ed in questo caso vengono regolati in modo che, con la cessazione della corrente, l'armatura si riporti sull'altra vite (vite di riposo) per effetto dello squilibrio creato per le attrazioni di cui sopra.

Nei riguardi dell'avvolgimento i relais si distinguono in relais semplici e relais differenziali: questi ultimi hanno due avvolgimenti uguali e vengono adoperati generalmente per realizzare dei dispositivi di corrispondenza in duplice (vedere appresso).

Esiste un relais (Gulstad) che, oltre all'avvolgimento principale destinato a ricevere la corrente di linea, ha altri due avvolgimenti secondari che vengono sfruttati per mettere in vibrazione l'armatura del relais secondo una frequenza che può essere accordata con la frequenza fondamentale della corrente di ricevimento: con tale dispositivo (naturalmente il campo magnetico variabile che determina la variazione è di minore intensità di quello prodotto dalle correnti di ricevimento), si viene ad ottenere una certa correzione della deformazione dei segnali ricevuti e si ottiene il risultato di poter ricevere correttamente in casi in cui con altro relais ordinario non sarebbe possibile ricever bene.

## 7. - Ricevitori.

Vi sono dei sistemi telegrafici che danno i telegrammi sotto forma di segni convenzionali (Morse, Wheatstone) ed altri che li danno già tradotti a stampa. Di questi ultimi per alcuni i telegrammi vengono stampati su zona, altri stampati su pagina. Generalmente la stampa avviene mediante una « ruota tipi » che porta alla periferia le lettere, le cifre e gli altri segni compresi nel codice e che è continuamente bagnata d'inchiostro. La ruota tipi presenta successivamente tutti i suoi tipi davanti al « punto d'impressione » dove avviene al momento opportuno, il contatto fra la ruota e la « carta » sulla quale deve essere impresso il tipo.

La ricevente Creed produce una zona perforata uguale a quella di trasmissione e tale zona deve essere passata ad un altro apparecchio Printer) per avere il telegramma stampato su zona: le riceventi di altri sistemi (p. es.: il Siemens) possono dare contemporaneamente sia una zona perforata, sia la corrispondente zona stampata. La zona perforata di ricevimento agevola evidentemente la ritrasmissione dei telegrammi di transito.

## 8. - Bianco lettere e bianco cifre.

Nei sistemi (Morse e derivati, Rowland, ecc.), che consentono di formare un numero sufficiente di segnali per rappresentare le lettere, cifre e gli altri segni più comunemente usati nel linguaggio scritto, si adopera un segnale differente per ogni lettera o cifra, ecc.: negli altri, ed in particolare in quelli basati su codici a cinque unità, nei quali il numero dei segnali diversi è insufficiente al detto scopo, si adopera generalmente uno stesso segnale per rappresentare una lettera e una cifra od altro segno, e il segnale trasmesso indicherà la corrispondente lettera se sarà preceduto da uno speciale segnale detto « bianco

lettere » e indicherà invece la corrispondente cifra (o altro segno) se sarà preceduto da un altro segnale detto « bianco cifre ». Dopo un « bianco lettere » tutti i segnali trasmessi rappresentano lettere, fino a che non interviene un « bianco cifre », dopo il quale tutti i segnali rappresenteranno cifre e viceversa.

Al ricevimento, i due segnali « bianco lettere » e « bianco cifre » producono, generalmente, come tutti gli altri, l'avanzamento della carta, ma, invece della impressione di speciali tipi, provocano il funzionamento di alcuni organi in virtù dei quali vengono a presentarsi davanti al « punto di impressione » corrispondentemente le lettere ovvero le cifre. A tale scopo, nei sistemi (Hughes, Baudot, ecc.) che hanno per l'impressione una « ruota tipi » la ruota stessa porta alla periferia, alternativamente, una lettera e la cifra (o altro segno) corrispondente, e, rispetto all'asse che la trasporta, può assumere due posizioni spostate fra di loro dall'angolo corrispondente all'intervallo che passa fra una lettera e la cifra contigua: l'azione del « bianco lettere » ovvero del « bianco cifre » è quella di provocare lo spostamento di tale ruota dall'una all'altra posizione, o viceversa. Qualche altro sistema (Siemens) ha due ruote tipi montate sullo stesso asse, una per le lettere e l'altra per le cifre: il « bianco lettere » e il « bianco cifre » con opportuni spostamenti fanno entrare in funzione l'una o l'altra ruota. In altri apparati sono impiegati artifizi analoghi a quelli delle macchine da scrivere.

## 9. - Sistemi telegrafici automatici e multipli.

Con i sistemi automatici (Wheatstone, Creed, Siemens) si trasmettono i telegrammi automaticamente, uno dopo l'altro, con grande rapidità (da ciò la necessità della trasmissione automatica); con i sistemi multipli si effettua la trasmissione contemporanea di due o più telegrammi, passando la linea successivamente e periodicamente, mediante appositi organi rotanti detti « distributori », a servizio di altrettante coppie di apparati « individuali », uno di trasmissione a una estremità della linea, l'altro di ricevimento all'altra estremità. I due apparati di una stessa coppia sono collegati attraverso « settori » corrispondenti dei due distributori e provvedono alla trasmissione in un certo senso dei telegrammi propri: i telegrammi delle diverse coppie o « settori » non vengono trasmessi « contemporaneamente » nel vero senso della parola, ma bensì con le lettere intercalate, in modo che, ad ogni periodo di tempo (giro di distributore), vengono trasmesse una dopo l'altra tante lettere quanto sono i settori, appartenenti a telegrammi diversi.

Il sistema si dice duplo, triplo, quadruplo, ecc., a seconda del numero di settori o di coppie di apparecchi individuali.

## 10. - Trasmissione in semplice e in duplice.

La trasmissione si dice in « semplice » quando viene effettuata in un solo senso, ovvero nei due sensi ma alternativamente; si dice in « duplice » quando viene effettuata contemporaneamente (qui si tratta di una vera contemporaneità, perchè le due trasmissioni si sovrappongono) nei due sensi.

Tutti i sistemi possono essere esercitati in « duplice » con uno dei dispositivi di cui si parlerà appresso; però, come si vedrà, tali dispositivi richiedono la realizzazione di linee artificiali atte ad equilibrare elettricamente le linee reali, e quindi, a parte le complicazioni che introducono negli impianti, essi richiedono l'uso di linee elettricamente stabili, senza di che i continui regolaggi cui dovrebbero essere assoggettate le linee artificiali, renderebbero effimero il maggior rendimento che si tende a raggiungere con la applicazione della trasmissione in duplice.

Si preferisce quindi la trasmissione in semplice quando il traffico non richiede un maggiore sfruttamento della linea e quando le condizioni dei circuiti sconsigliano la trasmissione in duplice.

Per la trasmissione in semplice vi sono dei sistemi che sono sempre pronti a trasmettere in un senso e nell'altro: tali sistemi sono generalmente quelli che utilizzano la corrente di una sola polarità (Morse, Hughes, ecc.), e che hanno dei trasmettitori che nella posizione di riposo (trasmissione degli « spazi ») stabiliscono anche le connessioni per il ricevimento.

Altri apparati possono passare dalla posizione di « trasmissione » a quella di « ricevimento » per mezzo di commutazioni più o meno semplici: essi presentano lo svantaggio di non permettere all'ufficio ricevente di « interrompere » quello che trasmette, sicchè, in caso di cattivo ricevimento, esso deve at-

tendere la fine della trasmissione perdendo così del tempo prezioso.

Nel sistema multiplo Baudot la commutazione fra la posizione di trasmissione e quella di ricevimento, e viceversa, avviene automaticamente ad ogni giro di distributore, e si hanno normalmente, nello stesso giro, alcune trasmissioni in un senso ed altre nell'altro. Ciò implica, ad ogni giro, una perdita di tempo fra la fine della trasmissione e il principio del ricevimento, tempo occorrente per la propagazione della corrente trasmessa dal primo apparato al secondo e di quella trasmessa dal secondo (che evidentemente può aver inizio soltanto dopo la fine del ricevimento), al primo; perciò i distributori, oltre ai « settori » principali utilizzati per la trasmissione o il ricevimento, devono comprendere quelli corrispondenti ai tempi perduti per la propagazione. Il distributore di un sistema  $n$ -plo basato su un codice a cinque elementi, comprende  $n$  sezioni o settori composti ognuno di cinque contatti uguali; quello Baudot, oltre ai 5  $n$  contatti principali, comprende un certo numero  $p$  ( $p \geq 2$ ) di contatti, il cui corrispondente tempo è riservato alla propagazione, e comprende altresì due contatti per le correnti riservate, come vedremo, alla correzione del sincronismo.

Rinunziando alla trasmissione nei due sensi nello stesso giro, si possono risparmiare i contatti riservati alla propagazione, ed utilizzazione speciali artifici che consentono di affidare la correzione del sincronismo alle stesse correnti di trasmissione, si possono risparmiare anche i contatti relativi alle correnti di correzione: in tal modo il distributore può essere diviso soltanto nei 5  $n$  contatti principali e questi possono assumere quindi una lunghezza maggiore di quella che avrebbero se i contatti complementari fossero conservati. La maggiore lunghezza  $\left( \frac{1}{5n} - \frac{1}{5n+p+2} \right)$  e quindi durata dei contatti, consente di trasmettere su linee di maggiore lunghezza ovvero di aumentare la velocità di trasmissione, fino a riportare la durata dei contatti al valore primitivo.

Tale beneficio, realizzato in sistemi più moderni di quello Baudot è evidentemente meno sensibile quanto più grande è  $n$  cioè il numero dei settori.

E' da tener presente, in contrapposto al detto beneficio, che, rinunziandosi alla trasmissione nei due sensi ad ogni giro, si impone quasi la trasmissione in duplice, con gli inconvenienti di cui si è parlato.

## 11. - Sincronismo.

La quasi totalità degli apparati telegrafici moderni è fondata sul sincronismo fra l'apparato trasmittente e l'apparato ricevente. Il primo requisito degli apparecchi che debbono funzionare in sincronismo è quello di possedere una velocità uniforme e regolabile. Per ottenere tale scopo si adoperarono e si adoperano speciali regolatori di velocità, ovvero si fa assegnamento sulle caratteristiche autoregolatrici dei motori elettrici provvisti eventualmente di adatti volani. Da qualche quinquennio si va affermando l'uso dei così detti « motori fonici » che introdotti in telegrafia per il passato e poi abbandonati, vennero ripresi con buon successo dal Murray.

Essi consistono essenzialmente in motori sincroni a in-terfero variabile, col rotore (ruota dentata di ferro) calettato sullo stesso asse del distributore e lo statore composto di una o due coppie di elettrocalamite azionate alternativamente da impulsi di corrente continua regolati da un'apposita lamina vibrante ovvero da un elettrodiapason. La velocità del distributore viene regolata variando il periodo di vibrazione della lamina o dell'elettrodiapason.

Raggiunta la necessaria velocità, uno speciale dispositivo serve, in taluni sistemi (Hughes), a mettere in sincronismo i due apparecchi corrispondenti, facendo partire la ruota tipi dell'apparato ricevente, al momento opportuno, da un determinato punto di riferimento; in altri (Baudot, ecc.) si raggiunge in un certo momento il sincronismo a causa di una leggera, casuale o procurata, differenza di velocità fra i due distributori; una volta raggiunto il sincronismo viene mantenuto in virtù di speciali dispositivi che provvedono a correggere gli inevitabili scarti.

Nel sistema Hughes la correzione del sincronismo è affidata alle stesse correnti di trasmissione: lo stesso asse che porta l'eccentrico che determina la impressione della lettera porta un altro eccentrico che, passando nell'intervallo compreso fra due denti successivi di una ruota (ruota correttrice) solidale con la ruota tipi, ne provoca ogni volta il giusto orientamento (a tal fine l'insieme delle due ruote è connesso con il relativo

asse mediante uno speciale innesto), correggendo gli eventuali anticipi o ritardi.

Nel sistema Baudot in cui, come abbiamo visto per la correzione del sincronismo vengono impiegate speciali emissioni ad ogni giro del distributore, il distributore dell'apparato (o gruppo) che riceve le dette correnti di correzione (o gruppo corretto), ha una velocità leggermente superiore a quella del distributore da cui le correnti stesse vengono inviate: allorchè è raggiunto il sincronismo e quindi tutte le emissioni cadono regolarmente sui contatti corrispondenti, uno speciale congegno serve per disinnestare momentaneamente l'asse porta-sfregatori dalla ruota motrice e quindi a ritardare di un certo angolo la marcia dell'asse stesso; nel giro seguente, a cagione del ritardo, il congegno di correzione non funziona, ma nel giro successivo, in virtù del riacquistato anticipo, il congegno funziona nuovamente e si ha un nuovo ritardo, e così via. Con una marcia regolare la correzione del sincronismo si effettua un giro sì ed un giro no: se la velocità del distributore corretto è leggermente più grande o più piccola di quella corrispondente alla marcia regolare, la correzione si effettua più o meno spesso; se la differenza supera certi limiti, il sincronismo viene perduto.

In altri sistemi, ad esempio, nel sistema Siemens, il congegno di correzione del sincronismo, che funziona con le stesse correnti di trasmissione, determina, a seconda dei casi, un aumento o una diminuzione della velocità dell'organo motore, agendo su appositi reostati, o sull'elettrodiapason, ecc.

Si va ora diffondendo l'uso di apparecchi fondati sul principio dello « Start Stop » (dal nome imposto al primo apparecchio americano che sfruttò tale principio). Si tratta di apparecchi, sempre a sincronismo, ma nei quali non v'è bisogno di un vero e proprio dispositivo per la correzione del sincronismo, perchè ad ogni segnale i due organi principali di trasmissione e di ricevimento si mettono in moto da due punti iniziali corrispondenti, nei quali, poi essi si arrestano alla fine del giro e rimangono fermi fino a che non viene trasmesso un nuovo segnale. Si comprende come in tal modo non sia necessario che le velocità dei due apparati corrispondenti siano rigorosamente esatte; giacchè gli scarti di sincronismo che si possono avere in un solo giro non possono mai raggiungere valori rilevanti, a meno che le velocità non siano molto differenti.

## 12. - Traduzione automatica dei segnali.

Uno dei più semplici meccanismi della traduzione dei segnali in caratteri stampati è certamente quello del sistema Hughes, che costituisce l'applicazione più diretta del principio del sincronismo sul quale l'apparato è fondato.

Un meccanismo più semplice si ha evidentemente nei « sistemi a scappamento » nei quali la ruota-tipi progredisce di tanti passi quante sono le emissioni lanciate dall'apparato corrispondente e, alla fine di queste, presenta davanti al « punto di impressione » il carattere trasmesso.

Negli altri sistemi stampanti i dispositivi della traduzione automatica dei segnali costituiscono generalmente la parte più caratteristica dei sistemi stessi, e riteniamo perciò opportuno di farne una speciale riassuntiva menzione.

Essi si possono dividere in due categorie, e cioè in quelli puramente elettrici ed in quelli meccanici.

Nei primi le emissioni vengono raccolte da appositi relais tanti quante sono le emissioni elementari ed il segnale elettrico viene così tradotto in una corrispondente disposizione delle armature di tali relais, che assumono la posizione di lavoro o di riposo a seconda del senso della corrente ricevuta.

Le armature e le viti dei relais sono collegati in circuito con una batteria locale e con un'elettromagnete che provoca l'impressione del carattere, a mezzo di segmenti o contatti di un organo speciale detto « combinatore » sul quale poggiano degli sfregatori ruotanti in connessione con la ruota tipi: il circuito completato dalle connessioni stabilite dagli sfregatori è così fatto che viene chiuso proprio nel momento in cui la ruota tipi presenta davanti al punto di impressione il carattere corrispondente al segnale trasmesso.

Un esempio di dispositivo del genere si ha nel sistema Siemens. Riferendoci alla fig. 20,  $R_1 \dots R_5$  rappresentano le armature dei relais combinatori,  $B_1 \dots B_5$  gli sfregatori che accoppiano a 2 a 2 le sei corone  $S_1 \dots S_6$ ; ciascuna di queste (tranne la sesta che è piena) è divisa in due serie di contatti collegati alternativamente fra loro: i contatti dell'una serie sono collegati con la vite di riposo, quelli dell'altra serie con la vite di lavoro del corrispondente relais. E' facile vedere che ad ogni disposizione delle armature corrisponde una ed una sola posi-

zione degli sfregatori in cui il circuito dell'elettromagnete di impressione è chiuso (nel caso della figura ciò avviene in corrispondenza del contattino 31° della corona  $S_1$ ). Difatti, seguendo il circuito a partire dalla batteria e verso la corona piena  $S_2$ , si vede che il circuito rimane interrotto lungo una delle due metà della corona  $S_3$ , a seconda della posizione dell'armatura  $R_2$  (nella figura ciò avviene mentre gli sfregatori passano sulla prima metà di sinistra); escludendo quindi la metà in cui il circuito resta interrotto, si osserverà che nella rimanente metà il circuito resta interrotto lungo uno dei corrispondenti segmenti della  $S_4$  a causa della posizione dell'armatura  $R_1$ ; escludendo il tratto riferentesi a tale segmento rimane a considerare il tratto che corrisponde al secondo, tratto al quale corrispondono due contatti delle corone  $S_5$  lungo uno dei quali il circuito rimarrà isolato a causa della posizione dell'armatura  $R_2$ , e così via.

Nei dispositivi meccanici tipo Baudot le emissioni di lavoro determinato lo spostamento dei corrispondenti « cercatori » da una posizione detto di riposo e una posizione di lavoro. Tali organi sono sollecitati da apposita molla, a compiere uno spostamento simultaneo il quale determina l'impressione della lettera; però, essi sono disposti in tal guisa che il detto spostamento non è possibile fino a che non sia possibile a tutti di compierlo nello stesso tempo.

Affinchè tale spostamento, si possa compiere col risultato voluto, i cercatori poggiano sulle periferie di due « dischi combinatori » (uno per i cercatori in posizione di riposo, un altro per quelli in posizione di lavoro) le quali portano adatti incavi. I dischi ruotano solidamente con la ruota tipi e i cercatori vi « cercano » (da ciò il loro nome) quella posizione (unica) in cui tutti essi, trovando contemporaneamente degli incavi possono compiere il detto spostamento.

Vi sono diversi altri tipi di traduttori meccanici: ci limitiamo a ricordare quelli « Creed » in cui i segnali convenzionali determinano lo spostamento angolare di certi dischi coassiali ed opportunamente sagomati alla periferia. Ad una certa disposizione dei dischi corrisponde uno ed uno solo allineamento di vuoti lungo la periferia dei medesimi, il quale allineamento provoca la caduta di una corrispondente leva che determina poi la impressione del carattere.

Di questi dispositivi ci occuperemo con maggiore dettaglio nella seconda parte.

### 13. - Velocità di trasmissione.

Per indicare la velocità di trasmissione di un determinato apparato telegrafico si sono adottate e sono ancora in uso unità differenti; essa si indica ad es., col numero di lettere o di parole al minuto, col numero di telegrammi all'ora, col numero di yard di zona perforata, ovvero con quello dei fori centrali della medesima zona passati al minuto, col numero di cicli ovvero con la frequenza fondamentale della corrente di trasmissione, ecc., ecc.

Per disciplinare tale materia, in una recente riunione internazionale di tecnici telegrafici venne proposta una nuova unità; il « Baud » (in onore del francese Baudot, inventore del sistema telegrafico omonimo). La velocità viene espressa in tale unità dall'inversa della durata in secondi della emissione più breve che può entrare nella trasmissione. L'unità non è applicabile al sistema Hughes per il quale la velocità resta indicata come prima, cioè in numero di giri al minuto primo.

Noi non siamo convinti della utilità pratica di tale unità, per il fatto che, senza parlare di altri motivi che ci porterebbero alquanto fuori del ristretto campo di questa relazione, non solo per apparati di sistemi differenti, ma anche per apparati dello stesso sistema, a velocità di trasmissione in « Baud » uguali possono corrispondere velocità effettive di trasmissione in caratteri (o parole) diverse, e viceversa. Per rendersi conto di ciò basta considerare due apparati quadrupli Baudot, uno con distributore a 24 contatti, l'altro con distributore a 25 contatti (quest'ultimo distributore che riserva tre contatti, invece di due, alla propagazione, si adopera per i circuiti di rilevante lunghezza); con una velocità di 180 giri al minuto primo tutti e due gli apparati danno lo stesso numero (720) di lettere al minuto, però la velocità del primo indicata in « Baud » sarebbe diversa da quella del secondo ( $3 \times 24$  invece di  $3 \times 25$ ).

Pertanto, dal momento che la indicazione della velocità di trasmissione in « Baud » non è sufficiente a dare un'idea precisa del traffico che il sistema può smaltire nell'unità di tempo e deve quindi essere completata con la indicazione delle caratteristiche speciali del sistema stesso, tanto vale che si adotti per ciascun apparato, come per la Hughes, la unità più adatta

alla natura stessa dell'apparato, indicando per esempio la velocità in numeri di giri del distributore al minuto primo per gli apparati fondati su codici a cinque elementi, in numero di fori centrali della zona perforata passati per secondo per i sistemi Wheatstone, Creed e Siphon Recorder, e, per es., in numero di punti consecutivi al minuto primo per la Morse.

### 14. - Rendimento.

In telegrafia s'intende per rendimento il traffico che può essere smaltito in una data unità di tempo.

Per rendimento teorico s'intende quello che sarebbe raggiunto se tutte le condizioni che dovrebbero essere verificate per la perfetta utilizzazione delle linee, degli apparati e degli impiegati fossero completamente soddisfatte: il rendimento pratico è invece quello che si ottiene effettivamente in pratica.

Poichè la trasmissione dei telegrammi si effettua in base al numero delle parole è logico indicare il rendimento in parole, per es., all'ora (rendimento orario); però per la maggioranza dei sistemi sarebbe più comodo indicare il rendimento in lettere, o meglio, in caratteri, rendimento il quale può essere ricavato direttamente dalla velocità dello apparato senza bisogno di ricorrere ai elementi statistici.

Comunque per passare dal rendimento in parola a quello in caratteri o viceversa, si ammette generalmente che una parola equivalga a cinque caratteri per i sistemi Morse e derivati, e a sei caratteri (per tener conto dello spazio fra le parole che richiede un segnale come un qualsiasi carattere) per i sistemi stampanti Hughes, Baudot e derivati.

Il rendimento di un apparato a velocità di trasmissione variabile è evidentemente proporzionale alla velocità alla quale esso apparato viene fatto funzionare (ciò si può dire a rigore soltanto per il rendimento teorico; il rendimento pratico può non crescere nello stesso rapporto della velocità): ora il limite massimo della velocità e quindi del rendimento può essere determinato dalla capacità dell'operatore (Morse), ovvero, più generalmente, dalle caratteristiche meccaniche dell'apparato stesso, o dalle caratteristiche elettriche del circuito.

Così, si sa, per esempio, che la velocità massima di trasmissione di un apparato Hughes è di 150 giri al minuto primo (è però consigliabile mantenersi al di sotto di tale velocità: per es., a 130 giri) e che il relativo rendimento teorico (supposto sfruttata tutta la capacità dell'apparato) è di 225 caratteri al minuto primo, corrispondente ad un carattere e mezzo per ogni giro. Analogamente si sa che il limite pratico del rendimento del sistema automatico Siemens è di circa 800 caratteri al minuto primo, perchè, trascurando altri inconvenienti minori, oltre tale velocità gli organi dell'impressione non funzionano con la necessaria sicurezza e regolarità. Di solito è appunto nel sistema di impressione che trovano un limite di rendimento i sistemi automatici e tale fatto costituisce uno dei motivi per i quali si ha ora la tendenza a preferire ad essi i sistemi multipli nei quali la impressione, ripartita fra i diversi apparati individuali, si può effettuare in ognuno di questi con relativa lentezza.

Passando alle caratteristiche elettriche del circuito di trasmissione, è da notare che esse possono costituire una causa determinante di limitazione della velocità di trasmissione, sia per la « deformazione » sia per l'« attenuazione » delle correnti alle quali è affidata la trasmissione dei segnali. L'influenza della deformazione è ovvia; per l'attenuazione basta considerare che i voltaggi di trasmissione non possono superare certi limiti imposti da ragioni di sicurezza; dal pericolo di disturbi di induzioni su altri circuiti, ecc., e che delle correnti di ricevimento molto attenuate possono non dare un ricevimento corretto anche se il ricevitore ha una sensibilità sufficiente per registrarle, e ciò a causa delle correnti estranee provocate da disturbi di induzione ovvero da variazioni di potenziale della terra, le quali, sovrapponendosi ad esse possono deformarle ulteriormente in modo da renderle irriconoscibili.

E' vero che teoricamente si può ovviare ai due inconvenienti con la suddivisione del circuito in un numero sufficiente di tratti collegati fra di loro da adatte traslazioni, e che, in particolare, la deformazione può anche essere combattuta con speciali dispositivi analoghi a quelli che si adoperano sui cavi sottomarini; però in pratica non è sempre possibile e conveniente ricorrere ai detti rimedi, ed avviene perciò spesso di avere dei fili che si prestano per es., per la dupla Baudot e non per la quadrupla, od anche che un certo filo, adibito ordinariamente a quadrupla, sia talvolta in tali condizioni elettriche da non poter essere sfruttato che a dupla.



Oltre ai rendimenti sopra considerati v'è il rendimento individuale che varia da sistema a sistema, anche a prescindere dalla capacità dell'operatore. Si sa, ad es., che il rendimento individuale medio del sistema Wheatstone (rendimento complessivo diviso per il numero di impiegati addetti alla perforazione, alla trasmissione, al ricevimento e alla traduzione della zona ricevuta) è uno dei più bassi; che il rendimento di un operatore ad Hughes è leggermente superiore a quello di un operatore ad un Settore Baudot, ecc., ecc.

Naturalmente anche il rendimento individuale può essere teorico e pratico a seconda che si supponga sfruttata tutta la capacità del sistema ovvero si consideri il rendimento effettivamente raggiunto da un operatore di media abilità.

## 15. - Sistemi multipli armonici.

Il principio sul quale riposano questi sistemi venne ideato parecchi decenni or sono dal Mercadier; si può dire però che soltanto ora essi si vadano affermando nella pratica, in virtù dei meravigliosi progressi compiuti nella tecnica telegrafica con l'introduzione delle valvole termoioniche e dei filtri.

Daremo nella seconda parte qualche dettaglio su tali sistemi; per ora ci basta ricordare che essi sono fondati sull'impiego di correnti alternate quali portatrici dei segnali telegrafici. Una corrente alternata viene all'origine « modulata » conferendole la « sagoma » del segnale telegrafico: all'arrivo si riproduce il segnale telegrafico con opportuna « demodulazione » (questi termini sono ormai di uso comune per il diffondersi delle conoscenze in materia radiotelefonica).

Con tali sistemi possono essere effettuate parecchie trasmissioni contemporanee nei due sensi, facendo uso di correnti portanti di diversa frequenza, e, poichè la trasmissione telegrafica che utilizza una frequenza qualsiasi può essere effettuata con un qualunque dei sistemi di cui si è parlato più sopra, anche con quelli di maggiore rendimento, è facile vedere quali enormi rendimenti si possono ottenere dai circuiti con la loro applicazione.

E' da prevedere che sarà questo il sistema che s'imporrà per le più importanti linee telegrafiche che potranno trovare sede negli stessi cavi che dappertutto si vanno posando per la telefonia a grande distanza.

## PARTE II.

### 16. - Apparato Morse.

E' il più antico fra quelli attualmente in uso; la prima linea attivata con tale apparecchio fu la Washington-Baltimora nel 1844. La sua semplicità, la sua robustezza che permettono di abbandonarlo nelle mani meno esperte, rendono questo apparato utilissimo sulle linee secondarie.

Il codice Morse ha come elementi fondamentali:

il *Punto* che corrisponde ad una emissione di breve durata ( $t$ );

il *Tratto* che corrisponde ad una emissione di durata tripla ( $3 t$ );

lo *Spazio* fra i punti e i tratti di una stessa lettera, che ha la durata ( $t$ ); lo *Spazio* fra i diversi caratteri che ha la durata ( $3 t$ ) e lo *Spazio* fra le diverse parole che ha la durata ( $5 t$ ).

Ad ogni carattere corrisponde una disposizione diversa dei primi due elementi presi in numeri diversi ma sempre separati dal terzo elemento (fanno eccezione alcuni segnali tra cui il  $(.)$ , composto di tre gruppi, ciascuno di due punti, separati da spazi di durata  $3 t$ ): i segnali così composti hanno evidentemente lunghezza diversa e l'inventore ebbe cura di attribuire i segnali più brevi ai caratteri che entrano più frequentemente nel linguaggio scritto; tuttavia, recentemente si fecero studi statistici in tutte le principali lingue per giudicare se fosse opportuno ritoccare l'alfabeto Morse, e si venne alla conclusione che conveniva lasciarlo immutato, salvo qualche ritocco richiesto dall'impiego del sistema Creed, per il fatto che con questo non possono essere tradotti correttamente i segnali comprendenti spazi maggiori di  $t$ .

Il principio del sistema Morse può riassumersi nel modo seguente: all'ufficio trasmittente  $A$  (fig. 1) vi è una pila  $P$  con uno dei poli alla terra, e l'altro in comunicazione con la incudinetta anteriore di un manipolatore  $M$ , la cui leva è in comunicazione con la linea: all'ufficio ricevente  $B$  la linea fa capo all'entrata delle bobine di un elettromagnete  $E$  che ha l'uscita in comunicazione con la terra. Allorchè l'operatore dell'ufficio  $A$

abbassa la leva del manipolatore  $M$ , la corrente è inviata sulla linea e percorre le bobine dell'elettromagnete; l'armatura attratta si appoggia sulla vite di lavoro  $T$ . L'appendice  $a$  si sposta e la sua estremità spinge una striscia di carta contro una rotellina scrivente bagnata d'inchiostro. La striscia di carta, messa in moto da un congegno di orologeria, passa con velocità costante al disotto della rotellina scrivente, la quale vi lascia una traccia di lunghezza proporzionale al tempo durante il quale l'armatura resta attratta. Quando l'operatore dell'ufficio  $A$  abbandona il manipolatore, la corrente cessa, l'armatura è riportata a posto dalla molla  $r$  e ritorna sul contatto di riposo  $R$ .

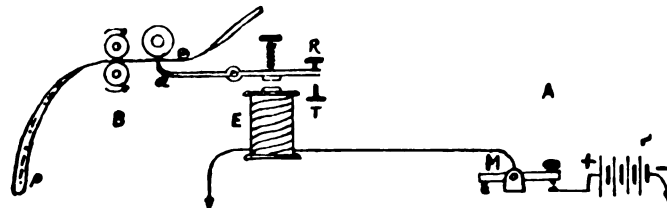


Fig. 1. — Principio dell'apparato Morse

L'armatura dell'apparato ricevente che, come si è visto riproduce i movimenti del manipolatore dell'ufficio trasmittente, produce nel muoversi un rumore caratteristico che permette di ricevere i segnali ad udito. Vi sono dei ricevitori (Sounders) costruiti espressamente per il ricevimento ad udito che si riducono alla sola elettrocalamita con l'armatura mobile fra due arresti.

Lo schema della fig. 1, permette soltanto la trasmissione da  $A$  a  $B$ ; quello della fig. 2 permette la trasmissione nei due

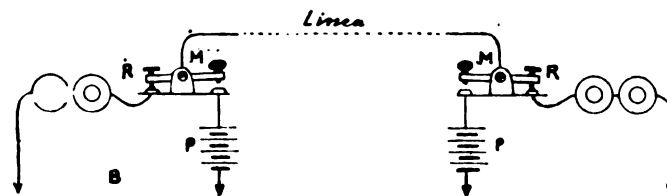


Fig. 2. — Circuito schematico Morse.

sensi. Con quest'ultimo schema il manipolatore di ciascun ufficio, quando trovasi in posizione di riposo, mette la linea in comunicazione con l'apparato ricevente: ciò avviene naturalmente anche durante la trasmissione, nell'intervallo corrispondenti agli « spazi »; perciò è sempre possibile allo ufficio che trasmette « sentire » cioè ricevere le eventuali interruzioni dell'ufficio corrispondente.

Il rendimento orario dell'apparato Morse è di circa 700 parole con ricevimento sulla striscia e di 900 con ricevimento ad udito. Tale differenza dipende dal fatto che nel primo caso l'operatore deve seguire alternativamente la striscia di carta ove vengono tracciati i segnali e lo stampato ove il telegramma viene trascritto, mentre col ricevimento ad udito, l'occhio non abbandona mai lo stampato e la trascrizione è più spedita.

### 17. - Apparato Hughes.

E' un apparato stampante a trasmissione manuale. L'idea di tradurre automaticamente i segnali in caratteri tipografici sorta fin dai primordi della Telegrafia elettrica, ebbe una soluzione soddisfacente soltanto nel 1855 con l'apparato Hughes.

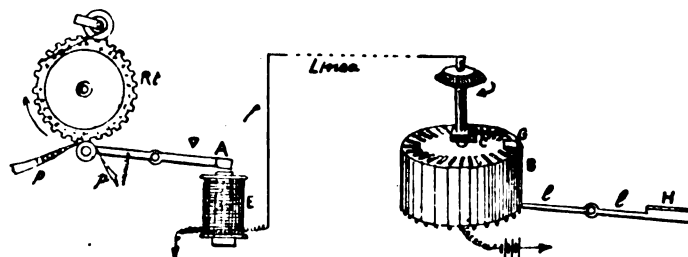


Fig. 3. — Principio dell'apparato Hughes.

Il principio generale di tale apparato si può riassumere così: 28 salterelli di acciaio sono ordinati, ad eguale distanza l'uno dall'altro, lungo la parete interna di una scatola cilindrica  $B$

(fig. 3) e ciascuno può muoversi in senso verticale per mezzo di una leva *l* comandata da uno dei 28 tasti *H* della tastiera. Al disopra della scatola gira un carretto *C*, animato da un movimento continuo ed uniforme. Se si abbassa un tasto, il corrispondente salterello *G* emerge dalla scatola e viene a piazzarsi sul passaggio del carretto *C*. L'urto di quest'ultimo col salterello è utilizzato, con opportuni dispositivi, per provocare l'invio di una corrente sulla linea. Il momento dell'invio del segnale dipende perciò dal posto occupato nella scatola dal salterello, cioè, del tasto abbassato, ed i segnali corrispondenti ai successivi caratteri trasmessi si succedono ad intervalli di tempo multipli dell'intervallo che corrisponde al passaggio del carretto da un salterello all'altro.

All'altro estremo della linea una ruota-tipi *R<sub>t</sub>* gira in sincronismo col carretto dell'apparato trasmittente; se ad esempio è stato abbassato il tasto *H*, la corrente trasmessa giunge all'apparato ricevente quando la ruota dei tipi presenta alla striscia di carta la medesima lettera *H*. Si utilizza allora il movimento dell'armatura *A* dell'elettromagnete *E*, per determinare la proiezione della striscia di carta *pp'* contro la ruota-tipi *R<sub>t</sub>*, con la seguente stampa della lettera *H*.

L'identità di posizione che in ogni istante deve esistere fra il carretto dell'apparecchio trasmittente e la ruota-tipi dell'apparato ricevente è ottenuta nel modo seguente:

1) Due regolatori, che servono a conferire ai due apparati corrispondenti velocità costanti, vengono regolati al principio della corrispondenza in modo che le due velocità risultano per quanto è possibile uguali;

2) Un apposito dispositivo fa partire l'apparato ricevente in perfetto sincronismo con quello trasmittente;

3) Un sistema di correzione degli inevitabili scarti di sincronismo, rettifica ad ogni segnale la posizione della ruota-tipi ricevente, ristabilendo il suo perfetto sincronismo col carretto di trasmissione.

La ruota tipi dell'apparato Hughes comprende due serie di caratteri alternati fra loro l'una di lettere, l'altra di cifre e segni di interpunzione. Un sistema meccanico d'inversione provoca lo spostamento della ruota-tipi dell'angolo conveniente per mettere di fronte alla striscia di carta l'una o l'altra serie.

Lo spostamento in un senso o nell'altro viene provocato da due speciali emissioni, determinate dall'abbassamento di due tasti detti rispettivamente « bianco-lettere » e « bianco-cifre ». Abbassando successivamente uno dei 26 tasti rimanenti (la tastiera Hughes ha 28 tasti) si otterrà al ricevimento la lettera o cifra corrispondente al tasto a seconda della posizione assunta dalla ruota-tipi.

La Fig. 4 dà una visione d'insieme dell'apparato.

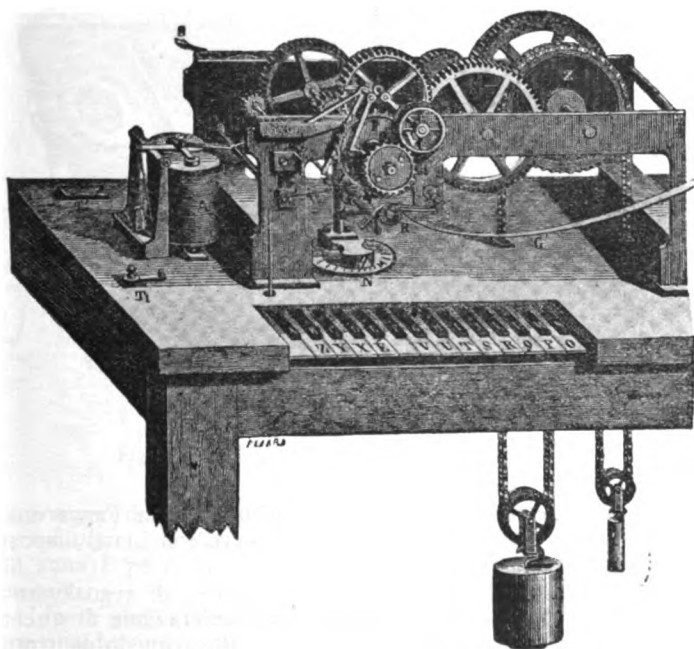


Fig. 4. — Apparato Hughes.

Il rendimento teorico dell'apparato Hughes è di 1.5 lettere per ogni giro di carretto cioè che darebbe alla velocità media di 130 giri al minuto 195 lettere, ossia approssimativamente 2000 parole all'ora. In pratica il rendimento medesimo oscilla da 1500 a 1800 parole all'ora secondo l'abilità dell'operatore, lo stato delle linee, ecc.

## 18. - Sistemi a trasmissione automatica.

**Apparato Wheatstone.** — Il primo sistema veramente rapido fu quello di Wheatstone di cui le prime prove rimontano al 1850 e che raggiunse la sua forma definitiva attuale verso il 1873. Abbiamo già detto che il sistema riposa su un codice identico a quello Morse; la differenza sta soltanto nell'impiego di correnti delle due polarità; una delle polarità è utilizzata per ottenere i segnali « punti e tratti » l'altra per ottenere gli « spazi ».

Il sistema si compone di tre parti distinte:

il perforatore;

il trasmettitore automatico;

l'apparato ricevente.

Il perforatore (Fig. 5) comprende tre tasti, corrispondenti da sinistra a destra ai punti, agli spazi ed ai tratti dell'alfabeto Morse.

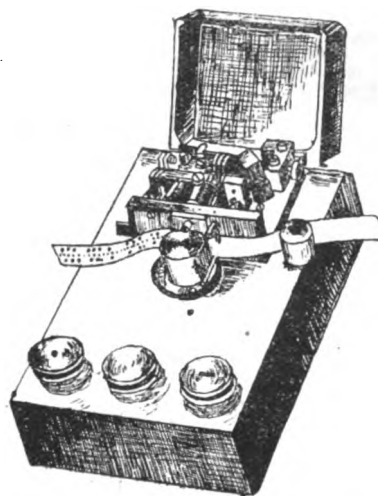


Fig. 5. — Perforatore Wheatstone.

Allorchè, percossi da appositi manubri o pistoni, vengono abbassati, questi tasti fanno funzionare dei punzoni che perforano la striscia di carta pergamenata; la striscia così preparata (Fig. 6) presenta tre serie di fori, l'una nella parte mediana

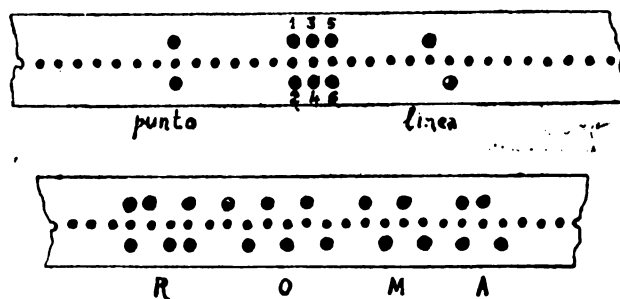


Fig. 6. — Perforazione Wheatstone.

serve per l'avanzamento della striscia tanto nel perforatore che nel trasmettitore automatico, le due altre verso i bordi della striscia e di diametro più grande. I « punti » vengono rappresentati da due di questi fori e da un foro di avanzamento, tutti e tre situati su una stessa linea perpendicolare ai bordi della striscia; i « tratti » sono rappresentati invece da due fori situati in senso obliquo con i corrispondenti due fori centrali. Gli « spazi » fra le lettere e quelli, più grandi, che separano le parole, sono rappresentati rispettivamente da uno e due fori mediani.

La manovra del perforatore è piuttosto faticosa, si sono perciò introdotti nella pratica diversi sistemi nei quali la perforazione è ottenuta mediante tastiere perforatrici, con i tasti disposti come nelle macchine da scrivere. La pressione sul tasto che porta la lettera scelta è sufficiente per produrre la perforazione dell'intero segnale Morse corrispondente e lo spazio successivo.

I perforatori Gell, Kleinschmidt e Cred (Fig. 9) appartengono a questa categoria.

Il trasmettitore automatico comprende un bilanciante *B* (Figura 7) animato da un movimento oscillatorio la cui rapidità determina la rapidità della trasmissione. Tale bilanciante consente a due aghi verticali *a* ed *a'* di innalzarsi alternativamente, obbedendo alle sollecitazioni delle rispettive molle; gli aghi

però possono compiere la loro ascesa soltanto se al disopra, dove scorre da destra verso sinistra la carta perforata *P*, trovano dei fori.

Allorchè l'ago posteriore *a* incontra un foro e può quindi compiere la sua ascesa, fa spostare l'inversore della pila *I* per mezzo del tirante *T*, una corrente positiva è quindi inviata sulla linea. Se la striscia presenta un foro in corrispondenza all'ago anteriore *a'* questo, compiendo la sua ascesa, provocherà il ritorno dell'inversore alla sua posizione primitiva e una corrente negativa è inviata sulla linea.

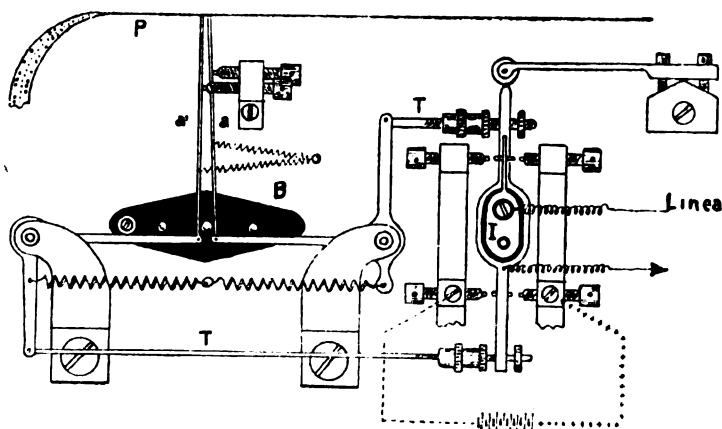


Fig. 7. — Trasmettitore automatico Wheatstone.

La corrente positiva è quella di lavoro, la negativa quella di riposo.

Si invia così un « punto » oppure un « tratto » secondo il tempo che separa il primo spostamento del secondo. E' da notare in proposito che l'ago anteriore *a'* è spostato in avanti (cioè nel senso del movimento della zona perforata), rispetto a quello posteriore *a* della metà della distanza che intercede fra i fori centrali della zona stessa e che la progressione di quest'ultima avviene con velocità tale che ad ogni semiperiodo di oscillazione del bilanciere (intervallo fra il sollevamento di un ago e quello successivo dell'altro ago) corrisponde appunto uno spostamento della metà della detta distanza. In tal modo i punti della zona che vengono successivamente colpiti alternativamente dai due aghi sono quelli indicati nella Fig. 6 coi numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6 e poichè i fori corrispondenti ai numeri dispari provocano l'invio dell'emissione di lavoro cioè del segnale e quelli corrispondenti ai numeri pari, provocano l'invio delle correnti di riposo e quindi la cessazione del segnale, si comprende facilmente come con i gruppi di fori corrispondenti ai « punti » « tratti » e « spazi » si ottenga la trasmissione sulla linea dei rispettivi elementi.

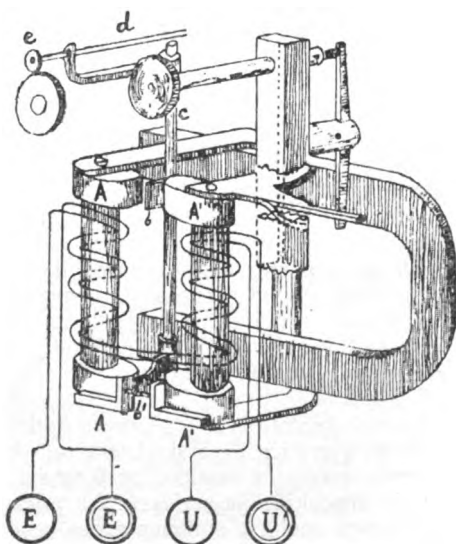


Fig. 8. — Principio dell'apparato ricevente Wheatstone.

Un complesso d'ingranaggi messo in azione da un peso oppure da un motorino elettrico mette in moto il meccanismo per l'avanzamento della striscia perforata e quello per la trasmissione dei segnali.

L'apparato ricevente Wheatstone può considerarsi analogo ad un ricevitore Morse ordinario ma con elettromagnete pola-

rizzato. La Fig. 8, mostra il principio di tale apparato: fra i poli dei due elettromagneti *A* ed *A'* oscillano le due armature di ferro dolce *b* e *b'* magnetizzate per induzione da un magnete a ferro di cavallo *B* posto posteriormente. All'estremo superiore dell'asse girevole *c* comune alle due armature, appoggia un asse orizzontale *d* che porta allo estremo una rotellina scrivente *e* tenuta costantemente umettata di inchiostro. I movimenti delle armature al passaggio delle correnti producono uno spostamento laterale della rotellina portandola in contatto con una striscia di carta opportunamente disposta. Si hanno così su tale striscia i segnali corrispondenti ai « punti » ed ai « tratti » inviati dal trasmettitore automatico della stazione corrispondente.

Appositi ingranaggi messi in moto da un peso oppure da una molla od anche da un motorino provvedono a far girare la rotellina scrivente ed al trasporto della striscia di carta.

Il rendimento orario per ciascun operatore è di circa 800 parole con perforatore a pistoni e trascrizione manoscritta; di circa 1150 con tastiera perforatrice e trascrizione dattilografica.

## 19. - Automatic Creed.

Il Sistema Creed è un perfezionamento del Wheatstone dianzi accennato, e che permette la traduzione e la impressione in caratteri tipografici dei segnali trasmessi secondo il codice Morse.

I telegrammi sono preparati per mezzo di una tastiera perforatrice « Creed » che permette all'operatore di preparare una striscia perforata secondo il codice Morse. Questa striscia perforata viene fatta passare successivamente in un trasmettitore automatico Wheatstone oppure Creed, che invia sulla linea delle emissioni di corrente corrispondenti al codice di Wheatstone.

All'ufficio di ricevimento questi segnali sono ricevuti sul Ricevitore-perforatore che li riproduce sotto forma di un'altra striscia perforata simile a quella impiegata nell'ufficio trasmettente. Quest'ultima striscia perforata è utilizzata sia per la ritrasmissione su di un'altra linea, sia per la traduzione per mezzo del Traduttore-stampante il quale organo permette l'impressione lettera per lettera in caratteri tipografici dei segnali Wheatstone perforati sulla striscia. La stampa può avvenire sia su di una striscia sia su di un foglio secondo il tipo di apparecchio adoperato.



Fig. 9. — Tastiera perforatrice Creed.

La tastiera perforatrice Creed (Fig. 9) ha l'apparenza esterna di una comune macchina da scrivere con i tasti disposti nella medesima maniera.

Nell'interno un meccanismo di selezione, di avanzamento della striscia di carta pergamenata e di perforazione di questa per mezzo di appositi punzoni, è combinato in modo da riprodurre sotto forma di perforazione nel modo già indicato pel sistema Wheatstone (Fig. 6) i segnali corrispondenti alle varie lettere e cifre.

Il trasmettitore automatico (Fig. 10) è fondato sul medesimo principio già accennato pel trasmettitore automatico Wheatstone e funziona nel medesimo modo, soltanto nel sistema Creed le correnti emesse dal trasmettitore non vanno direttamente sulla linea, ma sono destinate a far funzionare uno

speciale relais di trasmissione che a sua volta invia le correnti sulla linea.

**Ricevitore-Perforatore.** — Come si è detto danti la perforazione dei segnali in arrivo avviene su di una striscia di carta pergamenata che, a differenza di quella adoperata per la trasmissione, ha già la foratura mediana necessaria pel trasporto della striscia stessa. Tale striscia *F* (fig. 11), per mezzo di apposite guide, viene condotta davanti al ruotino trasporto carta (21) il quale la farà scorrere con moto uniforme, dal basso in alto, davanti ai punzoni (16) e (16 A). Il primo punzone servirà per produrre sulla striscia di carta i fori superiori, l'altro per produrre i fori inferiori. Il ruotino trasporto carta è calettato su un asse (20) il quale porta anche due rocchetti (15) e (15 A) aventi lo stesso numero di denti del ruotino, e di cui vedremo la funzione.

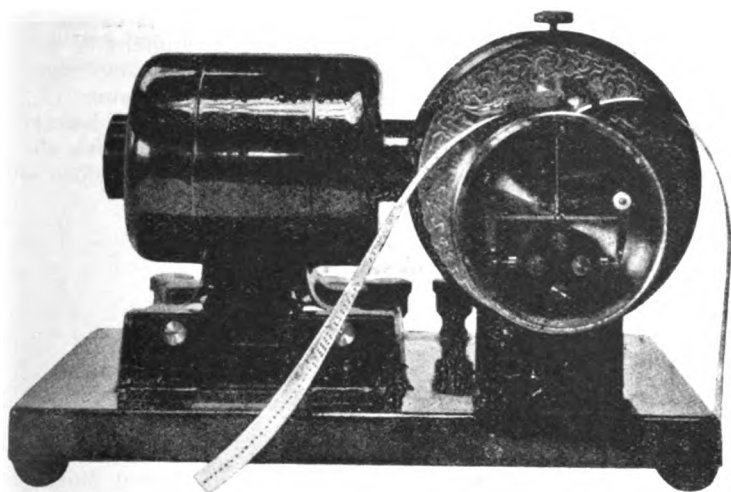


Fig. 10. — Trasmettitore automatico Creed.

L'asse stesso è messo in rotazione dall'albero motore (3) dell'apparecchio mediante uno speciale innesto che comprende una ruota dentata (18) innestata sull'asse (20) a sfregamento regolabile. L'albero principale (3) mette in rotazione mediante le coppie di ruote (2) ed (1), anche l'asse (4), e questo, per mezzo dell'innesto a frizione (B), mette a sua volta in rotazione l'asse degli eccentrici che ne costituisce il prolungamento.

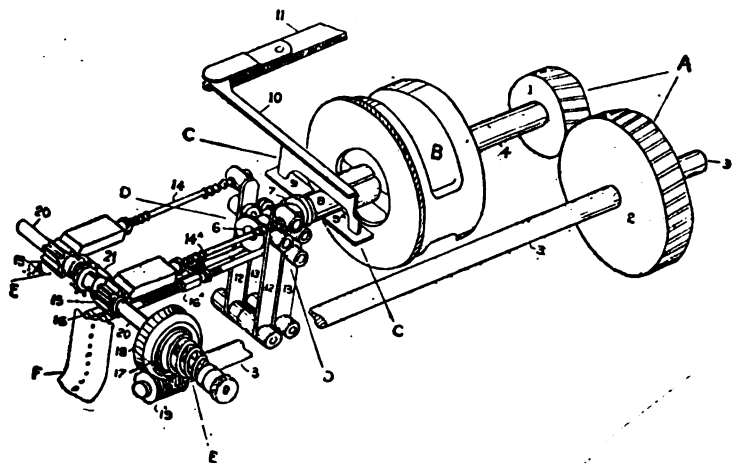


Fig. 11. — Principio del Ricevitore Creed.

I rapporti fra i diversi ingranaggi sono regolati in modo che, ad ogni giro dell'asse (4), corrisponda una progressione della zona *F* perforata, di un intervallo compreso fra due fori successivi.

L'asse degli eccentrici porta un manicotto (8) che presenta una fessura lungo una generatrice, nella quale, possono alternativamente andare ad incunearsi le due lastrine (9) e (9 A) portate dal braccio (10) collegato all'armatura (11) del relais di ricevimento che non è indicato nella figura. Tale armatura si troverà a destra per effetto delle correnti di riposo provenienti dalla linea, e si troverà a sinistra per effetto delle correnti di lavoro; cosicchè la corrente di riposo che arriva al relais determina l'incunearsi della lastrina (9) nel manicotto (8), mentre la corrente di lavoro determina la rimozione dalla fessura del manicotto della lastrina (9) e l'incunearsi della la-

trina (9 A) nella fessura medesima, quando questa si presenterà davanti ad essa.

Evidentemente allorchè una delle due lastrine (9) o (9 A) è impegnata nella fessura del manicotto, questo non può girare e l'asse degli eccentrici rimane fermo, mentre l'asse (A) e la zona *F* continuano il loro movimento regolare.

Diremo intanto che l'asse degli eccentrici, durante la semirivoluzione che corrisponde al passaggio della fessura del manicotto dalla lastrina (9) alla lastrina (9 A), provoca l'avanzamento del punzone (16) e del cuneo (14), e, durante la successiva semirivoluzione provoca l'avanzamento del punzone (16 A) e del cuneo (14 A).

Vediamo ora come avviene la perforazione dei segnali che arrivano dalla linea.

Fino a che dalla linea arriva corrente di riposo, cioè non arrivano segnali, il manicotto *A* viene tenuto fermo dalla lastrina (9) e la striscia di carta progredisce senza alcuna perforazione. Non appena arriva la prima emissione di lavoro, supponiamo quella corrispondente ad un « punto » il manicotto (8) viene disimpegnato, esso compie perciò una semirivoluzione e presenta la fessura davanti alla lastrina (8 A), la quale si incuneerebbe se l'armatura rimanesse ulteriormente nella posizione di lavoro; ma l'emissione relativa al « punto » è finita, e l'armatura del relais spinta verso la posizione di riposo, allontana la piastrina (9 A) dalla fessura ed il manicotto (8) può compiere la seconda semirivoluzione arrestandosi con la fessura davanti alla lastrina (9) fino a che non arriveranno dalla linea altre emissioni di lavoro.

Nel completo giro dell'asse degli eccentrici si sono intanto avuti mediante il funzionamento dei punzoni (16) e (16 A) due fori, uno nella parte superiore della striscia di carta (sinistra) nella prima semirivoluzione, l'altro nella parte inferiore durante la seconda semirivoluzione. Il punzone di destra che funziona per ultimo è piazzato ad un livello superiore rispetto a quello di sinistra; la differenza di altezza corrisponde alla metà dell'intervallo fra due fori centrali consecutivi della striscia; in tal modo i due fori risultano sulla carta allo stesso livello e sono quindi tali da rappresentare il « punto » ricevuto.

Supponiamo invece che arrivi dalla linea una emissione di lavoro corrispondente ad un « tratto »; il manicotto (8) disimpegnato dalla lastrina (9) viene arrestato dalla lastrina (9 A) per il fatto che l'armatura (11) continua a mantenersi nella posizione di lavoro ed il suo arresto si mantiene ancora per la durata corrispondente ad un intero giro dell'asse (4). Nel frattempo la striscia *F* che ha già ricevuto un foro nella parte superiore mediante il funzionamento del punzone di sinistra, progredisce di un intero intervallo, ed il foro prodotto dal secondo punzone che funziona nella seconda semirivoluzione che l'asse degli eccentrici può compiere allorchè, finito il segnale, il manicotto (8) è disimpegnato dalla lastrina (9 A), cade proprio in corrispondenza al forellino centrale successivo; in modo che l'insieme dei due fori rappresenta il « tratto » ricevuto.

Da quanto è sopra detto, emerge che il ricevitore-perforatore deve avere una velocità appropriata alla velocità di trasmissione: ciò deriva dalla condizione che gli spostamenti delle lastrine (9) e (9 A) debbono coincidere col passaggio della fessura del manicotto davanti ad esse, e deriva altresì dal fatto che la striscia *F* deve progredire di intervalli eguali alle corrispondenti lunghezze (in striscia perforata) dei segnali ricevuti. Tuttavia il ricevimento rimane corretto anche per una differenza di velocità piuttosto rilevante (circa il 30 %) fra il ricevitore-perforatore ed il trasmettitore automatico.

Le piccole differenze di sincronismo vengono corrette dai cunei (14) e (14 A) che agiscono sui relativi rocchetti contemporaneamente ai rispettivi punzoni e modificano ogni volta la calettatura dell'asse (20) rispetto all'albero (3) in modo che i fori cadano proprio in corrispondenza dei forellini centrali. Il migliore regolaggio si ottiene facendo marciare il ricevitore-perforatore ad una velocità leggermente superiore (dal 5 al 10 %) a quella del trasmettitore.

La Fig. 12 dà una veduta d'insieme del ricevitore-perforatore.

**Traduttore-stampante** (Fig. 13). — La striscia perforata *A-B* viene trasportata da un ruotino (1) montato sullo stesso asse di un rocchetto (2) che riceve il movimento da una cremagliera (3). La progressione della striscia perforata avviene a scatti per ogni tratto corrispondente a ciascuna lettera, nel modo che diremo.

Vediamo intanto che cosa avviene quando la striscia di carta sta ferma.



In tale condizione la striscia presenta i fori laterali davanti alle dieci coppie di aghi selettori (4) che, sollecitati da apposite molle, tendono ad andare verso l'alto; la prima coppia che è quella disegnata nella figura sarà in corrispondenza ai fori che costituiscono l'inizio della lettera perforata.

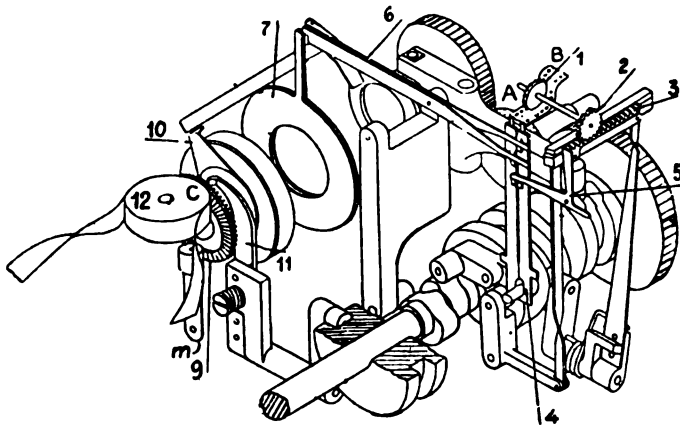


Fig. 12. — Ricevitore Perforatore Creed.

Dei venti aghi potranno compiere l'ascesa soltanto quelli corrispondenti ai fori della striscia; gli altri rimarranno abbassati. Ciascun ago porta due sporgenze, una inferiore che serve a spostare la corrispondente leva (5) (di tali leve ne esistono dieci, una per ogni coppia di aghi), l'altra, superiore che serve a spostare la corrispondente leva (6) (ne esistono tante, quanti sono gli aghi).

E' facile vedere come il numero di aghi sia sufficiente ad impegnare tutti i fori corrispondenti ad una lettera per quanto essa sia lunga; lo stesso per i comuni punti d'interpunzione e segnali convenzionali, eccettuato qualcuno di lunghezza eccessiva o di secondaria importanza che nel sistema Creed viene soppresso o sostituito. Il numero di coppie di aghi è anzi sufficiente per abbracciare anche l'intervallo compreso fra la lettera da tradurre e la successiva, ed è precisamente alla coppia di aghi che trovasi in corrispondenza a tale intervallo che è affidato il compito di regolare la progressione della striscia perforata dopo che gli aghi selettori hanno compiuto la loro funzione.

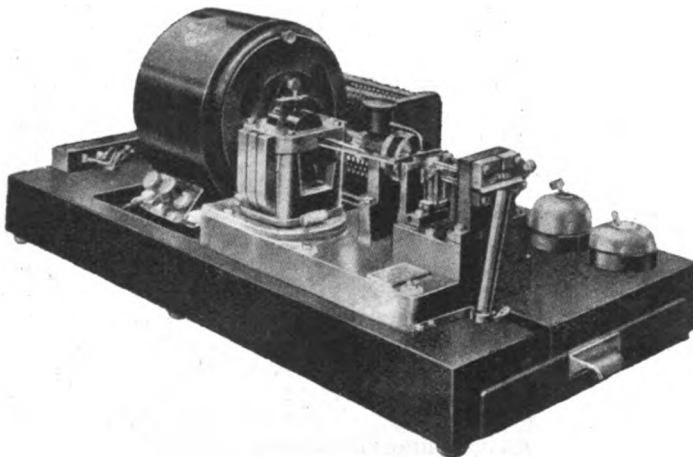


Fig. 13. — Principio del traduttore-Stampante Creed.

La regolazione avviene mediante la corrispondente leva (5) la quale è la prima della serie, a cominciare dalla destra che non sia stata spostata dalla sua posizione di riposo, per il fatto che i relativi aghi sono rimasti entrambi immobili, mentre le precedenti leve saranno state spostate mediante la apposita sporgenza dell'uno o dell'altro degli aghi selettori. Tale leva (5) costituisce pertanto un arresto della cremagliera, la quale disinnestata dal rocchetto (2) è sollecitata da un apposito eccentrico a muoversi da destra verso sinistra. E' chiaro che lo spostamento della cremagliera sarà proporzionale al numero di leve (5) precedenti quella in esame, e che essendosi spostate non ostacolano più la corsa. Lo spostamento stesso sarà quindi proporzionale alla lunghezza del segnale da tradursi, e, quando in una fase successiva dopo essere andata nuovamente ad ingranare col rocchetto (2), la cremagliera stessa tornerà nella sua posizione estrema di destra, farà progredire la carta della esatta lunghezza della lettera tradotta (compreso il successivo

spazio). Dato tale meccanismo, si comprende come il segnale .. . . . rappresentante un ( . ), e così pure tutti i segnali composti di gruppi di segni elementari, non possono essere adoperati nel sistema Creed, in quanto che verrebbero tradotti separatamente tutti i gruppi componenti.

Vediamo ora come avviene l'impressione della lettera.

Le leve (6) spostatesi per effetto dell'innalzamento dei corrispondenti aghi hanno provocato la rotazione di un certo angolo dei rispettivi dischi combinatori (7). Questi sono montati, uno di seguito all'altro, su di un tamburo e sono suscettibili di ruotare intorno a questo di un piccolo angolo disponendosi nell'una o nell'altra delle due posizioni estreme. Essi portano inoltre alla periferia delle opportune intacche (la disposizione delle quali varia da disco a disco), in modo che ad ogni posizione che essi nel loro complesso possono conseguire col funzionamento degli aghi selettori, corrisponde un ed un solo allineamento di intacche, il quale provocherà la caduta di una corrispondente leva (8). Le leve (8), in numero di 53, quanti sono i tipi della ruota di impressione (9), sono regolarmente disposte alla periferia dei dischi combinatori (7), mantenendosi normalmente al di fuori dell'orbita, del braccio di arresto (10), perchè trattenute dai dischi non possono obbedire alla sollecitazione delle apposite molle che tendono a spingerle verso l'asse dei dischi stessi.

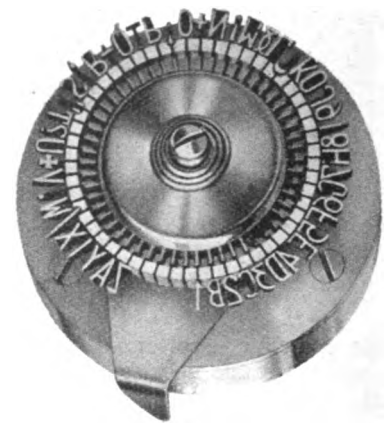


Fig. 14. — Ruota-tipi Creed.

La leva (8) che trovando un allineamento di vuoti nei dischi sottostanti si sarà abbassata, entrerà nell'orbita del detto braccio, il quale, urtando contro di essa determinerà l'arresto della ruota tipi che è ad esso solidale ed è innestata a frizione su un asse che gira con velocità maggiore dell'albero degli eccentrici.

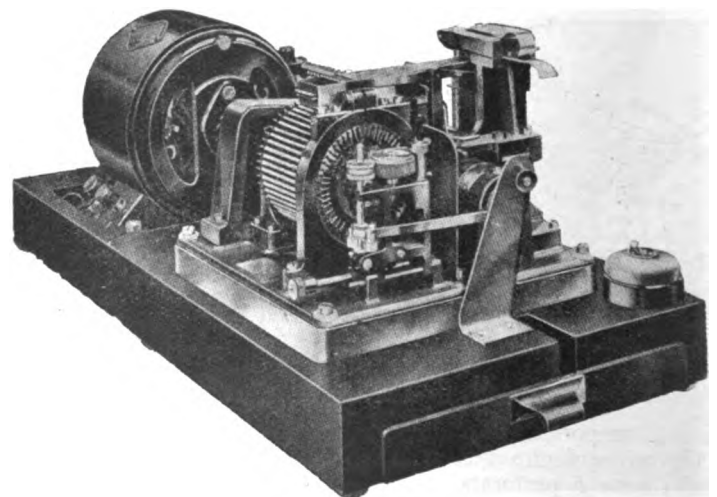


Fig. 15. — Traduttore stampante Creed.

A differenza di quanto è per gli altri sistemi esaminati, i caratteri della ruota tipi non sono incisi sulla periferia della ruota, ma sono portati da asticelle elastiche fissate alla periferia stessa (Fig. 14).

L'arresto della ruota provocato da una determinata leva (8) avviene precisamente nell'istante in cui la lettera corrispondente alla leva stessa e quindi alla combinazione di fori della zona perforata, si trova in alto, cioè in corrispondenza della striscia (12) e del martelletto (11), il quale ultimo, azio-

nato da un apposito eccentrico determina, con la sua percussione, l'impressione della lettera sulla striscia.

Ad ogni giro i vari eccentrici provvedono alla impressione della lettera e al trasporto della striscia stampata, nonché a quello della striscia perforata, al richiamo degli aghi selettori e della leva di arresto (8).

L'apparecchio mosso da un motorino di 1/10 di cavallo può funzionare correttamente fino alla velocità corrispondente a 150 lettere al minuto primo; il funzionamento normale avviene però alla velocità di  $130 \div 140$  lettere al minuto.

Nella Fig. 15 è riprodotto il traduttore stampante finora descritto.

Con l'apparato Creed ogni operatore può rendere circa 1400 parole all'ora.

## 20. - Automatico Siemens.

Questo sistema è fondato su di un codice a 5 unità ed utilizza per la trasmissione una striscia di carta perforata con cinque ordini di fori.

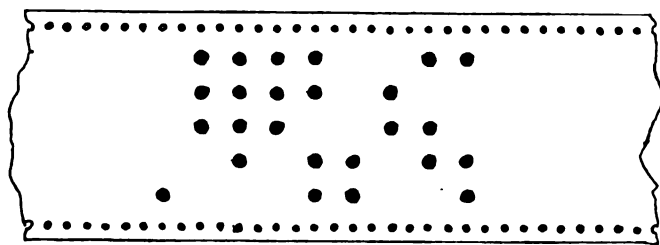


Fig. 16. — Perforazione Siemens.

E' da notare che la combinazione dei fori corrispondente a una lettera (si ha un foro per ogni emissione di lavoro) è perforata secondo una linea perpendicolare ai bordi della striscia di carta (Fig. 16).

La striscia perforata è preparata per mezzo di una tastiera perforatrice (Fig. 17) la quale ha la forma di una mac-



Fig. 17. — Tastiera perforatrice Siemens.

china da scrivere. Essa si compone di due parti; una superiore (Fig. 18), e l'altra inferiore (Fig. 19), le quali possono essere facilmente separate l'una dall'altra. Nella parte superiore (Figura 18), sono contenuti i cinque elettromagneti di perforazione, i punzoni, l'elettromagnete pel trasporto della striscia perforata; nella parte inferiore (Fig. 19) si trovano i tasti, le cinque sbarre di contatto disposte al disotto delle leve dei tasti ed ortogonalmente ad esse, ed altri organi secondari. Ogni sbarra di contatto comunica elettricamente con uno dei cinque elettromagneti di perforazione (Fig. 18). Ciascun tasto porta uno speciale pettine a cinque denti che, allorché il tasto è abbassato, va a contatto con apposite molette fissate sulle sbarre e provoca il funzionamento degli elettromagneti di perforazione e quindi dei punzoni che corrispondono alle emissioni di lavoro comprese nella combinazione relativa al tasto.

Nel trasmettitore automatico la striscia perforata passa sotto cinque leve di contatto (Fig. 20) isolate l'una dall'altra,

ed aventi le estremità anteriori disposte in modo da poter penetrare nei fori della striscia perforata. Ciascuna di queste leve è elettricamente collegata con un segmento del disco di trasmissione (Fig. 20), e secondo la posizione da essa assunta per effetto della striscia perforata, mette quindi il detto segmento in comunicazione col polo positivo oppure col polo negativo d'una batteria locale. Nel caso della Fig. 20 non esiste che un foro in corrispondenza alla prima leva di trasmissione, perciò soltanto il segmento 1 del disco di trasmissione, è collegato col polo negativo della batteria; i segmenti 2, 3, 4 e 5

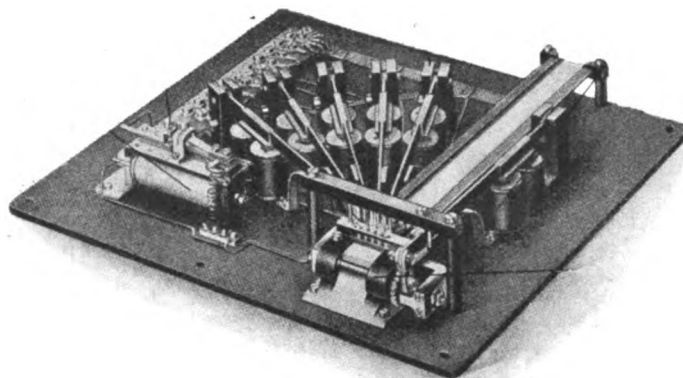


Fig. 18. — Tastiera perforatrice Siemens, parte superiore.

sono collegati al polo positivo. Lo sfregatore che si sposta sul disco trasmettente in accordo col movimento della striscia perforata, serve a chiudere il circuito del relais di trasmissione successivamente attraverso i singoli segmenti ed il relais stesso sarà quindi percorso da corrente negativa durante il passaggio dello sfregatore sul segmento 1 e da corrente positiva durante il passaggio sugli altri segmenti. L'armatura nel caso considerato appoggerà perciò sul contatto di destra durante il primo quinto di giro e sul contatto di sinistra durante gli ultimi quattro quinti.

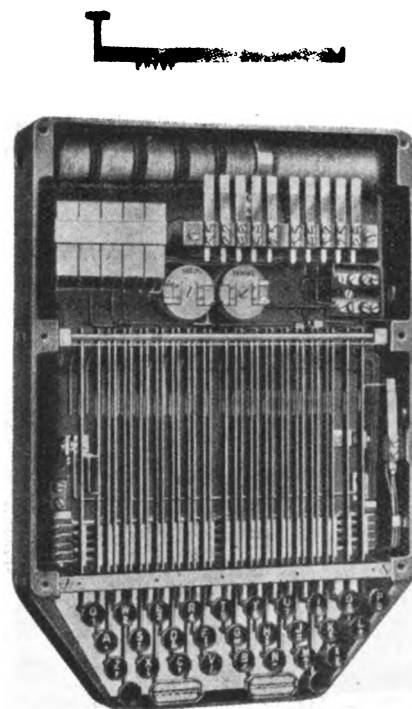


Fig. 19. — Tastiera perforatrice Siemens, parte inferiore.

I contatti del relais sono collegati con le due batterie di linea.

La corona del disco di ricevimento è divisa in cinque piccoli segmenti della lunghezza di  $1/80$  della circonferenza, isolati l'uno dall'altro e collegati rispettivamente con cinque elettromagneti  $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ .

Come si può vedere sulla Fig. 20, l'armatura del relais di ricevimento (stazione ricevente) effettua i medesimi movimenti dell'armatura del relais trasmettente, e, se il sincronismo è assicurato, collega lo strofinatore che gira sul disco di ricevimento col polo negativo di una batteria locale durante il

primo quinto di giro e col polo positivo per gli altri quattro quinti.

Le armature di questi elettromagneti prendono dunque l'una o l'altra posizione secondo il senso della corrente in arrivo, di modo che la posizione delle cinque armature corrisponde nel ricevimento a quella delle cinque leve di contatto del trasmettitore. Nell'esempio illustrato dalla Fig. 20, soltanto l'armatura dell'elettromagnete 1, riposa sul contatto di lavoro, mentre le altre armature riposano sui contatti di riposo.

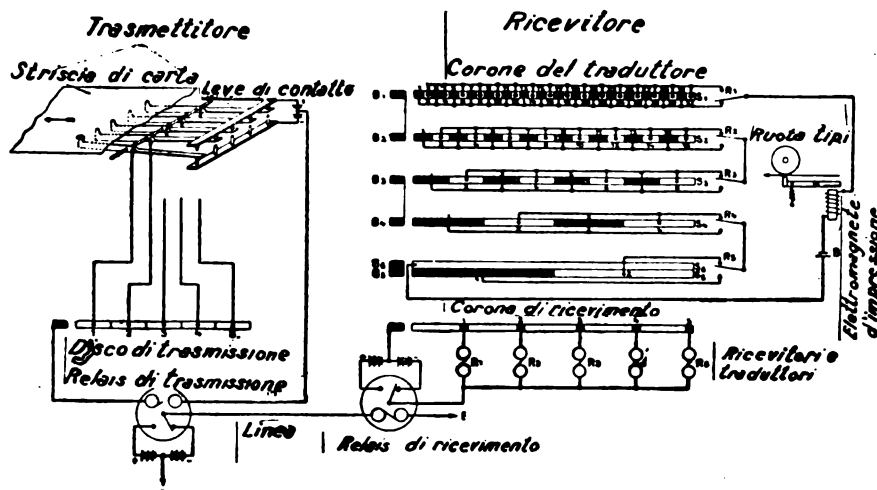


Fig. 20. — Schema del funzionamento del sistema Siemens.

Le armature avendo così obbedito alle correnti provenienti dalla linea, il segnale ricevuto è successivamente tradotto in caratteri tipografici indipendentemente da quello che avviene sulla linea. A questo scopo ad ogni elettromagnete ( $R_1$  a  $R_5$ ) è associata una corona di segmenti ( $S_1$  a  $S_5$ ) rispettivamente; queste corone tutte fissate ad un disco sono denominate « corone del traduttore » e sono divise rispettivamente in 2, 4, 8, 16 e 32 parti; si vede sulla Fig. 20, come detti parti sono collegate con i contatti degli elettromagneti  $R_1$  a  $R_5$ .

Se gli sfregatori  $B_1$  a  $B_5$ , fra loro meccanicamente connessi, passano simultaneamente sulle corone del traduttore, il circuito comprendente l'elettromagnete d'impressione non può chiudersi che nel modo seguente, nel caso in cui le armature degli elettromagneti occupano le posizioni precedentemente indicate: batteria locale  $B$ , corona  $S_5$ , sfregatori  $B_5$  e  $B_1$ , seg-

terebbe fuori dello scopo di questo articolo, è possibile anche ottenere al ricevimento, in caso di bisogno, una striscia perforata del tutto simile a quella di trasmissione con la quale si può ripetere la trasmissione su di un'altra linea servita dal medesimo apparato. Le Fig. 21 e 22 danno una visione d'insieme del sistema Siemens, il quale ha un rendimento di circa 8000 parole all'ora.

## 21. - Sistemi a trasmissione multipla.

**Sistema multiplo Baudot.** — Il sistema multiplo Baudot è fondato sull'uso del codice a cinque unità: le combinazioni o segnali si formano con una tastiera a cinque tasti; abbassando sia un sol tasto, sia due o più simultaneamente, possono essere eseguite 32 combinazioni di cui 31 utilizzabili, come abbiamo detto al paragrafo 2; un sistema d'inversione meccanico, analogamente a quello già accennato al paragrafo 9 porta a 58 il

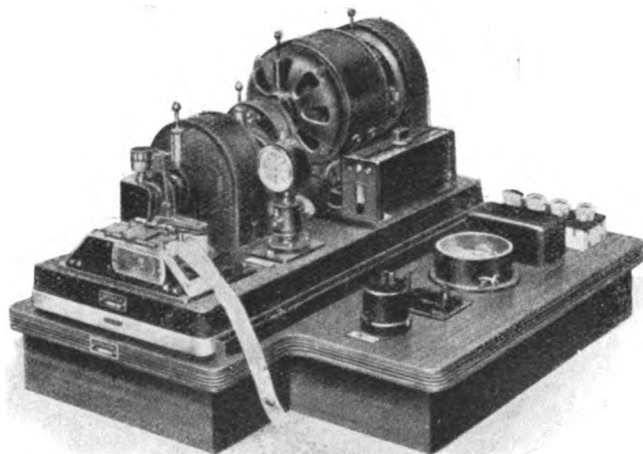


Fig. 21. — Trasmettitore automatico Siemens.

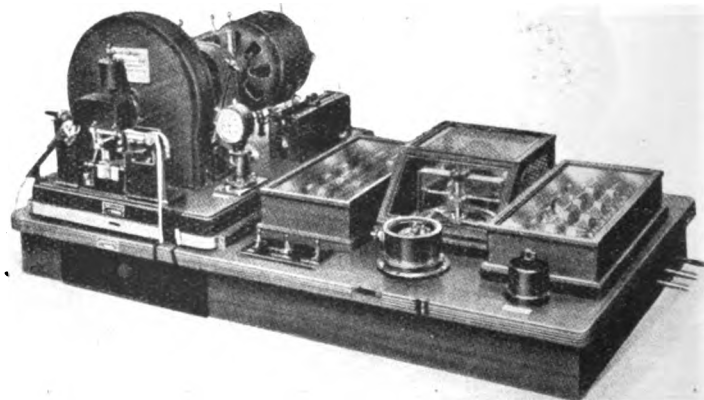


Fig. 22. — Apparato ricevente Siemens.

mento 2 della corona  $S_5$ , contatto superiore di  $R_5$ , armatura di  $R_5$  ed  $R_1$ , contatto superiore di  $R_1$ , segmento 4 della corona  $S_1$ , sfregatori  $B_1$  e  $B_5$ , segmento 8 della corona  $S_1$ , contatto superiore ed armatura di  $R_5$ , armatura di  $R_2$ , segmento 16 della corona  $S_2$ , sfregatori  $B_2$  e  $B_1$ , segmento 31 della corona  $S_1$ , sfregatori  $B_2$  e  $B_1$ , segmento 31 della corona  $S_1$ , contatto inferiore di  $R_1$  e armatura di  $R_1$ , elettro-magnete d'impressione, batteria locale.

Nello stesso modo per ciascuna delle 32 posizioni che possono prendere i relais, esiste una sola possibilità di chiudere il circuito comprendente l'elettromagnete d'impressione attraverso le corone del traduttore.

numero dei caratteri suscettibili di essere stampati; due combinazioni sono utilizzate per fare il « bianco-lettere » e il « bianco-cifre ».

L'organo principale del sistema è il distributore il quale consiste essenzialmente di un piano di ebanite che porta delle corone metalliche concentriche intere o divise in contatti isolati elettricamente gli uni dagli altri; su ciascuna di queste corone passa uno sfregatore. L'asse degli sfregatori è dotato di un movimento continuo ed uniforme; al posto corrispondente vi è un distributore simile, di cui gli sfregatori si muovono in sincronismo con quelli del primo e si trovano allo stesso istante su contatti corrispondenti.

Al posto *A*, Fig. 23, i tasti di un manipolatore *M*, sono collegati a cinque contatti consecutivi di una corona del distributore; tali tasti in posizione di riposo sono in comunicazione con uno dei due poli, positivo, per esempio, della pila *P'*. Abbassando i tasti essi vengono invece in comunicazione col polo negativo della pila *P*; con l'aiuto di questo manipolatore si formano le combinazioni dianzi indicate.

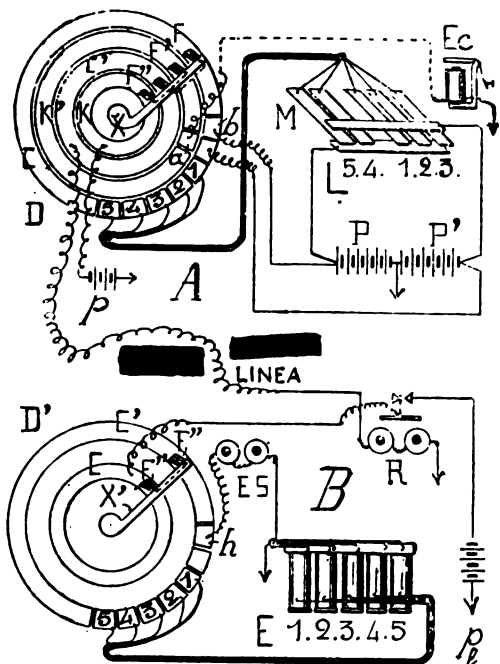


Fig. 23. — Principio del sistema Baudot.

La corona *C*, è coniugata con la corona *C'* per mezzo degli sfregatori, ed a quest'ultima corona fa capo il filo di linea; ad ogni giro del braccio portafregatori, i contatti 1, 2, 3, 4, 5 sono così collegati elettricamente con la linea e le correnti emesse dal manipolatore *M*, arrivano pertanto all'ufficio ricevente *B* e vanno a terra attraverso il relais *R*. Poichè tale relais è polarizzato l'armatura di esso si sposta in un senso o nell'altro secondo il senso della corrente in arrivo; per le correnti negative o di lavoro l'armatura poggia sul contatto di destra collegato con la pila locale *P*. Attraverso la corona piena *C*, e gli sfregatori *F'*, le correnti locali giungono sui cinque contatti 1, 2, 3, 4, 5 della corona *C'* connessi ciascuno agli elettromagneti di ricevimento *E*<sub>1</sub>, *E*<sub>2</sub>, *E*<sub>3</sub>, *E*<sub>4</sub>, *E*<sub>5</sub>. Poichè gli sfregatori dei due uffici corrispondenti sono sempre in sincronismo, ne risulta che il gruppo delle cinque armature degli elettromagneti di ricevimento in *B* riproduce la combinazione eseguita alla partenza sul manipolatore di *A*, non resta che tradurla nel corrispondente carattere tipografico e stamparla sulla striscia di carta.

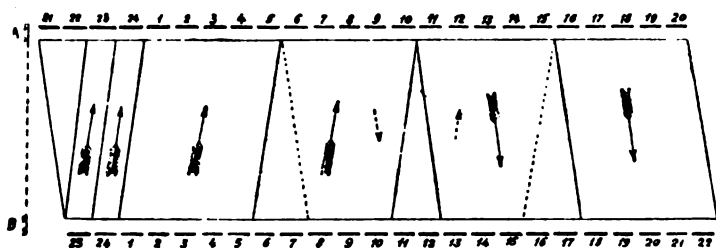


Fig. 24. — Diagramma di una quadrupla Baudot.

Il distributore *D* dell'ufficio *A* comprende due altre corone *K* e *K'* coniugate per mezzo di un altro paio di sfregatori, la prima ha un contatto *a* posto un po' più avanti del contatto 1 della corona *C*. Questo contatto *a* comunica con l'entrata di un elettromagnete *E*<sub>c</sub>; la corona piena *K'* è in comunicazione permanente con una pila locale *p* e perciò ad ogni giro degli sfregatori la corrente è inviata nel suddetto elettromagnete. Il rumore fatto da un martello fissato all'armatura, indica all'operatore che la linea sta per essere a sua disposizione e che egli deve eseguire sul suo manipolatore la combinazione corrispondente alla lettera che deve trasmettere.

Il sincronismo fra i due distributori è ottenuto sia dal movimento uniforme dei bracci portafregatori *XX'*, sia per mezzo di una corrente di lavoro inviata, ogni giro, al posto *B*,

per mezzo del contatto *E*, collegato in permanenza alla pila di lavoro. Questa corrente è ricevuta all'ufficio *B*, nel relais *R*, che invia una corrente locale attraverso il contatto *h* (corona *C'*) in un elettromagnete correttore *ES*. Il funzionamento di tale elettromagnete provoca — per mezzo di adatti dispositivi — lo spostamento angolare degli sfregatori del distributore quando essi tendono a trovarsi in disaccordo con quelli dell'ufficio corrispondente, come è stato già accennato al paragrafo 11.

Il diagramma riportato alla Fig. 24, mostra la disposizione di due distributori quadrupli a 24 contatti che permette, sia quattro trasmissioni nello stesso senso, sia una in un senso e tre nell'altra, sia infine due in ciascun senso.

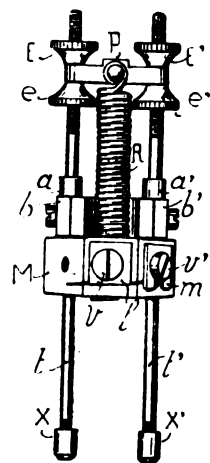


Fig. 25. — Regolatore Baudot.

Si vede da tale diagramma che oltre ai 20 contatti riservati alla trasmissione dei quattro settori, due altri sono destinati alla propagazione, cioè al tempo che passa in ciascuno dei due impianti Baudot corrispondenti, fra la fine della trasmissione ed il principio del suo ricevimento, come abbiamo indicato al paragrafo 10 ed infine due altri contatti sono destinati all'invio ed al ricevimento delle due correnti, di correzione positiva e negativa.

Il movimento uniforme dei due distributori corrispondenti è assicurato dal regolatore Baudot applicato all'asse del distributore che gira con la velocità massima (asse del volante); detto regolatore è a forza centrifuga ed agisce per influenza delle variazioni di velocità anche se piccolissime.

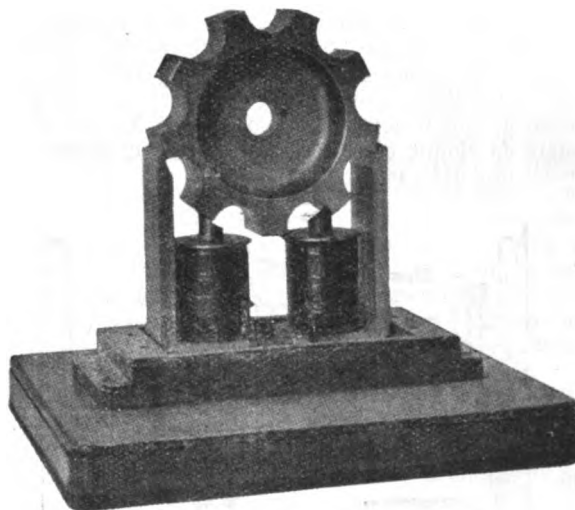


Fig. 26. — Ruota Fonica Murray.

Il regolatore (Fig. 25), è dotato di una massa metallica *m* suscettibile di scorrere lungo degli assi *x t*. L'uniformità del movimento è assicurata dallo spostamento della massa suddetta che ristabilisce costantemente l'equilibrio fra il lavoro motore ed il lavoro resistente.

Recentemente è stata introdotta nei distributori del sistema Baudot la ruota fonica Murray (Fig. 26), della quale abbiamo già succintamente trattato al paragrafo 11. Essa è montata sull'asse degli sfregatori del distributore e serve sia come motore che come regolatore, e consiste in una ruota di ferro portante alla periferia nove denti che passano dinanzi ai poli di



due elettromagneti. Il movimento alla ruota fonica viene impresso dalle impulsi alternative che eccitano i suddetti elettromagneti, trasmesse da un'asta (Fig. 27) che vibra elettricamente per mezzo di una bobina posta nella immediata vicinanza dell'asta ed inserita nel circuito di una pila locale, attraverso un contatto d'interruzione. Se si è lanciata dapprima la ruota fonica ad una velocità prossima a quella che si desidera, le attrazioni successive degli elettromagneti sui denti di essa, danno luogo ad una coppia motrice e la ruota continua a girare con una velocità uniforme che dipende dalla frequenza degli impulsi e dal numero dei denti. Le variazioni alla velocità si ottengono facilmente cambiando il periodo di vibrazione dell'asta mediante lo spostamento di masse scorrevoli su di essa.

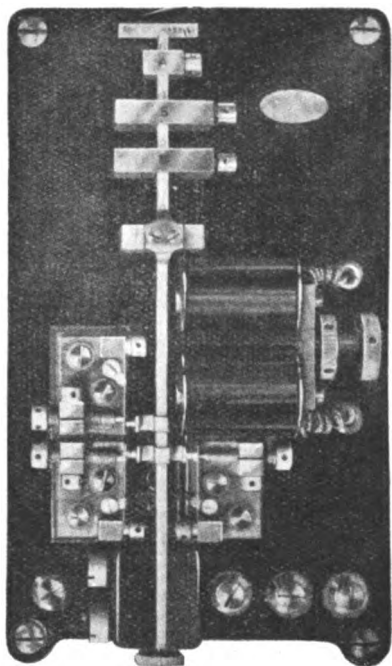


Fig. 27. — Vibratore Murray.

**Traduttore.** — Abbiamo visto in precedenza che le combinazioni trasmesse per mezzo del manipolatore venivano registrate dal gruppo di cinque armature degli elettromagneti di ricevimento. Tali segnali sono tradotti e stampati per mezzo di un apparecchio denominato « Traduttore » al quale abbiamo già accennato al paragrafo 12.

Il Traduttore si compone di un castello quadrangolare, poggiato su di uno zoccolo e contenente tutti gli organi meccanici destinati allo scopo suddetto. L'immagazzinamento dei cinque elementi della combinazione costituente il segnale ha luogo per mezzo di cinque leve chiamate leve di scambio e che sono comandate da cinque elettrocalamite deviatrici fissate nella piastra posteriore del castello.

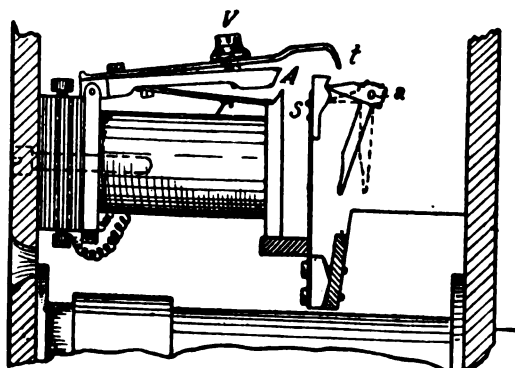


Fig. 28. — Elettrocalamita deviatrice.

Come è indicato nella Fig. 28 che rappresenta una di tali elettrocalamite, si tratta di elettrocalamite ad una sola bobina i cui nuclei terminano con due espansioni di ferro dolce. L'armatura *A* è articolata nella espansione posteriore; essa è attirata dall'altra espansione allorché l'avvolgimento è percorso da corrente; una debole molla *r* serve da forza antagonista.

L'armatura porta nella sua parte superiore una molla *R* di ottone di cui l'estremità libera è ripiegata due volte.

Quando l'armatura è attratta, l'estremità *t* della molla

batte sul ramo orizzontale d'una leva a squadra che ha il fulcro in *a* e costituisce la leva di scambio. L'estremità di questo ramo orizzontale è tagliata ad unghia e penetra nello incavo praticato nella parte superiore d'una molla verticale *S* la di cui pressione assicura la stabilità della posizione della leva. Il colpo dato dall'estremità dell'appendice *t* sul ramo orizzontale della leva di scambio, libera questo ramo dall'incavo e gli fa prendere la posizione rappresentata in punteggiata. La leva di scambio resta in questa nuova posizione perché premuta dalla molla *S* e trattenuta dalla parete della ruota *B* (Fig. 29) fino a che un'azione meccanica non interviene per ricondurla nella posizione primitiva.

La combinazione trasmessa alle leve di scambio dagli spostamenti delle armature del relais è in questo modo immagazzinata fino al momento in cui viene trasmessa ai « cercatori ».

Questi cercatori, in numero di cinque, sono montati ciascuno sopra un asse orizzontale *o* fissato fra due lastre *P* e *P'* (Fig. 29).

Le loro estremità inferiori si appoggiano nelle parti piene del disco *D*, mentre le parti superiori o teste hanno una forma tale da costringere i cercatori a mantenersi vicini e solidali rispetto all'azione di una sesta leva (di propulsione) anche quando uno o più di essi si sono spostati longitudinalmente passando sull'altro disco *D*. In tal modo lo spostamento della 6<sup>a</sup> leva o martelletto può avvenire soltanto quando al di sotto dei cinque cercatori vengono a trovarsi cinque vuoti.

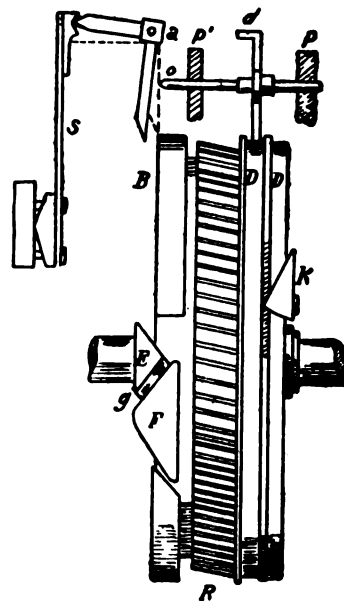


Fig. 29. — Principio dell'immagazzinamento dei segnali.

I due dischi *D* e *D* che hanno sulla loro periferia una serie di vuoti e di pieni formano l'organo principale del traduttore. Essi sono affacciati in modo tale che ad un pieno della periferia dell'uno corrisponde un vuoto di quello dell'altro ed inversamente. Questi due dischi sono di acciaio e separati l'uno dall'altro da un tramezzo di diametro un po' superiore il quale per un certo tratto presenta una soluzione di continuità. Essi sono solidamente uniti ad una ruota di ingranaggio *R* che partecipa al movimento di orologeria dell'apparecchio. La ruota *R* ha nella sua parte posteriore una corona detta d'appoggio *B* che non occupa la circonferenza completa. Nella parte lasciata vuota si trova una spola composta di due parti *E* ed *F* aventi la forma che si vede nella figura e separate l'una dall'altra da una gola *g*. Nella orbita della spola entrano i piedi di quelle leve di scambio spostate dalla posizione di riposo e proiettate quindi contro la corona. L'azione della spola su tali leve è quella di provocare un ulteriore spostamento di esse verso i cercatori e di farle immediatamente dopo ritornare nella loro posizione di riposo al di fuori dell'orbita della spola, posizione che può essere mantenuta dalle leve perché nel frattempo la attrazione dell'armatura degli elettrodeviatori sarà cessata.

Lo spostamento da sinistra a destra provocato dalla spola serve a trasmettere ai cercatori il segnale che le leve di scambio avevano immagazzinato. Infatti, nel movimento loro impresso da questa spola, spingono gli assi dei cercatori *d* che loro corrispondono e che scorrono nelle loro guide; e la spinta si esercita proprio in corrispondenza alla soluzione di continuità del tramezzo fra i due dischi *D* e *D*; cosicché i cercatori cor-

rispondenti non offrono ostacolo alla sollecitazione delle leve di scambio e passano sul disco *D*. Ora durante un giro dell'insieme dei due dischi verrà un certo momento (differente da combinazione a combinazione) in cui i cercatori troveranno tutti contemporaneamente un vuoto sotto di essi. Il loro insieme può allora spostarsi e questo spostamento è utilizzato per la stampa del carattere.

Allorchè la rotazione dei dischi giunge presso alla fine e che le combinazioni corrispondenti ai diversi segnali si sono tutte succedute sotto i piedi dei cercatori, un eccentrico di richiamo *k* riporta, attraverso il vuoto del tramezzo i cercatori *d* alla loro posizione iniziale, cancellando così il segnale che sarà già stato tradotto e stampato. Nei traduttori Mod. 1909 della Amministrazione Francese (traduttori rapidi) sono stati introdotti degli elettrodeviatori e delle leve di scambio di un tipo nuovo immaginato dai Sigg. Lesaffre e Chattelun e che funzionano con correnti brevissime.

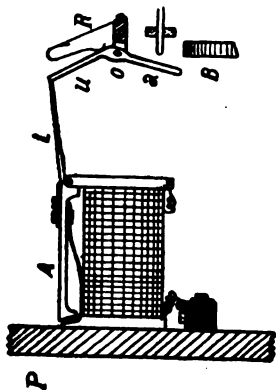


Fig. 30. — Elettrocalamita deviatrice modificata.

A questo scopo (fig. 30) si richiede all'armatura dell'elettrodeviatore solo il lavoro di disimpegnare l'appendice *t* di cui essa è munita dal becco *u* d'una leva di scambio *a*. Allorchè, per effetto dello spostamento dell'armatura la leva *a* non è più trattenuta dalla appendice *t* essa sotto l'azione dell'apposita molla girerà bruscamente ed andrà ad appoggiarsi contro la parete della ruota *B* come nel caso precedente, rimanendo in tale posizione fino a che l'azione della spola, per la manovra indicata precedentemente non la riporti nella sua posizione di riposo, procurandone di nuovo l'agganciamento alla appendice *t* che nel frattempo si sarà riabbassata.

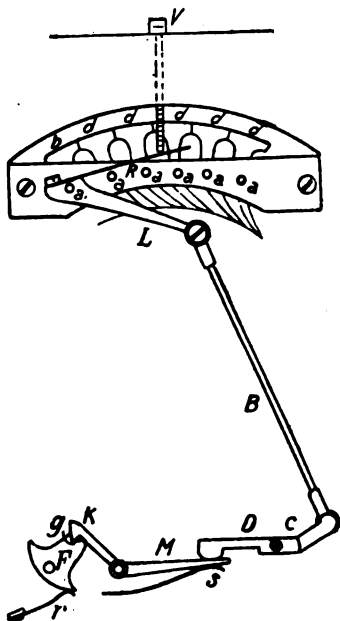


Fig. 31.

Lo spostamento dei cercatori è utilizzato per produrre lo sganciamento degli organi d'impressione (Fig. 31 e 32). Una molla *R* tende a far oscillare l'insieme della leva di propulsione *b* dei cinque cercatori *d* quando viene a mancare contemporaneamente l'appoggio sotto i loro piedi. Essa è fissata alle estremità di una leva di sganciamento *L* montata sullo stesso asse *a* della leva di propulsione *b*. Una lunga vite *V* fissata alla parte superiore della piastra, permette di modificare la tensione. Nel momento in cui i cercatori non sono più

sostenuti la leva di sganciamento cede all'azione della sua molla a ruota attorno al suo asse *a* e la sua estremità si sposta dall'alto in basso. Tale movimento viene trasmesso per mezzo di una biella *B* ad un pedale *D* detto pedale di sganciamento il quale viene sollevato leggermente al disopra di una leva *M* detta leva di agganciamento.

Intanto almeno qualcuno dei cercatori dovrà rimontare su un piano della corona relativa e così l'insieme dei cercatori ed il martelletto saranno rialzati bruscamente (per la speciale forma dei piedi dei cercatori), la leva di sganciamento subirà uno spostamento inverso a quello precedente e il pedale batterà sulla leva di agganciamento che, spostandosi, permetterà al braccio d'impressione *F* di girare da destra a sinistra sotto l'azione della molla *r*. L'estremità superiore del braccio *F* che è terminata in forma di dente d'ingranaggio, va ad ingranare in uno dei denti d'una ruota *A* detta ruota d'impressione e così tutto il braccio parteciperà per un breve tempo al movimento della ruota. In questo movimento essa proietterà contro la ruota tipi, montata sullo stesso asse della ruota d'impressione, un tamburello di cui è munita e sul quale passa la zona di carta; viene così impressa la lettera che trovasi sulla ruota dei tipi nel punto colpito del tamburello e che corrisponde alla combinazione di pieni e vuoti dei dischi combinatori che ha determinato lo spostamento dei cercatori.

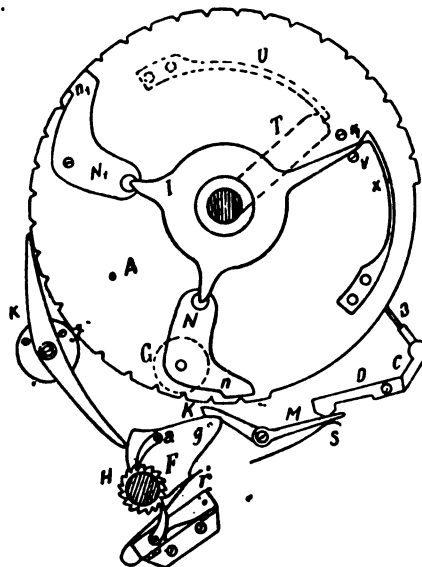


Fig. 32.

La ruota-tipi porta i caratteri in rilievo sui 31/40 della sua periferia. Il braccio ha alla sua sinistra una espansione *e* contro cui può venire ad appoggiare l'estremità inferiore d'una leva *K* detta leva di riporto. Il braccio di impressione spinge il ramo inferiore di tale leva nel suo movimento verso sinistra; però immediatamente dopo che i 31 denti della ruota d'impressione corrispondenti a 31 caratteri della ruota tipi avranno sfilato dinanzi al braccio *F*, un eccentrico *G* situato dietro la ruota d'impressione andrà ad urtare il braccio superiore della leva in questione la quale urtando a sua volta il braccio di impressione ne provocherà il riagganciamento. Nessun ostacolo si oppone a questo movimento perchè in quell'istante il braccio di impressione passa dinanzi ad una parte della ruota d'impressione dove non sono denti.

Il movimento di va e vieni del braccio *F* che produce la stampa è utilizzato anche per il trasporto della striscia di carta ed ecco come. La striscia è presa da un ruotino dentato montato sullo stesso asse con la ruota dentata *H*, e contro il quale è premuta da apposito cilindretto a molla. La ruota dentata e per conseguenza il ruotino trasporto carta, che è con quella solidale, possono ruotare attorno all'asse stesso del braccio *F*. La figura mostra come, mediante il giuoco dei due nottolini (nottolino di trasporto e nottolino di arresto), la carta sia trasportata in avanti durante il movimento verso sinistra del braccio di impressione e non possa tornare indietro durante il movimento inverso.

**Tastiera Miniotti.** — Recentemente è stata introdotta la trasmissione automatica, come è detto dianzi, anche nel sistema multiplo Baudot per mezzo di tastiere dattilografiche perforatrici del tipo di quelle già descritte per gli apparati Wheatstone e Siemens.

Un tipo di trasmettitore automatico di carattere particolare e nuovo è quello dovuto al Rag. Giovanni Miniotti di Torino, funzionario dell'Amministrazione dei Telegrafi.

In tale apparecchio (fig. 33) sono riuniti in unico complesso, una tastiera dattilografica, un disco d'acciaio *D*, per l'immagazzinamento delle combinazioni; un trasmettitore automatico dei segnali *M*. Nei tipi di trasmissione automatica finora considerati l'immagazzinamento dei segnali avviene per mezzo di striscie perforate: in questo apparecchio invece avviene per mezzo di sfere d'acciaio nel modo seguente:

Sulla faccia superiore dello zoccolo dell'apparato, è disposto un disco d'acciaio *D* perfettamente piano con la periferia dentata; ad ogni dente corrisponde una fila di cinque fori praticati nel disco secondo il raggio corrispondente alla punta del dente.

L'abbassamento di uno qualunque dei tasti provoca la rotazione orizzontale del disco di un angolo costante determinato dal numero dei denti del disco medesimo. In conseguenza di questo movimento di rotazione, le diverse file dei fori passano successivamente sotto il serbatoio *R* contenente delle sfere d'acciaio accuratamente levigate e calibrate le quali possono cadere sul disco per mezzo di cinque condotti disposti egualmente secondo un raggio.

I cinque fori, passando al disotto delle imboccature dei condotti, ricevono ciascuno una sfera se essi non sono già stati colmati durante un precedente passaggio; questa operazione si rinnova indefinitamente ogni volta che una serie di fori passa sotto i condotti.

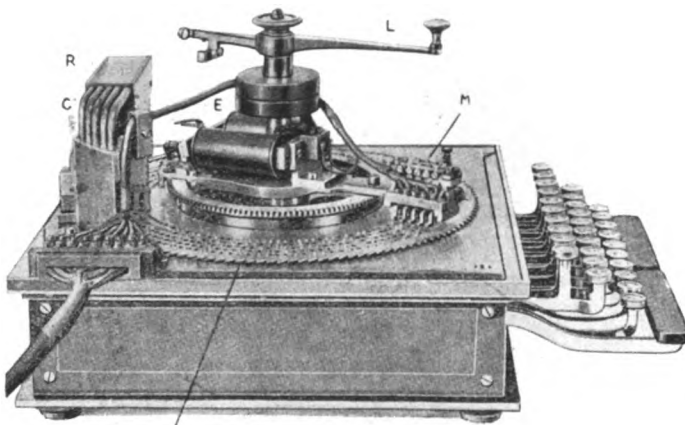


Fig. 33. — Trasmettitore Baudot a sfere.

Le serie radiali così colmate arrivano in seguito su cinque aperture praticate in una piattaforma metallica situata sotto il disco, le quali aperture sono, secondo il caso, aperte o chiuse. L'abbassamento di ciascun tasto provoca per mezzo di adatti dispositivi meccanici l'apertura o la chiusura dei fori, riproducendo sotto tale forma le combinazioni del codice Baudot. Poiché in conseguenza, per ciascuna serie radiale, alcuni fori del disco restano colmati dalla sfera mentre altri restano vuoti; i vuoti ed i pieni riproducono a loro volta sul disco le combinazioni suddette corrispondenti ai tasti abbassati: le sfere corrispondono alle correnti di lavoro, i fori a quelle di riposo.

Allorché le diverse file ripassano sotto il serbatoio *R*; i vuoti si colmano nuovamente ed altre combinazioni si formano successivamente secondo i tasti abbassati. Il movimento delle sfere è continuo, allorché una sfera arriva all'apertura della piattaforma che non è otturata, cade in un imbuto dal quale per mezzo di un condotto *C* ritorna nel serbatoio delle sfere; vi sono cinque condotti di ritorno sempre pieni di sfere.

Il trasmettitore automatico è costituito da un manipolatore di modello ridottissimo *M* composto essenzialmente di cinque contatti a molla verticali montati su pattini di acciaio passanti presso la superficie superiore del disco.

Quando un pattino si trova al disopra di un foro vuoto, cade per gravità e mette il proprio contatto a molla in comunicazione con la batteria di riposo; se esso incontra invece una sfera, il contatto a molla viene collegato con la batteria di lavoro. Per mezzo di opposte comunicazioni vengono così inviate sulla linea le combinazioni di correnti negative e positive costituenti i segnali del Codice Baudot.

Con la tastiera testè accennata l'operatore può immagazzinare 132 segnali, tante essendo le serie radiali di cinque fori esistenti sul disco, se quindi essa non permette di preparare una grande quantità di lavoro, come è possibile con la striscia perforata, dà sempre, come quest'ultima, la facoltà di raggiungere il rendimento massimo teorico dell'apparato Baudot, permettendo altresì all'operatore di effettuare in pari tempo tutte le operazioni accessorie di carattere amministrativo.

**Impianti scaglionati.** — Il sistema multiplo Baudot si presta anche per impianti scaglionati oppure biforcati; si ottengono in queste applicazioni risultati notevoli con l'uso dei ritrasmettitori.

Il ritrasmettitore non è altro che un manipolatore automatico per manovrare il quale, le dita dell'operatore sono sostituite da armature di elettromagneti. Se per esempio una linea che collega due uffici è troppo lunga per essere esercitata direttamente, si pone in un ufficio intermedio un gruppo ritrasmettitore; le armature dei relais di ricevimento in questo gruppo sono disposte in modo che ciascuna di esse, allorché viene azionata, abbassa un tasto del ritrasmettitore: i segnali sono così ritrasmessi dall'uno all'altro lato della linea come se nell'ufficio intermedio avesse luogo una nuova trasmissione manuale.

Le disposizioni a scaglioni e a biforcazione, permettono di utilizzare nel miglior modo i fili consentendo di sovrapporre al traffico svolgentesi fra i centri collegati direttamente dal filo, quello fra uno di tali centri ed un terzo centro collegato con altro filo al secondo.

Un esempio di scaglione si ha nella fig. 34, da cui risulta la possibilità di ottenere direttamente due trasmissioni *A-B*; due trasmissioni *A-C* e due trasmissioni *B-C* con due soli fili *A-B* e *B-C*.

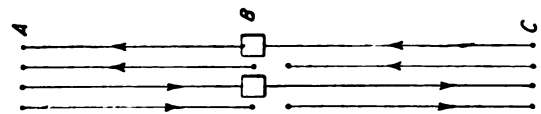


Fig. 34. — Schema scaglione Baudot.

La fig. 35 mostra schematicamente un esempio di circuito biforcuto nel quale si hanno simultaneamente due trasmissioni *A-C*; due fra *A* e *D*; due fra *B* e *C* e due fra *B* e *D*.

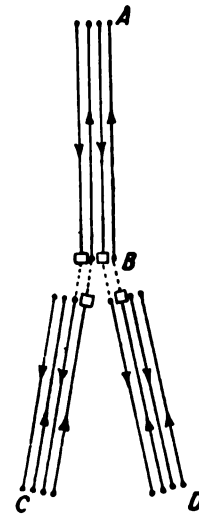


Fig. 35. — Schema di una linea biforcata a Baudot quadrupla, con ritrasmettitori automatici.

Il rendimento orario di un settore Baudot a trasmissione manuale, per una velocità del distributore di 180 giri, è di 1500 parole circa.

## 22. - Multiplo Murray, Western Union Telegraph Cy e Western Electric Cy.

Tali sistemi traggono origine dal sistema multiplo Baudot dianzi descritto, e sono tutti fondati sull'uso del Codice a cinque unità.

Anche in questi sistemi organo principale è il distributore che può distribuire la linea a 2, 3, 4, 5 o 6 operatori; la trasmissione è eseguita sempre per mezzo di striscie perforate, preparate con tastiere di tipo dattilografico, e che vengono fatte passare in appositi ritrasmettitori automatici. I traduttori sono di differenti tipi, ma tutti danno il telegramma stampato su di un foglio anziché su striscia di carta.

I distributori non hanno contatti riservati alla propagazione e pertanto non essendo possibile la trasmissione nei due sensi nello stesso giro, l'esercizio di questi sistemi viene fatto esclusivamente in duplice. La correzione del sincronismo è affidata alle stesse correnti di trasmissione.

### 23. - Telescrittori.

Recentemente hanno fatto la loro apparizione nel campo dei sistemi telegrafici apparati Telescrittori destinati specialmente ad essere impiantati presso abbonati, che con tal mezzo possono ricevere corsi di Borsa, notizie politiche, finanziarie, ecc., ed anche trasmettere e ricevere telegrammi. Tali apparecchi hanno anche il vantaggio di non richiedere per il ricevimento la presenza di un operatore; i telegrammi sono ricevuti senza preventive regolazioni e si stampano automaticamente anche in assenza del destinatario.



Fig. 36.

I principali tipi sono il Wright, il Siemens, il Creed Start-Stop ed il Morkrum. L'organo di trasmissione è sempre una tastiera dattilografica e quindi di facile manipolazione; il ricevimento in caratteri tipografici può ottenersi su di una striscia di carta, come nel Siemens e nel Morkrum oppure anche su di un foglio come nel Wright e nel Creed Start-Stop.

In taluni tipi è stata anche applicata la trasmissione automatica.

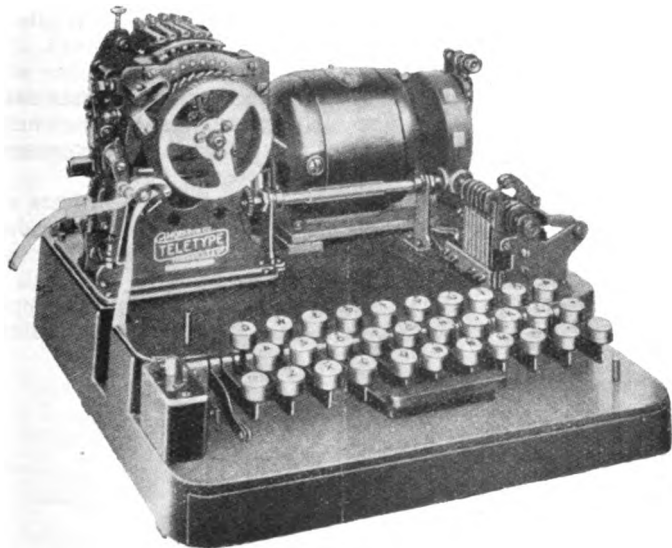


Fig. 37.

La fig. 36, 37 e 38 danno una visione d'insieme dei Telescrittori Morkrum e Creed Start-Stop.

### 24. - Sistemi duplici.

I sistemi duplici hanno lo scopo, come abbiamo detto al paragrafo 10, di permettere due trasmissioni simultanee e di senso contrario sullo stesso filo.

Fra i numerosi sistemi duplici esistenti, i più comuni possono ricondursi a due tipi generali, secondo che essi impieghino il metodo differenziale oppure quello del Ponte di Wheatstone.

Col sistema differenziale vengono adoperati ricevitori differenziali; con tale denominazione vengono designati dei rice-

vitori ad elettromagnete portanti due avvolgimenti eguali e di senso contrario  $A$  e  $B$  (fig. 39).

Una corrente arrivando dal punto comune  $o$  si biforca nelle due derivazioni che tendono a produrre ciascuna polarità di senso contrario.

L'azione esercitata sull'armatura è dovuta allora alla differenza delle azioni delle correnti che percorrono ciascuno dei

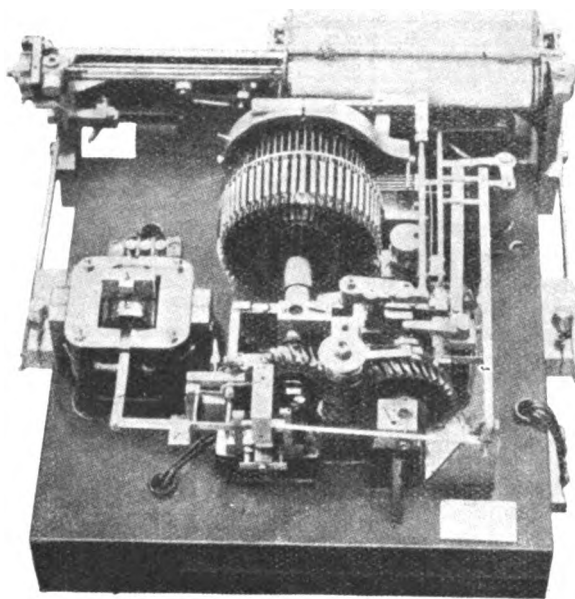


Fig. 38.

due avvolgimenti; in particolare se le due correnti sono eguali, questa differenza è nulla e l'armatura non funziona.

Ciò premesso il sistema duplice differenziale può essere ricondotto al dispositivo seguente: Siano due uffici  $A$  e  $B$  (figura 40), riuniti da un filo di linea  $L$ . Il ricevitore di ciascuno di essi è del tipo differenziale, il punto  $P$ , è connesso col fulcro del manipolatore, mentre i due avvolgimenti comunicano l'uno con la linea e l'altro con un reostato  $R$  ed un condensatore  $C$ .

Quest'ultimo ramo costituisce la « linea artificiale ».

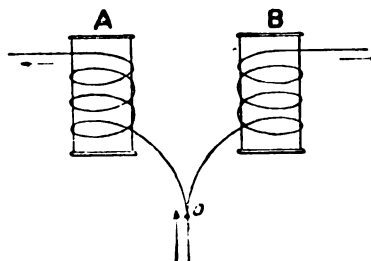


Fig. 39. — Elettromagnete differenziale.

Ciascuno dei corrispondenti, agendo sul reostato e sulla capacità, regola la linea artificiale in rapporto alla linea reale, in modo che le correnti di trasmissione benchè traversino il proprio ricevitore per andare sulla linea non agiscano sull'armatura indipendentemente dalle trasmissioni che eventualmente giungessero dall'altro ufficio; questo risultato è ottenuto quando le resistenze e le capacità delle linee artificiale e reale sono eguali tanto nel periodo variabile della corrente, quanto in quello di regime.

In tali condizioni sia ad esempio  $a$  l'intensità della corrente dell'ufficio  $A$ ; questa corrente si divide nel ricevitore  $M$  fra gli avvolgimenti di egual resistenza, ciascuno dei quali sarà perciò percorso da una corrente d'intensità  $\frac{a}{2}$ .

Se l'ufficio  $B$  non trasmette, l'armatura del ricevitore  $M$ , è sollecitata da una corrente d'intensità  $\frac{a}{2} - \frac{a}{2}$  e quindi non funziona. Se al contrario l'ufficio  $B$  trasmette nello stesso istante, ed invia sulla linea una corrente di intensità  $\frac{b}{2}$ , l'avvolgimento del ricevitore  $M$ , connesso con la linea reale sarà per-



corso da una corrente  $\frac{a+b}{2}$  mentre l'altro avvolgimento è percorso dalla corrente d'intensità  $\frac{a}{2}$ .

delle due linee, reale ed artificiale, si effettuino secondo regimi per quanto possibile identici; in altri termini la linea artificiale ideale dovrebbe essere la riproduzione esatta della linea reale sotto l'aspetto della distribuzione delle capacità in rap-

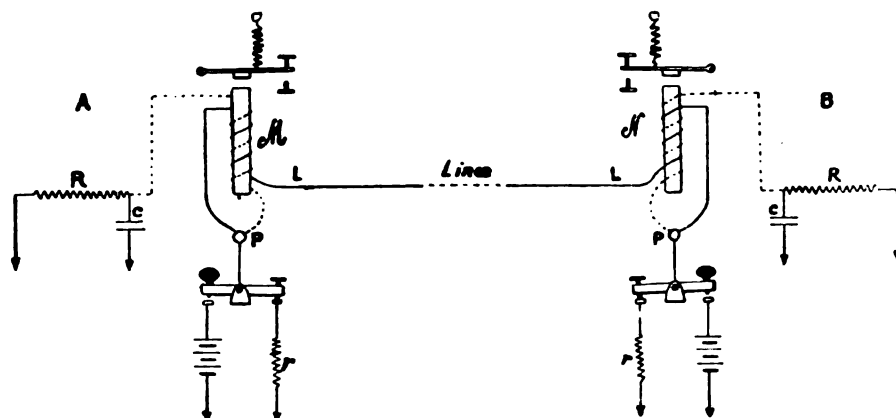


Fig. 40. — Duplice Differenziale.

L'armatura funziona allora sotto l'azione di una corrente  $\frac{a+b}{2} - \frac{a}{2} = \frac{b}{2}$ , cioè come se trasmettesse soltanto l'ufficio B. Infine se trasmette soltanto l'ufficio B, l'avvolgimento del ricevitore M, connesso con la linea reale e percorso da una corrente  $\frac{b}{2}$  e l'armatura funziona sotto l'azione di questa corrente.

Il sistema duplice a Ponte di Wheatstone (fig. 41) è fon-

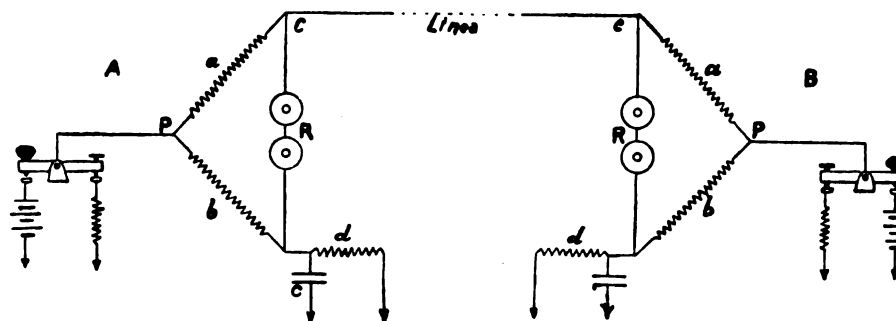


Fig. 41. — Duplice a Ponte di Wheatstone.

dato sulla ben nota condizione di equilibrio fra le resistenze sui quattro lati del dispositivo così denominato.

Il fulcro del manipolatore è collegato al vertice P del ponte, il ricevitore R è posto sulla diagonale; i due lati a e b sono costituiti da resistenze fisse; il lato c rappresentato dalla linea reale è equilibrato dalla linea artificiale che costituisce il quarto lato d. Allorché il ponte è regolato si verifica la condizione  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$  e le correnti emesse da A, per esempio, non influiscono sul proprio ricevitore R, essendo le due estremità della diago-

Si può anche adoperare la disposizione rappresentata dalla fig. 43, nella quale la somma delle resistenze  $r+r'+r''+r'''$ , è uguale a quella della linea reale, mentre fra le resistenze sono posti in derivazione i condensatori c, c' e c''.

Si può realizzare una migliore somiglianza fra la linea artificiale e la linea reale col procedimento Muirhead: il conduttore è rappresentato da una striscia di stagno B B' disposta come nella fig. 44; questa striscia è inserita fra due fogli di carta paraffinata sulle superficie esterne dei quali sono applicati due fogli di stagno. Si ottiene così un elemento della linea

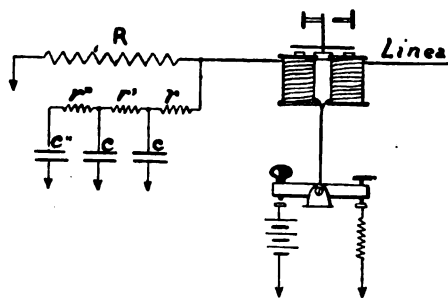


Fig. 42. — Linea artificiale.

nale al medesimo potenziale. All'ufficio B queste correnti trovano due vie, l'una attraverso il lato a per giungere al vertice P e quindi alla terra. Il ricevitore è pertanto percorso dalla corrente in arrivo e quindi funziona.

La regolazione delle capacità per mezzo di un solo condensatore disposto come è stato indicato finora non conviene che per linee brevi; infatti perchè il ricevitore resti insensibile alle correnti in partenza è necessario che la carica e la scarica

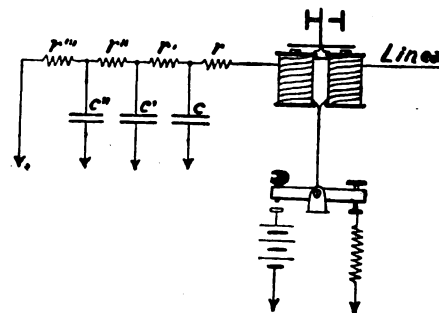


Fig. 43. — Linea artificiale.

artificiale e con un numero sufficiente di essi è possibile riprodurre la resistenza e la capacità totali di una determinata linea. I fogli di stagno applicati sulla superficie esterna vengono collegati alla terra, la fig. 45 mostra lo schema di una linea artificiale così costituita:

Tutti i sistemi telegrafici sono suscettibili di essere adoperati in duplice quando le condizioni delle linee lo permettono; per taluni sistemi ad esempio il sistema Creed, Siemens, We-

stern, ecc., tale disposizione costituisce l'esercizio normale dell'apparato.

## 25. - Telegrafia multipla per mezzo delle correnti ad alta frequenza.

Tale metodo è uno dei più importanti ed interessanti dal punto di vista tecnico, che siano stati realizzati in questi ultimi anni. Come abbiamo detto al paragrafo 15, in un sistema multiplo di questo genere un certo numero di trasmissioni telegrafiche sono stabilite simultaneamente su di un circuito per mezzo di correnti alternate, dette « correnti portanti » separate per ciascuna delle trasmissioni. Queste correnti portanti variano secondo le variazioni delle correnti corrispondenti ai segnali inviati dagli apparati telegrafici. Le frequenze delle diverse correnti portanti inviate simultaneamente sulla linea devono essere sufficientemente diverse fra loro, in modo da permettere la separazione ed il ricevimento per mezzo di circuiti appropriati.

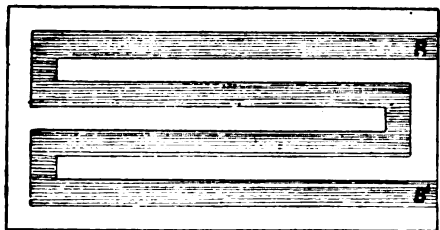


Fig. 44. — Linea artificiale di Muirhead.

Ciascuna corrente portante può essere di una frequenza udibile, o non, ma sempre superiore alla frequenza massima contenuta nel segnale trasmesso; il nome di correnti portanti deriva dal fatto che, in certo modo, esse portano la trasmissione telegrafica all'apparato di ricevimento.



Fig. 45.

Organi principali di una trasmissione multipla telegrafica ad alta frequenza sono la lampada a tre elettrodi e i filtri elettrici. Sono noti i successi ottenuti con la lampada a tre elettrodi nelle radiocomunicazioni ed in telefonia; la lampada a tre elettrodi inserita in un circuito oscillante fornisce una sorgente poco ingombrante ed assolutamente sicura di onde persistenti con frequenze facilmente regolabili.

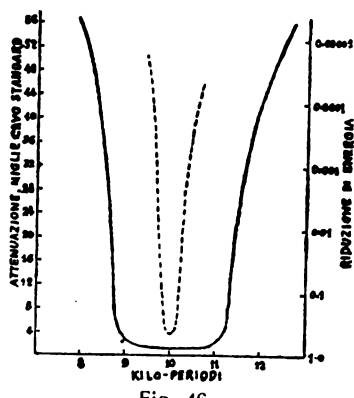
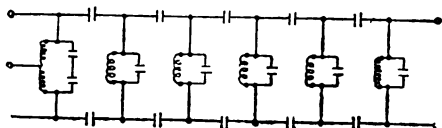


Fig. 46.

Utilizzata come amplificatrice di correnti ad alta o bassa frequenza, essa sopprime la necessità di avere correnti intense sulle linee. Inoltre le lampade medesime permettono di costituire degli impianti di funzionamento assolutamente sicuri e che non richiedono che una facile manutenzione.

I filtri elettrici inventati da I. A. Campbell permettono di

utilizzare delle trasmissioni con frequenze vicinissime e relativamente basse che sono quelle per le quali le difficoltà di trasmissione sulle linee sono ridotte al minimo.

Nella sua forma usuale il filtro elettrico permette la suddivisione di una estesa zona di frequenze in zone più strette scelte a volontà ed arresta, senza tuttavia assorbirne l'energia, le onde di ogni altra frequenza.

La combinazione di due o più filtri potrà dunque separare le diverse frequenze in modo che ciascun ricevitore non riceva che la frequenza che è ad esso assegnata; così per esempio tre filtri permetteranno di far pervenire ad un primo ricevitore tutte le frequenze telefoniche, ad un secondo ricevitore le frequenze inferiori, e ad un terzo le frequenze superiori, senza che per tale separazione si verifichi una sensibile perdita di energia in ciascuna delle tre suddivisioni.

I filtri elettrici Campbell sono costituiti da capacità e da induttanze e benché prendano diverse forme, secondo i bisogni, essi sono tutti identici nella disposizione per la quale le correnti traversano una serie di sezioni. La frequenza che si desidera sopprimere può essere ridotta a volontà aumentando il numero delle sezioni.

La fig. 46, rappresenta un filtro utilizzato con successo nei sistemi a correnti portanti. Poiché questo filtro lascia passare una zona di frequenze viene denominato « filtro a zona ». La stessa figura mostra l'attenuazione in funzione della frequenza (valutata in mille periodi) introdotta in un circuito dal filtro medesimo; l'attenuazione è valutata in miglia di cavo Standard. La scala di destra indica la diminuzione corrispondente dell'energia nel passaggio attraverso il filtro. Questo filtro è stabilito per trasmettere la zona superiore di una corrente portante a 9000 periodi oppure la zona inferiore di un sistema a 11.000 periodi.

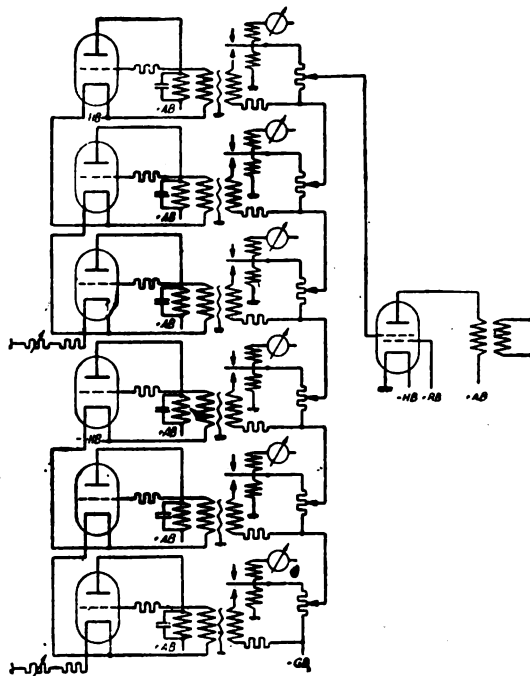


Fig. 47. — Schema di trasmissione sestupla ad alta frequenza.

Può riuscire interessante di confrontare questo filtro con due circuiti ad accoppiamento debole in risonanza ad una frequenza determinata della zona del filtro.

La curva punteggiata della fig. 46, dà la caratteristica di un tal sistema, dalla quale si vede che l'attenuazione di questo circuito, nei limiti delle frequenze della zona, è tale che mal raggiungerebbe lo scopo in un sistema a correnti portanti.

Nella trasmissione dei segnali telegrafici su di una linea per mezzo di correnti ad alta frequenza, i segnali stessi vengono trasmessi o ricevuti per mezzo di relais; il dispositivo abitualmente impiegato consiste nell'inviare la corrente ad alta frequenza d'ampiezza uniforme soltanto durante l'emissione delle correnti di lavoro. Al ricevimento questa corrente ad alta frequenza è raddrizzata ed amplificata; la corrente raddrizzata fa agire un relais che invia i segnali sull'apparato telegrafico.

Vari sistemi sono stati ideati dalle Case costruttrici per tradurre in pratica i principi dianzi esposti. Accenneremo sommariamente ad un recente sistema a sei frequenze costruito dalla Società Siemens e Halske di Berlino.

Nella fig. 47, è rappresentato lo schema di una trasmissione sestupla.

Le diverse correnti portanti di 400, 638, 877, 1110, 1350 e 1590 periodi sono prodotti da oscillatori a lampada.

I circuiti di filamento di ogni gruppo di tre triodi sono connessi in serie; la regolazione delle frequenze si ottiene variando l'induttanza della bobina di self del circuito oscillante. I diversi circuiti di trasmissione telegrafica sono costituiti da una elevata resistenza fissa, da una resistenza regolabile per variare l'ampiezza della corrente alternata, dal contatto di lavoro e dall'armatura del relais di trasmissione. I relais di trasmissione comandati dallo apparato telegrafico inviano la tensione alternata sulla linea conformemente ai segnali telegrafici emessi dall'apparato. Le resistenze regolabili sono dei potenziometri; esse sono connesse in serie ed intercalate nel circuito di griglia della lampada amplificatrice d'emissione. Le lampade d'emissione funzionano con una corrente di griglia nulla, poichè le tensioni di griglia sono negative; per conseguenza la tensione alternata di una trasmissione non provoca caduta di tensione nelle resistenze di regolaggio dei vicini sistemi di trasmissione; cioè le sei trasmissioni non si disturbano fra loro.

I fenomeni transitori nelle lampade di emissione dovuti alla variazione di carico sono evitati e la velocità di trasmissione non è limitata. Le tensioni delle differenti resistenze regolabili si sovrappongono le une alle altre e creano nel circuito di placca della lampada amplificatrice delle variazioni di corrente proporzionali che sono trasmesse sulla linea attraverso un trasformatore.

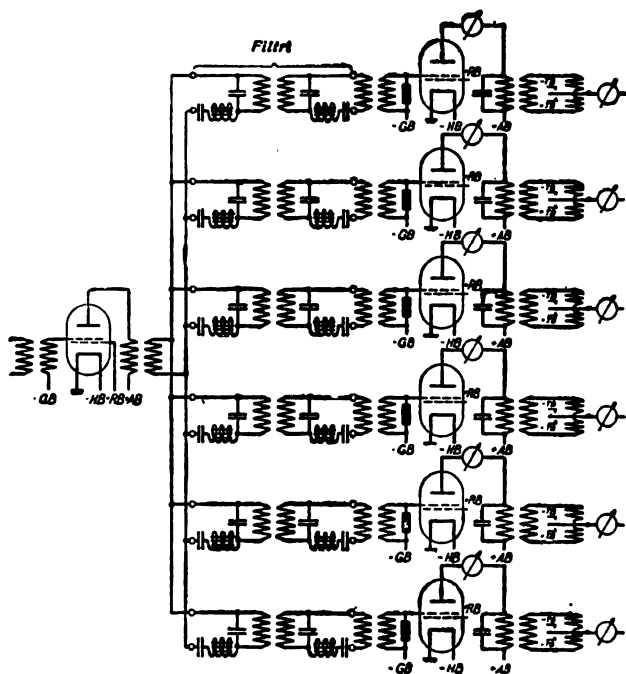


Fig. 48. — Ricevitore sestuplo ad alta frequenza.

Le correnti sovrapposte sono ricevute all'altro estremo della linea del ricevitore (fig. 48) dove fanno capo ad un amplificatore che compensa l'attenuazione introdotta dalla linea; così le correnti di diverse frequenze hanno all'uscita dell'amplificatore lo stesso valore che hanno all'origine della linea. Dopo l'amplificatore le correnti giungono a sei filtri, inseriti in parallelo, di cui le zone di trasmissione medie sono scelte in modo che esse corrispondano alle diverse frequenze delle correnti portanti; i filtri separano le varie frequenze. Dietro ogni filtro si trova un raddrizzatore che trasforma i segnali in corrente alternata in segnali in corrente continua negativa e positiva. Il raddrizzatore comprende un trasformatore adatto al filtro e di cui il secondario è inserito sul circuito di griglia della lampada raddrizzatrice.

La tensione continua di griglia è scelta in modo che a vuoto la corrente di placca sia nulla.

Nel circuito di placca si trova un trasformatore adatto alla lampada per la frequenza delle impulsioni di corrente e di cui il secondario è connesso all'avvolgimento di un relais polarizzato; in parallelo col primario del trasformatore vi è un condensatore.

Quando un treno d'onde alternate giunge sulla griglia della lampada raddrizzatrice, il circuito di placca è percorso da una corrente continua pulsante; la componente alternata di questa

corrente attraversa il condensatore e la componente continua attraversa il trasformatore. Allorchè la corrente continua si stabilisce nel primario del trasformatore, un impulso, dovuto all'induzione si produce nel secondario, l'armatura del relais è attratta e chiude il contatto di lavoro — allorchè la corrente

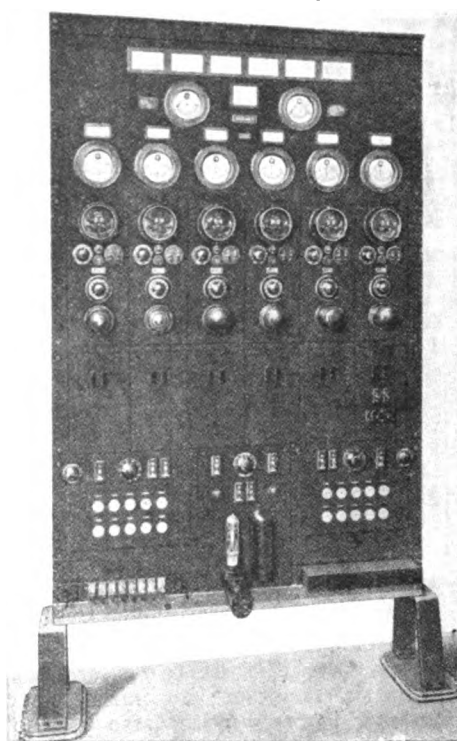


Fig. 49. — Telaio di trasmissione ad alta frequenza.

continua cessa nel primario, l'impulso induttivo di senso opposto che si manifesta nel secondario porta l'armatura del relais sul contatto di riposo.

L'apparato telegrafico ricevente funzionante a due polarità è in serie col relais ricevitore.

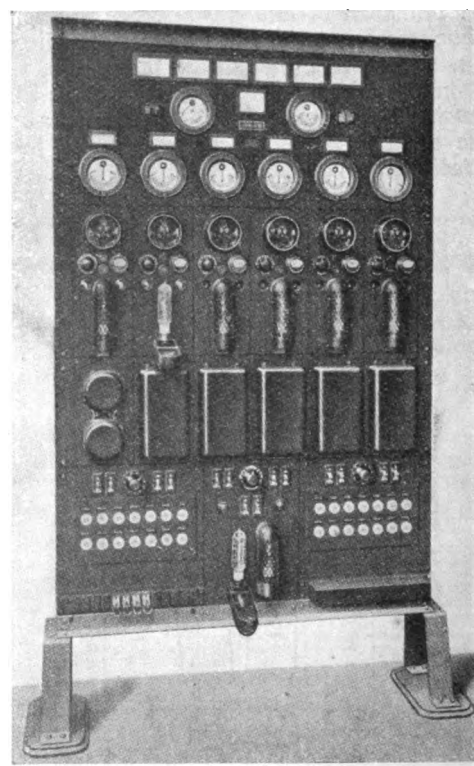


Fig. 50. — Telaio di ricevimento ad alta frequenza.

Gli apparecchi del Sistema, tanto per la trasmissione che per il ricevimento sono raggruppati su di un telaio. L'impianto è fatto in modo che tutti gli apparecchi relativi ad una medesima frequenza sono disposti su pannelli facilmente cambiabili, così

se si hanno perturbazioni, in una determinata frequenza, si può facilmente rimpiazzare tutti gli apparecchi. La fig. 49, mostra l'impianto per la trasmissione: sui pannelli sono fissati i relais di trasmissione, le lampade oscillatrici, i dispositivi per la regolazione delle frequenze e delle ampiezze delle tensioni e un commutatore che permette d'introdurre, allorchè una delle frequenze è messa fuori servizio, una resistenza appropriata al posto del filamento della lampada. Questa è indispensabile poichè come si è già detto le lampade sono inserite a gruppi di tre.

La corrente che arriva dall'apparato telegrafico locale e che fa agire il relais di trasmissione attraversa un strumento di misura applicato nella parte alta del telaio. Sul pannello delle lampade si trova anche un Jack che permette di inserire un telefono per misurare la frequenza oppure un voltmetro amplificatore per misurare le ampiezze.

La lampada amplificatrice di emissione ed una seconda di ricambio, si trovano nella parte inferiore del quadro.

Nel telaio di ricevimento, fig. 50, si notano sei pannelli montati l'uno a fianco dell'altro; su ciascuno di essi sono disposti: un relais di ricevimento per la frequenza data, una resistenza regolabile per la corrente di filamento, un strumento di misura per la corrente risultante dal raddrizzamento del segnale inviato dalla stazione corrispondente, due lampadine di protezione per i contatti di lavoro e di riposo del relais di ricevimento, la lampada raddrizzatrice, un interruttore per interrompere la corrente che attraversa il relais di ricevimento allorchè si vuol controllare la posizione del relais; si ha ancora un Jack per l'inserzione di un telefono oppure di un voltmetro amplificatore per la misura della corrente alternata in uscita dal filtro.

Al disotto si trovano sei altri pannelli dove sono montati i sei filtri, e nel mezzo della fila inferiore dei pannelli la lampada amplificatrice di ricevimento con una seconda di ricambio.

In questi sistemi la velocità di trasmissione è limitata soltanto dal fatto che le zone di trasmissione dei filtri ricevitori hanno una larghezza finita; questa larghezza è una funzione semplice della durata del periodo transitorio del segnale telegrafico alternato. Supponiamo che si possa ammettere una durata dei fenomeni transitori eguale a  $t$  secondi, la zona di trasmissione la più stretta che si possa ammettere, è data dall'equazione:

$$Af = (0,8 \text{ a } 0,88) \frac{1}{t}$$

Per maggior sicurezza si prende in pratica  $Af = 1,2 \frac{1}{t}$ .

I filtri nel sistema descritto hanno una zona di trasmissione di 80 periodi; il periodo transitorio sarà di 0,015 secondi. Un servizio telegrafico sicuro è possibile finchè la durata dei fenomeni transitori è inferiore alla durata di un segnale elementare. Si potrebbero perciò trasmettere 67 segnali elementari per secondo ossia 4000 al minuto e cioè 800 segnali telegrafici a cinque elementi. Questa velocità non è raggiunta dagli apparati telegrafici più rapidi. L'apparato Baudot quadruplo a 180 giri invia al minuto 720 segnali, l'apparato Siemens a 600 giri ne invia 600.

Con l'applicazione della telegrafia multipla ad alta frequenza è stato possibile vincere le difficoltà consistenti sia nella necessità di posare cavi da adibirsi esclusivamente ad uso telegrafico sia a riservare a questo servizio dei conduttori speciali collocati nei cavi telefonici. Inoltre il sistema permette l'abbandono delle trasmissioni che esigono una continua sorveglianza e la sostituzione di queste sulle lunghe linee con amplificatori a lampada.

Un altro grande vantaggio presenta la telegrafia multipla ad alta frequenza ed è quello di aumentare considerevolmente il rendimento delle linee poichè su di un circuito bifilare in cavo oppure aereo si possono attivare simultaneamente, come si è detto un numero rilevante di trasmissioni con apparati celeri.

## 26. - Conclusione.

Per terminare questa rapida visione d'insieme dei sistemi telegrafici moderni accenneremo fugacemente a quanto può costituire il progresso della telegrafia in questo campo in un prossimo avvenire.

Tutto fa ritenere che finchè non sorgeranno dei sistemi fondati su principii assolutamente nuovi e tali da rovesciare completamente la nostra attuale concezione della telegrafia rapida, sarà l'apparato multiplo stampante con segnali formati da combinazioni di cinque elementi e forse con ricevimento su foglio,

destinato ad avere il migliore avvenire. In questi ultimi tempi si è andata formando fra i tecnici una corrente tendente ad unificare i sistemi fondati sul principio suddetto specialmente nei rapporti internazionali; si vorrebbe in altri termini, raggiungere dai tecnici telegrafici lo scopo già raggiunto dai tecnici telefonici, i quali si sono già messi d'accordo per la organizzazione delle reti telefoniche. Il compito di questi, però, era relativamente facile, essi hanno tutti il medesimo organo di trasmissione; il microfono, e lo stesso organo di ricevimento: il telefono; la telegrafia offre invece maggiori varietà e nel corso di questo articolo abbiamo visto quali forme diverse ed alfabeti diversi abbiano sistemi pur fondati sul medesimo principio.

D'altra parte l'introduzione di apparati telescrittori con tastiere dattilografiche, apparecchi che, come abbiamo visto, permettono che l'utente possa essere direttamente inserito nella grande rete telegrafica; lo sviluppo sempre maggiore della trasmissione automatica; l'incremento notevole del traffico telegrafico; le giuste richieste del pubblico di un servizio sempre migliore; la necessità di mantenere il costo del servizio stesso entro limiti ragionevoli, tutto contribuisce a far prendere seriamente in esame il complesso ed arduo problema della unificazione dei sistemi.

Non si può escludere ad ogni modo che in un prossimo avvenire il sistema multiplo possa essere formato di apparati che a loro volta costituiscono i singoli apparati per linee di medio traffico e per linee di abbonati. In altri termini il distributore che forma oggi l'organo fondamentale dei sistemi multipli, diverrebbe organo accessorio da entrare in gioco quando occorra il raggruppamento di più apparati su di una medesima linea.

L'esercizio di cavi per uso telegrafico e telefonico di cui le costanti elettriche e di trasmissione sono del tutto stabili e, che, stante l'enorme progresso degli impianti industriali in ispecie di trazione elettrica, è divenuto una necessità per sottrarre le linee agli inevitabili disturbi di induzione, conduce a considerare che ad una linea su cui è attivo un determinato apparato corrisponde una legge fissa per il regime delle correnti telegrafiche. D'altro canto la generalizzazione dell'impiego della trasmissione automatica, permette di dare ai distributori degli apparecchi di telegrafia rapida, delle velocità di rotazione superiori a quelle finora ammesse. Perciò è da ritenersi che in prossimo avvenire la rapidità massima di trasmissione telegrafica cesserà d'essere una grandezza teorica d'interesse ristretto, ma potrà essere realizzata, o quasi, nell'esercizio corrente. Sappiamo d'altronde che nel caso dei cavi sottomarini, che offrono le garanzie dianzi accennate, si hanno, sin dalle origini, nell'esercizio pratico i risultati previsti dalla teoria.

Ad aumentare il rendimento delle linee contribuiranno in misura sempre crescente i sistemi di trasmissione con correnti portanti ad alta frequenza.

La telegrafia dunque, che più di ogni altra applicazione elettrica, tra le sue origini dalla scoperta del Grande di cui in questo anno commemoriamo il centenario della morte, ci presenta sempre più vaste possibilità di un esercizio perfetto ed economico pel maggiore incremento delle attività dei popoli.

## BIBLIOGRAFIA

- Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, n. 3 septembre 1919. -  
Les différents systèmes de Télégraphie rapide par. M. E. MONTIROL.  
T. E. HERBERT - A. M. JUST - E. E. - Telegraphy.  
FERRANTI - L'apparato Hughes.  
E. MONTIROL - Appareils et installations Télégraphiques.  
CREED - Le Télégraphe Imprimeur moderne.  
E. EHRHARDT - Der Siemens Schnelltelegraph.  
MINIOTTI - Brevetto internazionale n. 178091 - Trasmettitore a sfere per Telegrafo stampante Baudot.  
P. MERCY - Transmetteur « Baudot » à billes.  
POULAINE et FAIVRE - Cours d'appareils Baudot.  
GEORGE CAMPBELL - Theorie Physique du filtre d'ondes électriques.  
E. H. COLPITS et O. B. BLACKWELL - Carrier current telephony and Telegraphy.  
SIEMENS et HALSKE - Trägerstrom - Telegraphie mit sprechfrequenz für kabel.  
FERRANTI - Telegrafia.  
SIEMENS-HALSKE - Die Entwicklung der Schnelltelegraphie.  
L. I. COLLET - Remarques sur la rapidité de la transmission télégraphique - Annales de P. T. T., anno 1927.  
*Bureau International de l'Union Télégraphique*, Berna - Avis du Comité International des Communications télégraphiques. - Première réunion - Berlin, 1926.



# CONSIDERAZIONI SULLA PROPAGAZIONE DELLE ONDE ELETTROMAGNETICHE □

G. PESSON



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

## Premessa.

1. — Di tutti gli studi inerenti alla radiotelegrafia il più importante è certamente quello che si riferisce alla propagazione delle onde intorno alla terra.

Non è forse azzardato asserire che, fino a quando non si avranno conoscenze profonde sul fenomeno della propagazione delle onde, sia vano sperare un progresso decisivo della Radiotelegrafia.

Non è altrimenti accaduto nella telefonia e telegrafia a grande distanza, che hanno rapidamente progredito solo quando le teorie di trasmissione lungo i fili hanno indicato la via razionale da seguire per ottenere i migliori e più chiari segnali.

Oggi, quella che si potrebbe chiamare la « radio telegrafia interna » e cioè, la parte della tecnica che si riferisce alla costruzione degli apparati radio telegrafici ha indubbiamente fatto progressi notevoli: ma, al di là delle antenne trasmettenti e riceventi, le nostre conoscenze sono ancora scarse e si procede a tentativi.

La stessa tecnica delle antenne trasmettenti e riceventi, e cioè degli organi che permettono di irradiare e di captare l'energia elettromagnetica, è assai povera, se le antenne vengono considerate nei riguardi della loro funzione di tramite essenziale tra l'energia oscillante nei circuiti interni della stazione e l'energia che si propaga nello spazio sotto forma di onde elettromagnetiche.

La grande lunghezza delle onde finora usate e la mole dei sistemi aerei di trasmissione hanno reso difficile lo studio sperimentale del campo elettromagnetico nello spazio immediatamente intorno alla antenna e del meccanismo per il quale le linee di forza si staccano dalla antenna trasmettente per viaggiare lungo la superficie della terra.

Le onde corte o cortissime che oggi, mercè i generatori a triodi, si producono con grande facilità, permettono fortunatamente di ridurre a proporzioni più modeste i mezzi necessari per investigare la distribuzione del campo intorno alle antenne e di affrontare verifiche sperimentali delle varie teorie. Un esempio di questa possibilità è offerto dallo studio del Signor S. Uda della Tohoku Imperial University, Sendai, Japan, apparso nel n. 5 maggio 1927 del Proceedings of I. R. E. nel quale egli ha controllato i risultati teorici di Van der Pol, Ballantine, S. A. Levin, Young ed altri.

Non è chi non veda l'altissima importanza di queste investigazioni teoriche e relative conferme sperimentali e come esse siano intimamente connesse al problema della propagazione delle onde.

Infatti, quando saranno più profondamente note le condizioni nelle quali avviene la propagazione delle onde e si saprà come debba essere irradiata l'energia per ottenere il massimo effetto (dirigibilità verticale ed azimutale), occorrerà sempre conoscere come costruire le antenne trasmettenti, in modo che esse irradiano l'energia a seconda delle indicazioni fornite dalla teoria.

E' questo un fertile e promettente campo di indagini e di ricerche aperto agli studiosi ed agli sperimentatori.

## Propagazione a piccole distanze.

2. — Lo studio della propagazione dovrebbe sboccare nella determinazione di una formula di trasmissione.

La ricerca di una « formula di trasmissione » è, infatti, vecchia quanto la R. T.; si sentì subito il bisogno di esprimere con una relazione semplice la portata di una stazione R. T. in funzione degli elementi fondamentali degli apparecchi trasmettenti e riceventi. Fino dai primordi, Marconi enunciò la sua legge per cui la portata di una stazione era stimata proporzionale al quadrato dell'altezza comune delle antenne di ricezione e di trasmissione, legge che, come si è visto poi, aveva

realmente una base razionale, tenuto conto delle condizioni nelle quali era stata stabilita. La legge Marconi fu verificata per piccole distanze nelle esperienze che la Marina Italiana condusse nel 1900-1901 a cura del Comandante Bonomo.

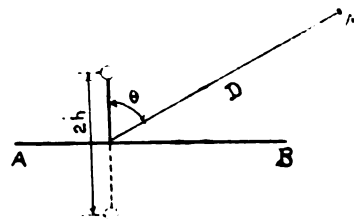


Fig. 1.

Le esperienze del Duddel e Taylor e quelle del Comandante Tissot (1906) permisero, poi, di accertare che, per distanze comprese tra una lunghezza d'onda circa e qualche lunghezza d'onda dall'antenna trasmettente, il fenomeno della propagazione delle onde è soddisfacentemente interpretato dalla

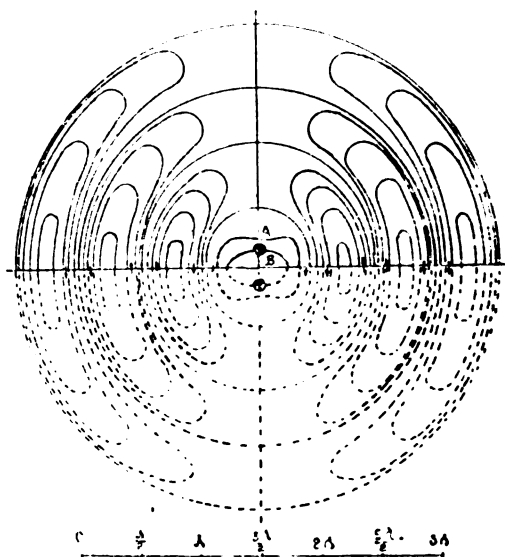


Fig. 2.

classica teoria di Hertz supponendo la terra piana, perfettamente conduttrice e l'antenna sostituita da un semidipolo verticale (fig. 1) avente una lunghezza  $h$  dipendente dalla forma della antenna e dalla distribuzione della corrente su di questa. Tale lunghezza approssimativamente calcolabile in casi semplici

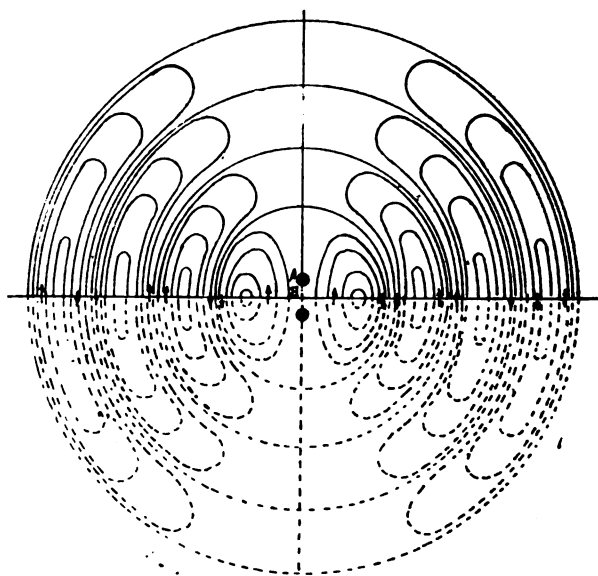


Fig. 3.

e determinabile, con l'esperienza, in casi più complessi, dicesi, come è ben noto, altezza equivalente od altezza di radiazione dell'antenna.

Le figure 2 e 3 mostrano come è generalmente concepito il meccanismo per mezzo del quale le onde si staccano dal semi

dipolo e scivolano sulla superficie terrestre supposta perfettamente conduttrice. E' appena necessaria una breve illustrazione per vedere come si passa dal classico dipolo hertziano alla antenna.

Il campo prodotto da un dipolo isolato nello spazio non subisce alterazione quando il piano equatoriale ne sia metallizzato, cioè materializzato in un piano avente una conducibilità praticamente infinita. Essendo infatti il piano equatoriale del dipolo una superficie di livello per la forza elettrica ed una superficie di flusso per la forza magnetica, la sostituzione ora detta non altera il campo sopra e sotto il piano equatoriale; le due parti di spazio divengono indipendenti e l'una delle due può essere soppressa senza alterare il campo nell'altra.

Nelle figure 2 e 3 la parte a linee intere rappresenta il semidipolo sostituito all'antenna, e la parte punteggiata rappresenta l'altro mezzo dipolo e le relative linee di forza. Come si è, or ora, detto, la parte inferiore può essere soppressa quando lo spazio sottostante al piano equatoriale sia metallizzato, cioè, praticamente, quando sostituito dalla terra supposta sufficientemente conduttrice e ciò senza alterare la distribuzione del campo nello emisfero superiore che è quello che ci interessa. Con questa ipotesi le formule di Hertz sono immediatamente applicabili.

I valori massimi del campo elettrico  $E$  e del campo magnetico  $H$ , campi di rivoluzione intorno all'asse del dipolo, sono quindi dati in un punto  $M$  dalle due formule

$$E = 4\pi \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \frac{Ih}{\lambda D} \sin \theta$$

$$H = 4\pi \frac{Ih}{\lambda D} \sin \theta$$

nelle quali  $I$  è il valore massimo della corrente che percorre il dipolo supposta sinusoidale,  $D$  la distanza dal punto  $M$  considerato,  $h$  la lunghezza del semidipolo,  $\lambda$  la lunghezza d'onda,  $\theta$  la colatitudine del punto  $M$ ,  $\mu$  ed  $\epsilon$  sono la permeabilità magnetica e la costante dielettrica del mezzo, legate alla velocità  $v$  di propagazione delle onde dalla relazione:

$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}}$$

Usualmente il campo elettrico nel piano equatoriale, e cioè per  $\theta = 90^\circ$ , si suole esprimere come segue:

$$(1) \quad E = 377 \frac{hI}{\lambda D} 10^3 \left( \frac{\mu V}{m}, \text{ Amp.}, \text{ km} \right)$$

espressione che, non essendo omogenea come quelle sopracitate, vale soltanto quando le varie quantità che in essa appaiono siano espresse con le unità che sono segnate tra parentesi.

La semplificazione introdotta dal concetto di altezza equivalente è notevole e permette di risolvere, in via approssimativa, varie questioni di reale interesse pratico. Occorre però essere cauti nell'applicazione.

Ognuno, ad esempio, comprende a quante restrizioni debba essere subordinato, nel caso di antenne complesse, il valore di  $h$  il quale non può essere ritenuto come una vera e propria costante dell'antenna se non in casi particolari e sempre in via approssimativa. L'esperienza dimostra infatti che tale costanza, come del resto è intuitivo, si verifica soltanto per antenne rigorosamente simmetriche quali le antenne ad ombrello e quelle semplici verticali; con antenne asimmetriche, il campo, a pari distanza, varia a seconda dell'azimut, e, quindi, per calcolare il valore di  $E$  in vari punti equidistanti dall'antenna occorrerebbe introdurre nella formula (1) valori diversi di  $h$  a seconda degli azimut.

L'altezza equivalente varia anche col variare della frequenza e cioè con la distribuzione della corrente sull'antenna; e quindi un valore di  $h$  vale per una unica frequenza o per una gamma più o meno ristretta di frequenze.

Quando, ad esempio, si tratti di onde molto lunghe rispetto alla fondamentale dell'aereo, le variazioni di  $h$  diventano piccole, e in tal caso può essere lecito trascurarle.

Occorre anche ricordare che, a seconda della frequenza, l'onda elettromagnetica penetra più o meno profondamente nel terreno e quindi è, più o meno, giustificata l'ipotesi di una terra perfettamente conduttrice.

Molto incerta è la estensione che si suol dare al concetto della altezza equivalente allorchè si calcola la potenza  $W_i$  radiata dall'antenna reale assumendola quale metà di quella ra-

diata dal dipolo hertziano lungo due volte l'altezza equivalente dell'antenna.

La formula ben nota:

$$(2) \quad W_i = 1600 \left( \frac{h}{\lambda} \right)^2 I_{en}^2$$

e quella che dà la resistenza d'irradiazione  $R_i$ :

$$R_i = 1600 \left( \frac{h}{\lambda} \right)^2$$

vanno perciò applicate con circospezione.

Il ritenere la perfetta equivalenza, nei riguardi della distribuzione del campo, del dipolo e della antenna reale è una approssimazione la cui importanza è spesso difficile valutare perchè si trascura, ad esempio, in parte, l'azione dei tratti orizzontali dell'antenna, se ve ne sono, e il fatto che la terra, in virtù della sua conducibilità finita, permette all'onda di propagarsi a profondità che possono essere considerevoli, mentre che, se fosse perfettamente conduttrice, le correnti ne interesserebbero solo la superficie.

Non è quindi, in generale, lecito da misure di campo fatte in uno o pochi punti sulla superficie della terra a distanza limitata dall'antenna ( $1/5$  lunghezza d'onda ad esempio), dedurre un valore di  $h$  da introdursi direttamente nella formula (2) per calcolare la potenza irradiata da un'antenna di forma complessa.

Molti calcoli e deduzioni sul rendimento degli aerei sono infirmati da tale errore.

Viceversa, con le debite riserve e restrizioni, fra le quali principali la simmetria dell'antenna e la buona conducibilità del suolo, la formula (1), quando se ne limiti l'uso alla determinazione di  $E$  presso la superficie della terra a piccola distanza dall'antenna introducendovi un valore di  $h$  dedotto col calcolo o colla esperienza, può dirsi sufficientemente verificata dalla pratica. Ne è elegante riprova la verifica fatta dal Bouthillon <sup>(1)</sup> con i dati ricavati dalle esperienze di Tissot.

In questi ultimi anni si è fatto larghissimo uso della [1] per determinare l'altezza equivalente delle antenne di trasmissione, deducendola dalla misura della corrente indotta in una antenna ausiliaria di forma geometricamente semplice e situata a distanza di qualche lunghezza d'onda dal trasmettitore, e della quale sia possibile predeterminare o misurare l'altezza equivalente  $h_r$  e la resistenza  $R$  <sup>(2)</sup>.

Generalmente si usano antenne a telaio di dimensioni piccole rispetto alla lunghezza d'onda, per le quali l'altezza equivalente può essere espressa dalla formula:

$$h_r = 2\pi \frac{S}{\lambda}$$

di cui  $S$  è la superficie totale, e cioè, in caso di antenna a telaio a più spire, il prodotto della superficie di una spira per il numero delle spire.

Se l'antenna è sintonizzata, la corrente indotta  $I_r$  è data dalla espressione:

$$I_r = \frac{E h_r}{R}$$

che, colla misura di  $I_r$  e  $R$ , permette di determinare  $E$  e quindi  $h$  a mezzo della (1).

Disponendo di tre antenne, delle quali due almeno trasmettenti, si può usare con facilità il metodo suggerito da chi scrive <sup>(3)</sup>.

Le misure di  $h$  fatte coi metodi ora brevemente citati danno, quando siano verificate le ipotesi più sopra ripetutamente ricordate, risultati facilmente riproducibili in diverse serie a diverse distanze e con diverse correnti di antenna, il che depone favorevolmente sulla attendibilità della formula (1).

3. — Il problema della propagazione a breve distanza si complica quando si considerino antenne eccitate con oscillazioni superiori, antenne che oggi, con le onde corte, si vanno generalizzando.

(1) LEON BOUTHILLON. — La propagation des ondes électromagnétiques à la surface de la terre. - Librairie Delagrave, Paris.

(2) VALLAURI. — Misure di radiazione sugli aerei R. T. - *L'Elettrotecnica*, 5 aprile 1921, n. 10-11.

(3) PESSON. — Un caso particolare della misura dell'altezza di radiazione ad altezza efficace degli aerei R. T. - *L'Elettrotecnica*, 15 aprile 1921.

Questo problema è stato recentemente investigato, tra gli altri, da Levin e Young per antenne verticali unifilari. Rimandando il lettore alla pubblicazione di questi autori <sup>(4)</sup> mi limito qui a riportare alcune figure (figure 4, 5 e 6) molto interessanti che mostrano in vari casi la distribuzione della energia in un piano verticale passante per l'antenna.

Antenna messa a terra all'estremità inferiore:

$$e = -\frac{2a}{c r_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (c t - r_0) \frac{\cos(\beta \cos \theta)}{\sin^2 \theta}$$

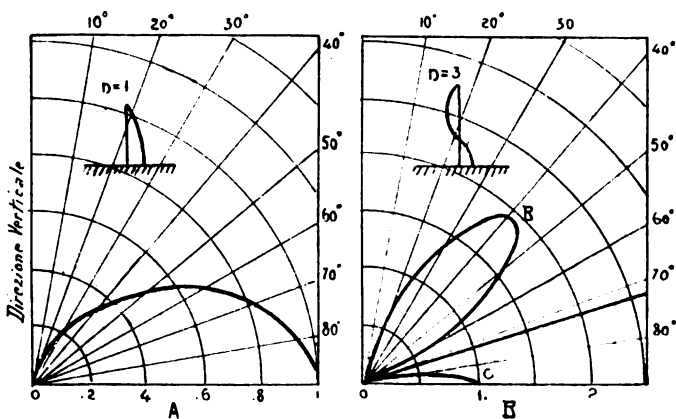


Fig. 4.

Anche in questa trattazione la terra è supposta piana e perfettamente conduttrice.

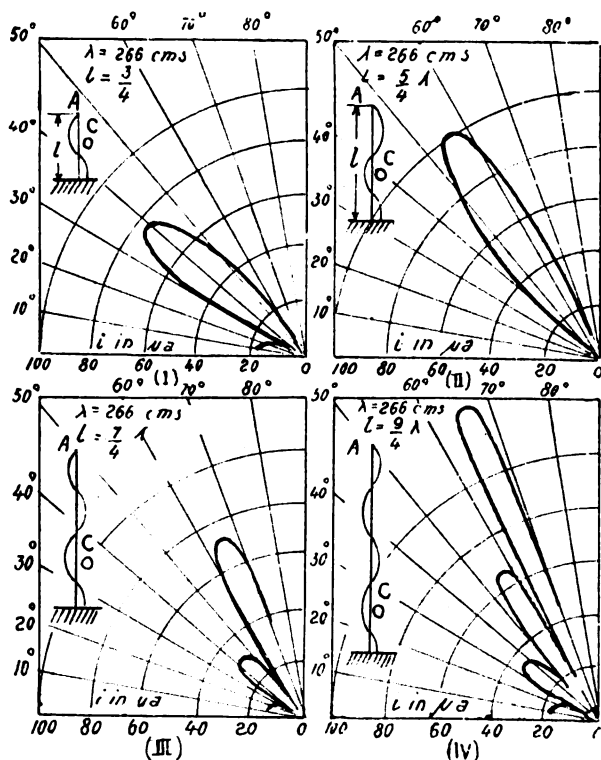


Fig. 5.

Le figure riportate mostrano che, eccitando l'aereo in armonica, si possono ottenere, anziché un massimo di radiazione in direzione orizzontale, come avviene con una antenna eccitata per un'onda più lunga della fondamentale, più massimi in direzioni variamente inclinate rispetto all'orizzonte. Si ha, cioè, una dirigibilità nel senso verticale.

Secondo gli autori, il valore istantaneo del campo elettrico è dato (fig. 7) dalle seguenti espressioni:

Antenna isolata eccitata con armoniche impari:

$$e = \frac{4a}{c r_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (c t - r_0) \cos(\beta \gamma \cos \theta) \sin \theta \frac{\cos(\beta \cos \theta)}{\sin^2 \theta}$$

Antenna isolata eccitata con armoniche pari:

$$e = -\frac{4a}{c r_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (c t - r_0) \sin(\beta \gamma \cos \theta) \sin \theta \frac{\sin(\beta \cos \theta)}{\sin^2 \theta}$$

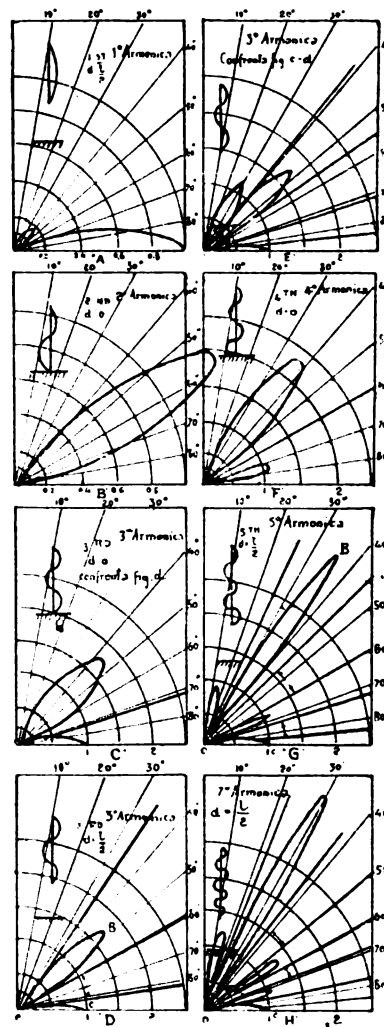


Fig. 6.

in cui:

$r_0$  = distanza del punto M

$$a = \frac{\pi}{2} n \left( 1 + \frac{4d}{\lambda_0} \right)$$

$$\beta = \frac{\pi}{2} n$$

$$\gamma = 1 + \frac{4d}{\lambda_0}$$

$$\alpha = \beta \gamma$$

$\lambda$  = lunghezza d'onda

$c$  = velocità della luce

$\lambda_0$  = 2 volte la lunghezza del filo per l'antenna isolata,  
4 volte la lunghezza del filo per l'antenna messa a terra.

$n$  = ordine della armonica considerata.

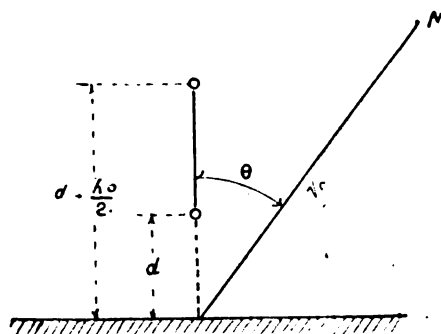


Fig. 7.

<sup>(4)</sup> S. A. LEVIN e C. I. YOUNG. — Field distribution and radiation resistance of a straight vertical unloaded antenna, etc. - P. I. R. E., ottobre 1926, n. 5, vol. 14.

Gli autori hanno anche calcolato, nei vari casi, la resistenza di radiazione ottenendo le seguenti espressioni:

Per un'antenna isolata da terra ed eccitata in armonica

$$R = 240 \text{ S Ohm}$$

S si ottiene dalla fig. 8 entrando con l'argomento

$$\gamma = 1 + \frac{4d}{\lambda_0}$$

di cui si è già dato il significato.

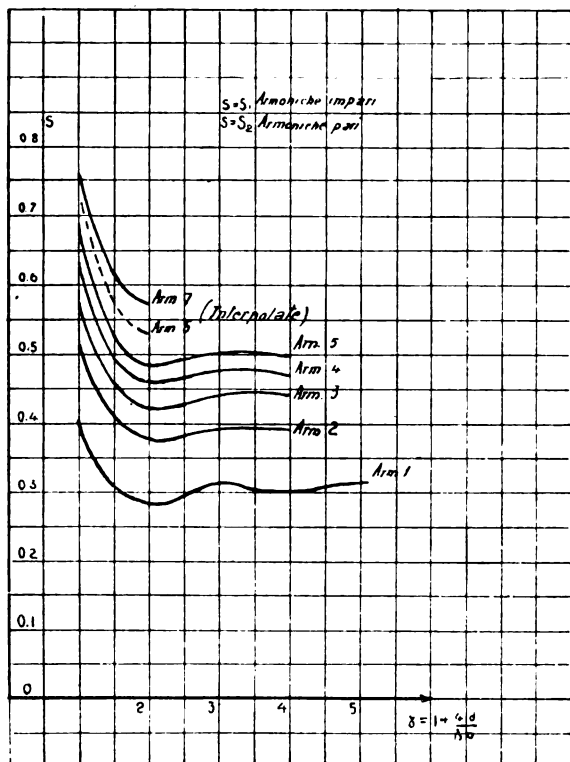


Fig. 8.

Nel caso di antenna messa a terra la resistenza è data dalla seguente tabella:

Armonica	Resistenza (Ohm)
1	37
3	52
5	60
7	65
9	68
11	71
13	73
21	81

Come si vede lo studio dell'antenna eccitata in armonica è assai interessante e merita di essere attentamente proseguito.

4. — In questi ultimi anni, con l'ingresso nella pratica delle onde corte, ha preso grande importanza la dirigibilità, la quale presenta un doppio ordine di vantaggi che l'uso della r. t. mette sempre più in valore e cioè: la riduzione delle interferenze e la riduzione della potenza impiegata nelle stazioni di trasmissione.

I vantaggi tecnici ed economici che possono derivare da un largo sfruttamento della dirigibilità sono di per sé stessi evidenti, il progredire in questo studio è questione vitale per le radio comunicazioni tra punti fissi.

Le antenne eccitate in armonica, danno, come si è visto, dei diagrammi dimostranti la possibilità di ottenere una dirigibilità dell'energia in senso verticale.

Con più antenne opportunamente disposte ed eccitate secondo la fondamentale, ma con corrente avente fasi diverse, si possono ottenere invece diagrammi dimostranti una dirigibilità in senso orizzontale, oltrechè in alcuni casi, in senso verticale <sup>(5)</sup> <sup>(6)</sup>. Usando sistemi multipli di antenne eccitate in

<sup>(5)</sup> BELLINI. — La possibilité de la télégraphie dirigée à grande concentration. - Onde électrique, settembre, 1926.

<sup>(6)</sup> RINALD M. FORSTER. — Directive diagrams of antennas arrays B. Bell sistem T. J., aprile 1926, n. 2.

armoniche si possono ottenere diagrammi ancor più complessi con dirigibilità molto marcata sia nel senso verticale, sia nel senso orizzontale, così da permettere di realizzare condizioni di radiazione svariate e in certi limiti, regolabili a piacere.

Un esempio di queste possibilità con mezzi relativamente semplici è dato dallo studio dello Uda già citato.

Usando un'antenna eccitata in seconda armonica e ponendo parallelamente ad essa una seconda antenna a distanza  $\frac{\lambda}{4}$  che viene eccitata per induzione dalla prima ed agisce da riflettore, egli ha realizzato il diagramma di trasmissione dato dalla figu-

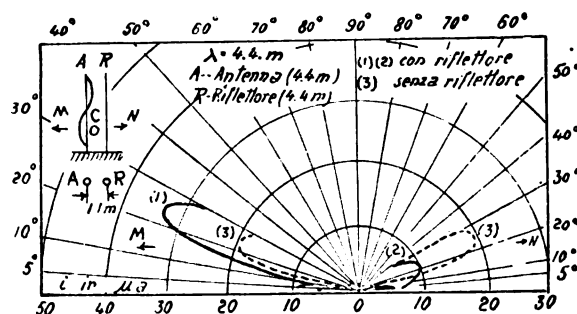


Fig. 9.

ra 9 e cioè un diagramma presentante una notevole dirigibilità nel senso verticale. Il circoletto indica il punto di eccitazione, i raggi vettoriali sono proporzionali al valore efficace di E.

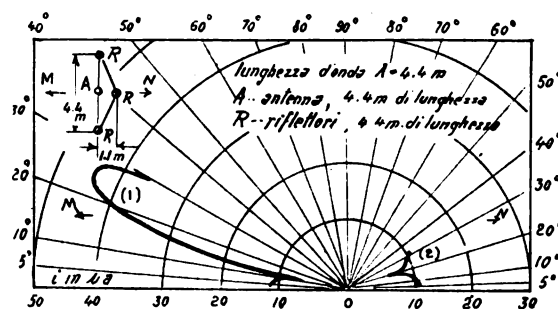


Fig. 10.

Usando (fig. 10) un'antenna A eccitata ancora in seconda armonica e tre riflettori, l'uno R distante  $\frac{\lambda}{4}$  e due R distanti dall'antenna  $\frac{\lambda}{2}$ , si realizzano i diagrammi riportati nelle figure 10 e 11, notevoli per l'acutezza del fascio elettromagnetico. Le frecce indicano il senso della propagazione. La combinazione della figura 10 è detta dall'autore « trigonal reflector » ed è stata realizzata con onda di 4,4 metri.

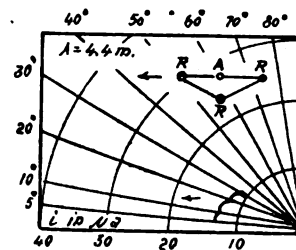


Fig. 11.

Utilizzando antenne disposte lungo una parabola (fig. 12) alimentata da un unico trasmettitore situato al fuoco O, mediante linee OA, OB, OC, ecc. disposte secondo i raggi vettoriali e lungo le quali le correnti oscillanti si propagano praticamente con la velocità della luce, l'energia viene radiata con raggi paralleli alla direzione della freccia.

Specialmente interessante è il caso nel quale la parabola abbia distanza focale infinita e cioè le antenne siano disposte (fig. 13) secondo una linea retta A, B, C, D, E, ed alimentate dal trasmettitore O, con linee di eguale lunghezza, e cioè determinanti sulle antenne correnti in fase.

La radiazione avviene secondo la direzione delle frecce. Chireix ha mostrato come sia facile ottenere correnti in fase, in tratti di aereo verticali, senza ricorrere a complicati si-



stemi di alimentazione, usando antenne a forma di greca (figura 14). Se tra i punti *D* e *C* la lunghezza del filo è tale da contenere una mezza onda, le correnti nei tratti verticali sono tutte in fase.

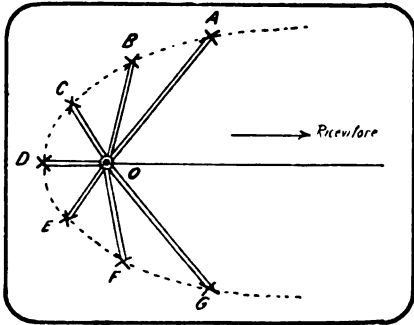


Fig. 12.

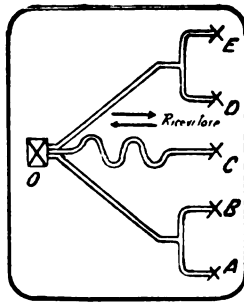


Fig. 13.

Con una doppia fila di antenne l'effetto può divenire unilaterale. Un bellissimo esempio si ha colle stazioni Marconi « Beam », che sono basate sull'impiego di un sistema di antenne verticali eccitate in fase per mezzo di linee di energia di trasporto ad alta frequenza provenienti da un unico trasmettitore e costituenti, quindi, un radiatore parabolico a distanza focale infinita. Parallelamente a questo sistema di antenne vi è un altro sistema costituente, appunto, una seconda fila di antenne che viene eccitata per induzione dal primo sistema costituente un riflettore che, con opportune regolazioni, può determinare l'effetto direttivo unidirezionale.

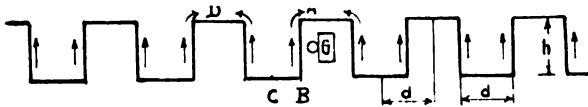


Fig. 14.

Lo studio di questi problemi di propagazione a piccola distanza, la importanza dei quali è intuitiva, esula da quanto ci siamo proposti di esporre in questa nota, ma si è voluto farne un rapidissimo cenno, giacché — come si è detto — il problema di irradiare l'energia in determinato modo è argomento strettamente connesso allo studio della propagazione delle onde a grandi distanze ed alle applicazioni dei risultati di questo studio alla tecnica radiotelegrafica.

#### Trasmissioni a grandi distanze.

5. — Ben presto si vide che al di là di qualche lunghezza d'onda dal trasmettitore, il campo, col crescere di *D*, diminuiva più rapidamente della ragione inversa della semplice distanza, come sarebbe indicato dalla formula (1); e ciò specialmente se le trasmissioni avvenivano su terra.

Si comprese subito che il fenomeno diveniva oltremodo complesso, intervenendo, oltre la distanza, una quantità di fattori estranei alle stazioni trasmettenti e riceventi, dipendenti dal mezzo nel quale le onde si propagano, ed alcuni dei quali variabilissimi con le condizioni fisiche e meteorologiche della atmosfera, con la natura e configurazione del terreno interposto fra le due stazioni.

Di una formula di trasmissione a grandissima distanza, generale e completa, non si può, quindi, parlare.

Delle varie formule proposte e sperimentate che più innanzi riferiremo, occorre, perciò, definire le condizioni entro le quali sono applicabili. Queste formule, perfezionate con l'aggiunta di nuovi termini e nuovi fattori in modo da renderle comprensive del risultato di un sempre maggiore numero di esperienze, debbono essere intese principalmente come rappresentazione analitica, globale e sintetica del fenomeno della propagazione in determinate circostanze, rappresentazione, che, dall'estendersi delle prove che la formula sintetizza, permette di ottenere sempre maggior luce sul fenomeno della propagazione delle onde.

6. — E' ormai universalmente noto che i fenomeni più salienti, che furono osservati nello studio sperimentale della propagazione delle onde da 300 metri in su, sono i seguenti:

1) Notevole influenza della natura e configurazione del terreno interposto tra le stazioni trasmettenti e riceventi, influenza variabile colla lunghezza di onda. La trasmissione, in

linea generale, avviene più facilmente quando le stazioni corrispondenti sono separate dal mare, che non quando sia tra loro interposto terreno secco e specialmente accidentato.

In generale la trasmissione è più facile per le onde lunghe che non per le onde corte.

2) Possibilità delle onde di vincere la curvatura della terra e di raggiungere persino gli antipodi della stazione trasmittente.

Questo fatto fu accertato dalle celebri esperienze di Marconi, eseguite nel 1901 fra l'Inghilterra ed il Canada.

Prove recenti hanno permesso di raggiungere, come si è detto, l'antipodo, dimostrando come non vi siano limiti sulla superficie della terra alla propagazione delle onde elettromagnetiche.

Anche qui l'esperienza ha provato che per vincere grandi distanze sono necessarie onde lunghe rimanendo nella gamma  $300 \div 20.000$ .

3) Effetto della luce del sole sull'attenuazione delle onde, variabile a seconda della lunghezza di queste.

Questo fatto capitale fu anche messo in evidenza da Marconi durante una traversata dell'Atlantico, eseguita sul piroscalo « Philadelphia ».

In generale, le trasmissioni sono favorite dalla oscurità e divengono facili quando la oscurità regna su tutto il tragitto delle onde. Al sorgere ed al tramonto si hanno fenomeni singolari, quali variazioni rapide di intensità, oscillazioni nella direzione delle onde in arrivo misurabile a mezzo di ricevitori radiogonometrici.

L'influenza della luce è tanto più notevole quanto più corta è l'onda.

4) Variazioni periodiche più o meno rapide dell'intensità dei segnali in certe condizioni e specialmente durante la notte (evanescenza o fading).

Questo fenomeno è particolarmente evidente con onde corte:  $300 \div 800$  e, come si è detto, durante la notte.

Si hanno, in genere, due caratteristiche forme di evanescenza: quelle lente, che hanno un periodo di parecchi secondi ed anche più lungo, quelle rapide, con un periodo dell'ordine di frazioni di secondo.

7. — Sulla influenza della terra hanno gettato luce gli studi dello Zenneck, di Brylinsky, di Sommerfeld, di Epstein e di altri.

In fondo, anche senza analisi matematiche, ci si rende intuitivamente ragione del perché il terreno sul quale si propagano le onde possa avere influenza notevole sulla propagazione stessa.

A seconda che il suolo è più o meno buon conduttore, si ha una penetrazione dell'onda più o meno profonda (skin-effet) e quindi, si verificano perdite più o meno notevoli.

Si osserva incidentalmente che la resistenza della terra e il relativo assorbimento della energia dal campo esterno rende necessario che il vettore radiante abbia una componente diretta verso il basso, e quindi che il fronte dell'onda si pieghi in avanti nel senso della propagazione.

Da questo punto di vista, la resistenza della terra faciliterebbe la flessione dei raggi elettrici nel senso di permettere loro di seguire la curvatura terrestre.

Si comprende, anche, come gli ostacoli materiali debbano influire sul cammino delle onde e come possano verificarsi fenomeni di schermo (coni d'ombra) e fenomeni di diffrazione intorno agli ostacoli.

Tutte le teorie sopradette interpretano bene i due fatti sperimentali che riassumono l'influenza della resistenza finita del suolo sulla propagazione delle onde, e cioè, che la propagazione avviene meglio quando il terreno è buon conduttore (terreno umido o mare) e che la attenuazione delle onde diminuisce col crescere della lunghezza d'onda.

Come vedremo più avanti, con onde molto più corte di quelle cui si riferiscono le presenti conclusioni ( $300 \div 20.000$  metri) questi risultati non sono verificati: constatazione questa di grandissima importanza.

Per il lettore che volesse approfondire l'argomento, si cita il trattato del Bouthillon di cui si è fatto cenno e che riporta, fra le altre, le teorie dello Zenneck e del Sommerfeld.

Gli altri fenomeni e specialmente il secondo e il terzo di quelli ricordati nel precedente n. 6) sono ancora oscuri e non si è potuto darne una spiegazione esauriente.

Perché e con quale meccanismo le onde elettriche contornano la superficie della terra, giungendo persino agli antipodi della stazione trasmittente?

Lecher nel 1901 espose l'opinione che le onde seguissero la terra come, in esperienze ormai classiche, esse si propagano lungo i fili.

Questa idea fu condivisa in primo tempo da Heaviside e da Blondel che poi, completarono tale concetto facendo intervenire altri più complessi fenomeni.

Il problema si può impostare in questa maniera: Supposta la terra come una sfera perfettamente conduttrice immersa in un dielettrico perfetto indefinito e un oscillatore in un punto nelle vicinanze della sfera, determinare, con l'analisi, il valore del campo in ogni altro punto dello spazio vicino alla superficie della sfera stessa e confrontarlo con quello sperimentalmente osservato.

La conducibilità della terra interviene come un ostacolo alla libera propagazione delle onde che, generate all'oscillatore, si riflettono sulla superficie conduttrice, mentre che nella parte che la sovrasta si irradiano liberamente.

In altri termini ci si riconduce ad un problema di diffrazione e si tratta, quindi, di verificare matematicamente se la diffrazione permette di prevedere a distanze considerevoli dal trasmettitore un campo paragonabile a quello determinato con l'esperienza.

Il problema, anche così schematizzato, offre grande difficoltà dal punto di vista matematico, ma fu affrontato negli ultimi 15 anni da una schiera di illustri matematici, fra i quali Mac Donald, Lord Rayleigh, H. Poincaré, Sommerfeld, J. W. Nicolson, H. H. Love, G. Watston e può dirsi soddisfacentemente risolto.

Tutte le teorie sviluppate concordano in questo punto, che nella espressione della attenuazione (rapporto tra il campo presso il trasmettitore e nel punto considerato), deve apparire un termine esponenziale di cui l'esponente negativo è direttamente proporzionale alla distanza ed inversamente proporzionale alla radice cubica della lunghezza d'onda.

La presenza di una conducibilità finita anziché infinita della sfera si è dimostrata avere una influenza trascurabile e se mai leggermente favorevole alle grandi distanze.

Secondo il Watson la componente magnetica dell'onda sarebbe data dalla espressione:

$$H = \frac{2\pi \frac{10}{6} a^{-\frac{5}{6}} \lambda^{-\frac{7}{6}}}{0.883} \frac{1}{\sqrt{\sin \theta}} e^{-1.29 \left(\frac{a}{\lambda}\right)^{\frac{1}{3}}} \theta$$

in cui si suppone  $2hI = 1$

$a$  il raggio della terra

$\lambda$  la lunghezza d'onda

$\theta$  la distanza angolare tra l'oscillatore ed il punto cui si riferisce  $H$ .

8. — Le teorie precedenti che possono dirsi teorie della diffrazione si sono dimostrate incapaci di interpretare i risultati delle esperienze.

La esperienza ha dimostrato che i campi misurati sono molto più intensi di quelli dati dalla formula di Watson.

La lunga serie di prove eseguite dalla Marina Americana sotto la guida di Austin (1910-1914) ha permesso di scrivere una formula semi empirica, che è stata controllata per onde da 300 a 3750 metri a distanze fino a 2.000 km e sul mare e che qui si riporta:

$$E = 337 \frac{Ih}{\lambda D} e^{-\frac{0.0015 D}{\sqrt{\lambda}}} \quad (\text{Volt, Amp, km})$$

E' facile constatare che questa formula dà risultati molto superiori a quelli della formula di Watson come si rileva da alcuni dati tratti dal trattato di Bouthillon che permettono il confronto:

L'esperienza ha ulteriormente dimostrato che la formula di Austin a distanze più grandi di 2.000 km. dà anch'essa risultati più scarsi di quelli dedotti dalla esperienza e cioè, circa la metà dei valori misurati verso i 6.000 km, circa la quarta parte verso i 12.000 km.

Infatti, dal 1914 in poi, Austin ha continuato la sua ammirabile serie di ricerche in collaborazione della U R S I, e, riunendo i suoi risultati con quelli ottenuti dall'American Telephone and Telegraph Company, The Radio Corporation of America, Marconi's Company, dallo esercito francese, ha aggiornato la formula come segue:

$$E = 377 \frac{hI}{\lambda D} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} e^{-\frac{0.0014 D}{\sqrt{\lambda}}}$$

Lo specchio seguente dà i rapporti dei valori del nuovo e del vecchio coefficiente di attenuazione.

$\lambda$ (km)	$D$ km.					
	500	1.000	2.000	4.000	6.000	12.000
0,3	0,93	0,86	0,72			
1,0	1,05	1,11	1,22			
2,0	1,07	1,14	1,31			
3,0	1,07	1,15	1,33	1,77		
5,0			1,32	1,72	2,25	
10,0			1,31	1,62	2,07	4,10
16,0				1,58	1,94	3,75
24,0					1,80	3,25

Da tutto ciò si può dedurre che la semplice teoria della diffrazione non può spiegare la propagazione delle onde a grande distanza, ed il perchè esse contornino la terra.

Nota incidentalmente che la formula d'Austin si deduce dalla [1] aggiungendo semplicemente un fattore esponenziale

$e^{-\frac{0.0015 D}{\sqrt{\lambda}}}$  che diminuisce col crescere dell'onda (<sup>7</sup>).

Poichè la lunghezza d'onda appare anche al denominatore della formula, deve esistere un valore della lunghezza d'onda ottima per ogni distanza: è facile vedere come la lunghezza di onda ottima, data dalla formula di Austin, sia proporzionale al quadrato della distanza da attraversare. Alle grandi distanze occorrono, quindi, onde lunghe.

9. — Dato che la teoria della diffrazione è in contrasto colla esperienza e dà valori troppo piccoli per il campo, occorre escogitare un altro meccanismo per spiegare il concentramento di energia verso la stazione ricevente. Venne spontaneo di ammettere che l'energia elettromagnetica, che liberamente si sarebbe propagata nello spazio nel caso della sfera immersa in un dielettrico infinito, possa in qualche modo essere riconcentrata sulla terra per effetto di fenomeni atmosferici. Pressochè contemporaneamente Kennelly ed Heaviside considerarono che la grande rarefazione della atmosfera a considerevole altezza e la ionizzazione che a quell'altezza deve necessariamente ve-

(<sup>7</sup>) Il fattore  $\sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}}$  tien conto del fatto che sulla superficie della terra la lunghezza dei paralleli è minore di quella del circolo tracciato sul piano tangente alla terra nel punto dove sorge la stazione e di raggio  $D$ .

DISTANZE	$\lambda$ (Metri)							
	4.000		8.000		12.000		16.000	
	Austin	Watson	Austin	Watson	Austin	Watson	Austin	Watson
Km.								
1000	$7,43 \cdot 10^{-11}$	$1,08 \cdot 10^{-11}$	$4,62 \cdot 10^{-11}$	$9,15 \cdot 10^{-15}$	$3,40 \cdot 10^{-14}$	$7,61 \cdot 10^{-15}$	$2,70 \cdot 10^{-11}$	$5,98 \cdot 10^{-15}$
3000	$5,54 \cdot 10^{-11}$	$4,12 \cdot 10^{-17}$	$5,36 \cdot 10^{-15}$	$1,26 \cdot 10^{-16}$	$4,76 \cdot 10^{-15}$	$1,67 \cdot 10^{-16}$	$4,26 \cdot 10^{-15}$	$1,78 \cdot 10^{-11}$
6000	$2,92 \cdot 10^{-16}$	$1,66 \cdot 10^{-20}$	$5,48 \cdot 10^{-16}$	$3,39 \cdot 10^{-19}$	$1,50 \cdot 10^{-16}$	$1,02 \cdot 10^{-18}$	$7,07 \cdot 10^{-16}$	$1,54 \cdot 10^{-18}$

rificarsi, particolarmente per l'influenza dei raggi ultravioletti e della emissione catodica del sole, poteva offrire la spiegazione della propagazione delle onde a grande distanza. Ammessa infatti la presenza di questo strato conduttore, le onde avrebbero potuto considerarsi concentrate tra la terra e lo strato stesso, in modo che l'energia non libera di espandersi secondo successive superfici emisferiche, subisse una attenuazione ridotta.

Si delineava subito anche una spiegazione attraente della influenza della luce del sole, che necessariamente è fattore importante della ionizzazione dell'alta atmosfera. Si concepisce anche, con questi fenomeni di concentramento, e cioè di riflessione, la possibilità di interferenze fra onde che, emesse dallo stesso oscillatore, possono raggiungere per diverse vie il ricevitore, dando luogo agli alti e bassi nell'intensità delle ricezioni (fading) a seconda delle loro fasi.

Infatti, a distanze relativamente piccole, debbono sussistere i raggi provenienti direttamente dallo oscillatore (raggi diretti) e quelli che arrivano dopo la riflessione, in modo da avere oltre al campo diretto, un campo riflesso che nella propagazione ha seguito un cammino più lungo donde la differenza di fase che dà origine alle interferenze.

L'ipotesi è certamente seducente e, profondamente perfezionata da Eccles, permette di inquadrare in modo sufficientemente persuasivo molti fatti osservati.

Eccles fece notare come la presenza di ioni liberi nell'atmosfera debba produrre un aumento nella velocità delle onde. Infatti, sotto l'influenza della forza elettrica, si ha nello spazio una corrente di spostamento in avanzo di  $1/4$  di periodo sul campo; il moto dello ione dà luogo ad una corrente di convezione spostata indietro di  $1/4$  di periodo e perciò, in opposizione alla corrente di spostamento. La corrente totale risulta minore, e quindi, il dielettrico si comporta come se la sua costante dielettrica fosse diminuita. Poichè la velocità di propagazione varia in ragione inversa della radice quadrata della costante dielettrica, si può inferirne che la velocità dell'onda sia aumentata.

Secondo Eccles, per spiegare i diversi fenomeni, occorre ammettere che, a considerevole altezza, vi sia uno strato permanentemente ionizzato costituente una discontinuità rispetto alle regioni sottostanti. Durante il giorno, sotto questo strato vi sarebbe una regione ionizzata per effetto della luce solare.

La ionizzazione permanente dovrebbe essere attribuita ai raggi catodici emananti dal sole i quali, per effetto del campo terrestre possono avvolgere a spirale ripetutamente la terra, finchè non siano assorbiti e quindi, agire anche dove è notte.

Con questa ipotesi non riesce difficile spiegare — grosso modo — i principali fenomeni osservati, ed ecco come:

1) durante la notte, i raggi elettrici riflessi dallo strato permanente, e cioè, concentrati tra quello strato e la terra, si propagano con piccola attenuazione. Durante il giorno, i raggi non possono raggiungere lo strato permanente e sono rifratti dallo strato intermedio ionizzato, in virtù della maggiore velocità assunta dalla parte superiore dell'onda. La presenza degli ioni dà ragione della forte attenuazione dovuta alla collisione degli ioni stessi, mossi dalle forze del campo, colle molecole materiali. Si spiega, così, la migliore trasmissione durante le ore notturne.

2) Le onde ottime per ciascuna comunicazione si spiegano riflettendo che i raggi più efficaci sono quelli che, partendo orizzontalmente, possono essere rifratti in modo tale da raggiungere giusto il ricevitore, il che richiede per ciascuna distanza una certa onda.

3) I fenomeni complessi al sorgere ed al tramonto si spiegano con lo stato critico e mutevole dell'ionizzazione in quegli istanti, e con la riflessione sulla superficie di separazione tra le regioni diversamente ionizzate per effetto della luce.

La teoria è ingegnosa e seducente, dà ragione di molti fenomeni, ma non è accettabile se non come un primo passo.

Sembra piuttosto più probabile attribuire una azione preponderante ai raggi ultravioletti e concepire in modo diverso lo strato di Heaviside. L'effetto della luce ultravioletta cresce col crescere della intensità luminosa e quindi dell'altezza da terra, ma dipende anche dal numero di molecole nell'unità di volume. Ne viene di conseguenza che l'ionizzazione, relativamente piccola a grande altezza, prima, cresce avvicinandosi al suolo e poi diminuisce perchè l'assorbimento rende via via meno efficace l'azione ionizzante dei raggi ultravioletti.

Il massimo di ionizzazione dovrebbe, secondo i dati più attendibili corrispondere durante il pieno giorno a 110 km da terra. Durante la notte cessa la causa ionizzante e la ionizzazione decresce ovunque per effetto della combinazione degli

ioni, non più controbilanciato dalla formazione di nuovi ioni.

Secondo Lassen tale combinazione non è affatto rapida specie nelle parti più alte dove la piccola pressione la rende difficile. Secondo calcoli fatti da Lassen, all'altezza di 112 km dodici ore dopo il tramonto del sole, la concentrazione ionica avrebbe circa la quarta parte del valore diurno. Essendo la ricombinazione più agevole dove la ionizzazione è più intensa e l'atmosfera più densa, si eleverebbe, durante la notte, la regione del massimo.

Studiando l'indice di rifrazione per un mezzo ionizzato e facendo determinate ipotesi nella distribuzione della ionizzazione, si concepisce la possibilità di regioni dove l'indice di rifrazione per determinate frequenze sia nullo (\*). In queste regioni avverrebbe una vera e propria riflessione dell'onda.

Larmor ha ripreso la teoria di Eccles precisando la teoria della rifrazione e ha fatto intervenire, per gli strati più alti, principalmente gli elettroni liberi che, pure essendo in numero limitato, possono, per la loro maggiore mobilità, determinare forti curvature dei raggi elettrici. Infatti, perchè la rifrazione avvenga, occorre che gli elettroni o gli ioni abbiano un percorso sufficientemente libero e lungo da determinare effettivamente la corrente di convezione cui si deve la riduzione della costante dielettrica.

Ecco come si può rapidamente fissare la base della teoria della rifrazione ionica.

Se il campo elettrico in un punto è:

$$e = E \cos \omega t$$

ed  $m$  è la massa di un ione,  $e_1$  la sua carica ed  $x$  la sua coordinata riferita ad una origine scelta lungo la direzione di  $e$ , si ha:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{e_1}{m} E \cos \omega t$$

e cioè:

$$x = -\frac{e_1}{m \omega^2} \frac{dE}{dt}$$

La corrente di convezione che  $N$  ioni al  $\text{cm}^2$  producono sarà:

$$N e_1 \frac{dx}{dt} = -\frac{N e_1^2}{m \omega^2} \frac{dE}{dt}$$

La costante dielettrica apparente  $\epsilon'$  è data da:

$$\epsilon' = \epsilon - N \frac{4 \pi e_1^2}{m \omega^2}$$

essendo  $\epsilon$  la costante dielettrica effettiva.

Se il secondo termine è piccolo, la velocità dell'onda sarà data da:

$$v' = v \left( 1 + N \frac{e_1^2 \lambda^2}{2 \pi m} \right)$$

Perchè l'onda contorni la terra, occorre che la velocità cresca con l'altezza in proporzione della distanza dal punto considerato dal centro della terra, e cioè, deve essere: posto  $a$  il raggio della terra, ed  $h$  l'altezza dal punto considerato dove la velocità è  $v'$ ,

$$\frac{dv'}{v'} = \frac{dh}{a+h}$$

e cioè:

$$dN = \frac{2 \pi m}{a e_1^2 \lambda^2} dh$$

Vedremo più avanti come il valore di  $N$ , così determinato, sia in ordine di grandezza perfettamente accettabile anche per onde corte.

La teoria della rifrazione ionica permette, quindi, di spiegare come le onde contornino la terra: uno studio più approfondito mostra che è possibile considerare variazioni di  $N$  di un ordine di grandezza attendibile in funzione dell'altezza di terra e dell'ora di giorno, da dare ragione dei principali fatti osservati.

Senza ammettere la presenza di ioni o di elettroni, la variazione della costante dielettrica dell'aria non sarebbe tale da determinare una sufficiente inflessione dei raggi elettrici. Una teoria analoga a quella della rifrazione astronomica non spie-

(\*) ECCLES. — *Electrician*, vol. 69, pag. 1015.

gherebbe i fenomeni osservati. In questi ultimi tempi tale punto di vista è stato ripreso in esame dal Guichant, che ha continuato gli studi del Fleming in proposito e ha iniziato una serie di ricerche sulla costante dielettrica dell'aria per la frequenza radiotelegrafica.

Pur tuttavia la teoria della rifrazione ionica non soddisfa ancora completamente e lascia qualche lacuna.

Il fenomeno è complesso e non può essere, ad esempio, indipendente dall'azione dei più bassi strati dell'atmosfera e della terra che, in questa teoria, interverrebbero troppo scarsamente.

Secondo le ipotesi più attendibili, lo strato di Heaviside raggiungerebbe i 100 km di altezza; non è quindi, trascurabile il percorso delle onde al disotto dello strato, in regioni dove con elettroni liberi debbono trovarsi ioni pesanti e condizioni speciali dovute anche alla presenza di vapori.

Per quanto in questi ultimi anni si siano fatte numerose osservazioni, dati certi per dimostrare la presenza di una vera e propria riflessione, anche solo durante la notte, non si sono potuti raccogliere.

Una esperienza diretta fu tentata da Appleton che cercò di realizzare fenomeni di interferenze fra i raggi diretti ed i raggi riflessi, mediante piccole variazioni continue di frequenza del trasmettitore, così da produrre quelle che in ottica si chiamano « frange di interferenza ». Il risultato fu positivo. Appleton calcolò per lo strato riflettente un'altezza di 90 km, cifra che sarebbe in buon accordo con quelle prevedute per altra via. Ma anche questo risultato non è scevro di critiche per la difficoltà della sua realizzazione pratica e non può essere ritenuto come decisivo. E' forse per altra via che si potrà avere la soluzione.

L'esame del comportamento delle onde corte e la discussione di taluni particolari fenomeni che con queste onde si verificano, forse potranno dare la chiave del problema, ed è su questo punto che si debbono, a mio parere, concentrare gli studi e le esperienze.

### Le onde corte.

10. — Tutte le teorie soprarichiamate sono concordi nell'affermare, e l'esperienza lo conferma, sempre per la gamma di onde di cui ci siamo occupati ( $300 \div 20.000$ ), che per vincere le grandi distanze, per vincere l'influenza nociva della luce del sole, per ridurre le evanescenze, per rendere i segnali stabili occorre impiegare onde tanto più lunghe quanto più grande è la distanza da vincere.

Si è, in passato, dai tecnici concordemente ritenuto che le onde corte sotto i 300 metri avessero una portata diurna trascurabile ed un comportamento notturno capriccioso ed instabile, così da non potere essere utilizzate per il servizio R. T. commerciale.

Questo concetto ha dominato la tecnica radiotelegrafica fino a pochi anni fa (1925) e lo sforzo dei costruttori è stato quello di costruire impianti sempre più potenti con onde lunghe.

E' derivata da ciò la necessità di grandi costruzioni dei padiglioni aerei giacchè, per ottenere una grande altezza di irradiazione, era necessario costruire aerei molto alti. Poichè non si potevano oltrepassare certi valori-limiti nella tensione elettrica della antenna, occorre realizzare grandi capacità, e cioè, antenne di grande superficie, molto ampie e quindi costosissime.

Questa tendenza ha condotto la tecnica radiotelegrafica a cozzare contro difficoltà pratiche ed economiche che non è esagerato definire come insormontabili.

Grandi onde, oltre a richiedere, come si è detto, grandi antenne, necessitano di circuiti con elevate costanti di tempo, e cioè, determinano difficoltà per ottenere grandi velocità di trasmissione.

Inoltre, poichè per differenziare due stazioni vicine che operano simultaneamente, occorre che le loro frequenze differiscano di un certo numero di periodi (1000 periodi) è, con le onde lunghe, necessariamente limitato il numero di coppie di stazioni che possono lavorare simultaneamente. Infine i disturbi atmosferici più sensibili con le onde lunghe hanno formato un ostacolo serio e difficilmente superabile nel servizio a grande distanza.

In questi ultimi anni la tecnica R. T. ha subito un profondo mutamento. Sperimentate onde molto più corte di quelle sin allora impiegate e particolarmente comprese fra 10 m e 100 m, sono apparsi e si sono accertati fenomeni completamente nuovi che hanno prodotto non solo un profondo cambiamento nella pratica R. T., ma, presentando nuovi aspetti del fenomeno

della propagazione, hanno portato, e più ancora porteranno, nuova luce sul fenomeno fisico e sul meccanismo della propagazione stessa.

11. — Si è constatato che era inesatto il concetto che le onde corte avessero una portata diurna trascurabile, ed ancor più che durante la notte il loro comportamento fosse irregolare. Si è, invece, accertato che, con onde corte, è possibile raggiungere, di giorno e di notte, portate elevatissime, ricezioni perfettamente regolari, tanto da far ritenere che esse dovranno ben presto sostituire completamente, nei grandi servizi, le onde lunghe, aprendo, così, una nuova e promettente era alla radiotelegrafia.

E' questo uno dei più cospicui esempi del come sia necessario non discostarsi dalla esperienza e del come sia pericoloso dichiarare a priori impossibile ciò che da considerazioni teoriche risulti solo poco probabile. Per molti anni nessuno sperimentò le onde corte a grandi distanze, solo perchè tutti erano convinti che esse non le potevano raggiungere.

Durante oltre tre anni di intenso servizio fatto con onde da 100 a 30 metri ho potuto fare molte esperienze che, se non hanno carattere di ricerche scientifiche, hanno il grandissimo pregio di essere state lungamente ripetute e controllate da diversi operatori che, sotto la necessità dello svolgimento del traffico, hanno dovuto necessariamente porre mente alle maggiori e più salienti particolarità delle onde impiegate.

I risultati di queste prove, messi in raffronto e completati con quelli che sono stati rapportati sulla stampa tecnica da altri sperimentatori, permettono di fare alcune constatazioni di una certa importanza che possono così enunciarsi:

1) A piccola distanza, le onde corte si comportano come le lunghe e in certi limiti seguono la legge espressa dalla formula di Austin.

2) diminuendo la lunghezza d'onda, a partire dalle onde lunghissime fino a quelle di circa 15 metri, l'attenuazione passa per un massimo, per una determinata gamma di onde;

3) con onde da 100 a 15 metri, l'effetto della luce del sole, anzichè essere crescente man mano che diminuisce la lunghezza d'onda, presenta una specie di effetto selettivo per cui, a partire da una certa onda in giù, le portate diurne sono maggiori delle portate notturne;

4) con onde corte (segnatamente da 60 metri in giù) l'intensità dei segnali a grandissima distanza può essere maggiore che non a distanze più piccole;

5) per onde più corte dei 40 metri si rende sensibile e manifesto il fenomeno delle zone di silenzio, per cui, a partire dal trasmettitore, si hanno zone nelle quali la ricezione è nulla od incerta, mentre al di là, riprende e si mantiene intensa;

6) vi sono delle zone prossime al limite delle zone di silenzio nelle quali si ha un forte fading, mentre in altre zone i segnali sono stabili;

7) escluse le zone di silenzio e le zone del fading, si ha in generale una perfetta regolarità nella propagazione delle onde; i segni in determinate ore, connesse principalmente e quasi esclusivamente con la illuminazione proveniente dal sole, sono sempre di forza uguale, costanti, regolari.

Non è azzardato l'asserire che, contrariamente a quanto era generalmente ritenuto, la costanza delle onde corte sia una loro interessante e precipua caratteristica.

8) A grande distanza, i segnali sono praticamente indipendenti dalla natura del terreno interposto fra le stazioni.

9) Con onde di determinata lunghezza comprese nella gamma fra 100 e 15 metri, è possibile traversare, in alcune ore del giorno, distanze enormi con potenze estremamente piccole: ad esempio, attraversare l'Atlantico con potenza di 2 watt.

12. — A piccole distanze, usando antenne verticali, eccitate secondo la fondamentale di giorno, sul mare, le nostre osservazioni collimano con quelle di R. A. Heising, Schelleng, Southworth (\*) e danno concordi risultati tra i dati ottenuti sperimentalmente e quelli dedotti dalla formula di Austin (fig. 15).

In questa condizione il coefficiente  $e^{-\frac{0,0015 D}{\lambda}}$  sembra bene appropriato.

In terra l'assorbimento è naturalmente molto maggiore.

A medie e grandi distanze, il fenomeno cambia profondamente d'aspetto.

(\*) Proc. Radio, ottobre 1926, vol. 14, n. 5 - Measurements of short wave transmissions.



Hoyt Taylor e Hulburt danno nella loro memoria « The propagation of Radio Waves over the earth » una curva che qui riporto, nella quale è espressa la portata diurna media in funzione della lunghezza d'onda per una stazione da 5 kW antenna (fig. 16).

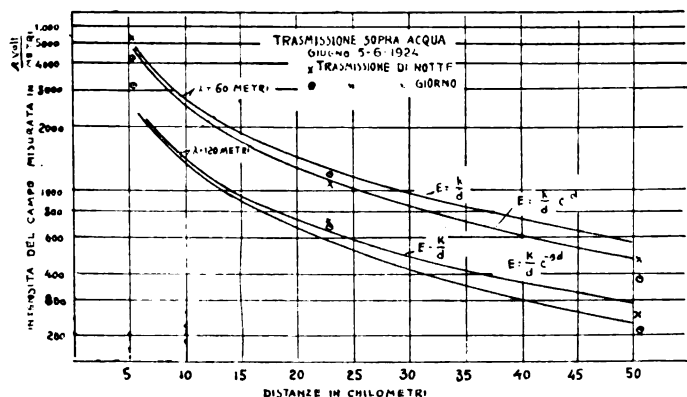


Fig. 15.

La curva, come si vede, presenta un minimo netto verso i 200 metri. Il suo andamento è perfettamente conforme alle risultanze che si hanno nel comune servizio; ai radiotelegrafisti pratici è perfettamente noto che, con onde nei dintorni dei 200 metri è difficile ottenere una buona portata, di giorno e di notte.

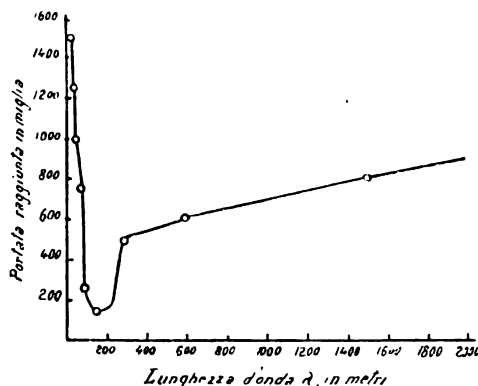


Fig. 16.

Nella Marina Italiana si fece per parecchi anni uso di un bellissimo apparecchio Marconi a disco asincrono da 5 kW capace di emettere onde da 300 a 1800 metri circa, le portate diurne praticamente realizzate confrontarono bene con quelle date da Taylor.

La portata cresce indubbiamente col crescere della lunghezza d'onda da 300 metri in su, ma nessuno qualche anno fa avrebbe sospettato che, scendendo nettamente al di sotto dei 200 metri, si sarebbe avuto un cospicuo aumento di portata, tale da permettere di raggiungere, in pieno giorno, distanze di migliaia di miglia, con onde di 200 metri circa e potenze di 5 kW.

La formula di Austin che dà un'attenuazione decrescente col crescere dell'onda, perde ogni significato per lunghezze di onde da 200 metri in giù ed a grandi distanze.

Necessariamente le onde corte debbono propagarsi in un mezzo nel quale l'attenuazione sia piccola in confronto di quella presentata per onde lunghe.

La teoria di Larmor permette di rendersi conto anche di questa bassissima attenuazione per le onde corte.

L'energia  $W$  che traversa una superficie normale al vettore radiante di  $1 \text{ cm}^2$  in un secondo è:

$$W = \frac{E^2}{8\pi c}$$

L'energia massima posseduta da un ione in oscillazione è:

$$\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = \frac{m}{2} \frac{e_1^2}{m^2 \omega^2} E^2 = \frac{e_1^2 \lambda^2}{8\pi^2 m c^2} E^2$$

Se questa energia è dissipata urtando una molecola e  $N$

è il numero di ioni per  $\text{cm}^3$ ,  $f$  la frequenza delle collisioni, la perdita per secondo e per  $\text{cm}^3$  sarà:

$$W_1 = f N \frac{e_1^2 \lambda^2}{8\pi^2 m c^2} E^2$$

e l'attenuazione per  $1 \text{ cm}^3$  di percorso sarà:

$$\frac{W_1}{W} = f N \frac{e_1^2 \lambda^2}{\pi m c}$$

Il vantaggio delle onde corte risulta chiaramente e si può concepire che, in strati rarefatti dove  $f$  è piccolo, sia piccolo lo assorbimento.

Ma come spiegare l'effetto selettivo per il quale l'attenuazione acquista valore elevato per una determinata onda?

Appleton<sup>(10)</sup> ed indipendentemente Nichols e Schelleng<sup>(11)</sup> hanno attribuito questo effetto alla azione del campo magnetico terrestre.

Un elettrone in moto nel campo magnetico terrestre viene deviato come accadrebbe di un elemento flessibile di corrente. Se il moto iniziale dell'elettrone è normale alle linee di forza del campo e questo è uniforme, l'elettrone descrive evidentemente un cerchio, se è lanciato obliquamente al campo, descrive una spirale. Quando il periodo dell'onda che determina il moto dell'elettrone è uguale al tempo che questo impiega, ad esempio, a descrivere il cerchio di cui ora si è detto, si comprende come possa nascere una specie di fenomeno di risonanza ed il moto dell'elettrone vada accelerando dando luogo a perdite.

Le perdite e quindi l'attenuazione sarebbero massime per queste frequenze.

Tenendo presente che il campo terrestre può essere stimato di 0,5 Gauss e ponendo per il rapporto  $\frac{e_1}{m} = 1,8 \cdot 10^7$ ,

la frequenza di risonanza può valutarsi precisamente come quella corrispondente alla lunghezza d'onda di 214 metri, coincidenza molto interessante col valore sperimentale.

L'azione del campo magnetico è stata esaminata da Appleton, da Nichols e Schelleng che hanno completato le formule date dal Larmor dimostrando che il campo magnetico può dar luogo a fenomeni di polarizzazione e doppia rifrazione in dipendenza dell'orientamento del campo rispetto alla direzione di propagazione.

Se la propagazione si fa nella direzione del campo come avviene praticamente per trasmissione Nord Sud, il raggio elettromagnetico che viaggia nel mezzo rarefatto ionizzato si scompone, in generale, in due raggi polarizzati circolarmente in opposte direzioni, che, a grande distanza, possono separarsi e viaggiare indipendentemente avendo diverso indice di rifrazione.

A minore distanza l'onda rimane unica e diviene polarizzata ellitticamente.

Se la propagazione avviene perpendicolarmente al campo come accade per trasmissioni Est-Ovest, l'onda si risolve, in generale, in due vibrazioni aventi il vettore elettrico rispettivamente parallelo e perpendicolare al campo.

A piccole distanze si ha un campo ellittico, a maggiore distanza, separandosi le due componenti che hanno diverso indice di rifrazione, si hanno due onde polarizzate rettilinearmente.

Nel caso di propagazione obliqua rispetto al campo, si hanno, in generale, i quattro modi di propagazione ora detti.

Questa teoria permette di dare ragione delle rotazioni del piano di polarizzazione ed altre anomalie rilevate dal Taylor.

Ma la ignoranza nella quale ci troviamo circa i valori della ionizzazione non permette di trarne, per ora, alcun pratico risultato.

Per le onde molto corte al disotto di venti metri, l'esame delle formule mostrerebbe che l'influenza del campo diviene trascurabile.

Recentemente il problema dell'assorbimento selettivo è stato affrontato da Gutton mediante misura diretta della costante dielettrica dei gas variamente ionizzati.

*Effetto della luce del sole.* — Un altro punto che ha altissima importanza è il considerevole effetto selettivo che la luce del sole esercita sulle varie lunghezze di onda.

Mentre, da 30 metri circa in su, la portata è nettamente superiore di notte, scendendo con l'onda, il fenomeno si inverte.

Riporto qui una serie di curve favoritemi dall'Italo-Radio, molto interessanti (fig. 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23).

Sull'ascissa sono segnate le ore, sulla ordinata è segnato il numero delle parole semplici al minuto che è possibile rice-

(10) APPLETON. — Proc. R. Soc. London, 1925.

(11) NICHOLS et SCHELLENG. — Bell. Syst. Tech. Journal, 1925.

vere. Questi risultati sono perfettamente conformi a quelli ottenuti dalle nostre esperienze.

Come si è riferito in altra nota <sup>(12)</sup>, si sono sperimentate a San Paolo onde da 106 a 32 metri e precisamente quelle di 106, 80, 66, 50, 40, 34, 32 e si è raccolta una cospicua messe di dati, ricevendo da stazioni estere sperimentali e commer-

più lontano viaggino in un mezzo che presenti, come si è già detto, una lievissima attenuazione e che i tratti di maggiore attenuazione siano comuni tanto ai raggi che vanno lontano, quanto a quelli che vanno vicino.

Quest'osservazione deve essere tenuta presente, perchè, ammessa la teoria della rifrazione ionica, i raggi elettrici che

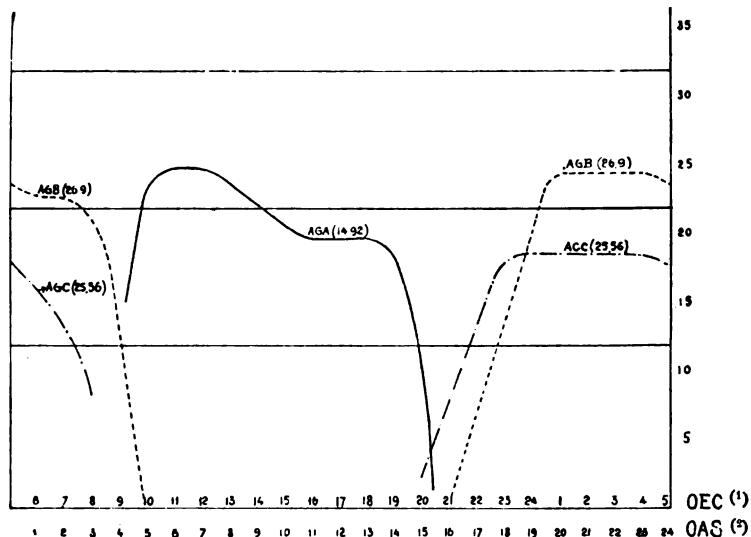


Fig. 17. — Corrispondenza Germania - America Sud. Ricezione in Argentina - Dicembre 1926.

(1) Ora Europa Centrale. (2) Ora America Sud.

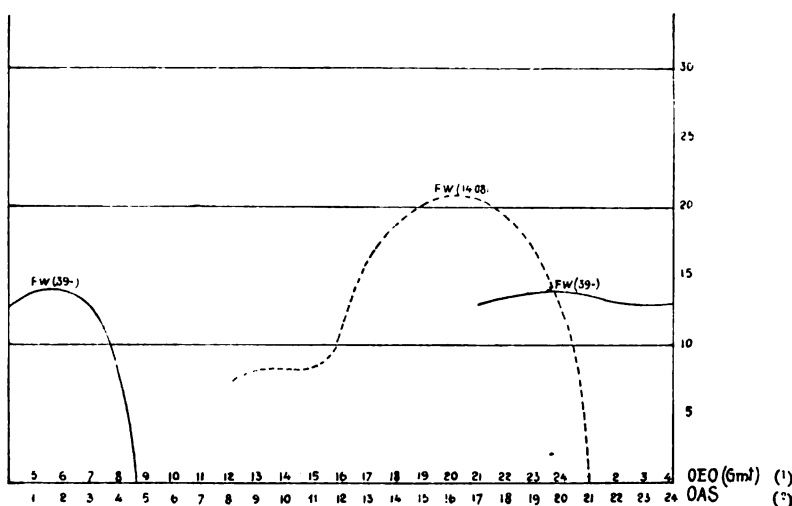


Fig. 18. — Corrispondenza Francia - America Sud. Ricezione in Argentina - Marzo 1927.

(1) Ora Europa Occidentale (Greenwich). (2) Ora America Sud.

ciali. Con onde di 106 e 80 metri si ha una portata notturna molto più grande di quella diurna; scendendo a 32 metri, si ha una portata diurna superiore a quella delle onde precedenti, ma sempre minore di quella notturna. I dati avuti dalle nostre stazioni nell'Estremo Oriente e nell'Africa Orientale collimano perfettamente con quelli rappresentati dalle curve riportate per onde di 15 metri circa.

13. — Un fatto che nei primi tempi delle esperienze ha prodotto negli operatori una notevole impressione, si è quello che, specialmente di notte ed a distanze grandissime, i segnali sono più forti che alle distanze intermedie.

partono dal trasmettitore per raggiungere il ricevitore debbono attraversare due volte la zona atmosferica sottostante allo stato Heaviside, prima di propagarsi e rifrangersi nella zona altamente rarefatta dove si propagano con tenue attenuazione.

#### Zone di silenzio.

14. — E' questo il fenomeno più interessante messo in luce dalle esperienze sulla propagazione delle onde corte, e che la teoria della rifrazione ionica permette di spiegare in modo soddisfacente.

Un accertamento sperimentale completo e indiscutibile

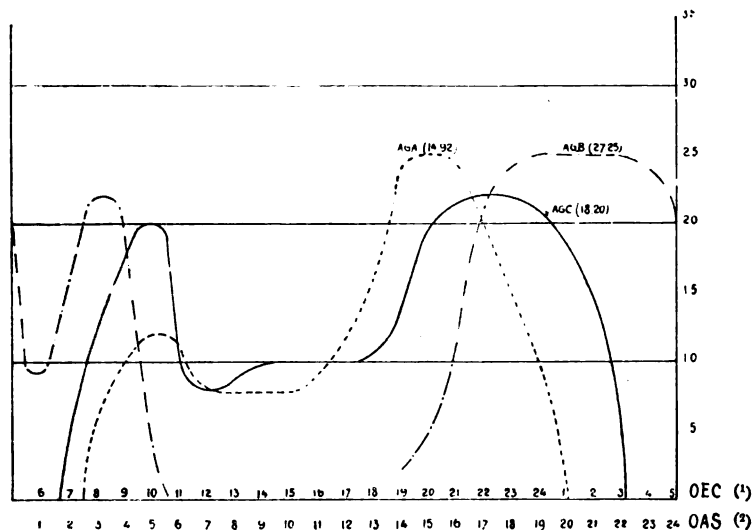


Fig. 19. — Corrispondenza Germania - America Sud. Ricezione in Argentina - Marzo 1927.

(1) Ora Europa Centrale. (2) Ora America Sud.

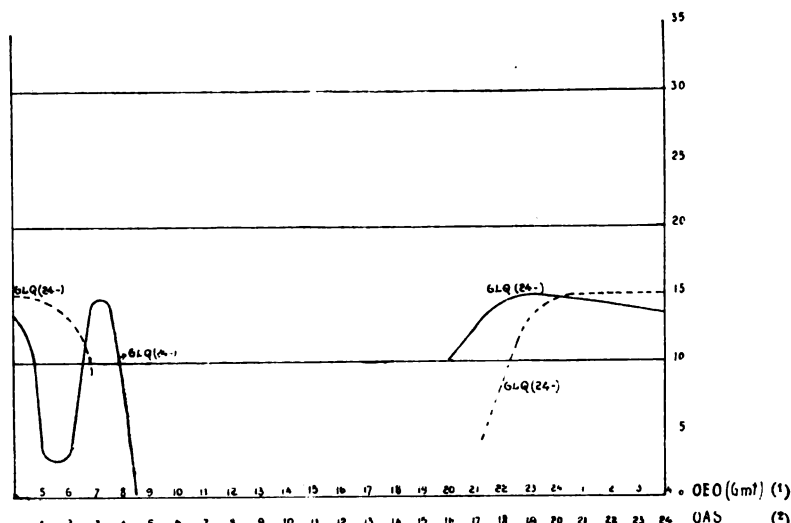


Fig. 20. — Corrispondenza Inghilterra - America Sud. Ricezione in Argentina — — Dicembre 1926; — Marzo 1927.

(1) Ora Europa Occidentale (Greenwich). (2) Ora America Sud.

E' accaduto a chi scrive di ascoltare attentamente, con ricevitori ottimi e ben regolati, numerose stazioni dello stesso tipo con onde dello stesso ordine di grandezza (60 ÷ 75 metri) e non riuscire a distinguere dalla forza dei segnali le più vicine dalle lontane, e si trattava di distanze comprese fra 500 e 10.000 chilometri!!

Occorre necessariamente ammettere che i raggi che vanno

delle zone di silenzio intese come una zona anulare completa concentrica alla stazione trasmittente nella quale la ricezione si annulla, mentre è possibile al di qua ed al di là, non è stato ancora fatto.

Le curve di Taylor e Hulburt che qui si riportano (fig. 24) non sono state verificate dalle nostre esperienze in modo assoluto, ma è risultato che, con le onde più corte, esiste una zona intorno al trasmettitore in cui la ricezione è incerta, spesso nulla, specialmente di notte, e che al di là di questa zona, i segnali sono invece costanti e regolari.

Il fatto che nella zona di silenzio i segnali non siano sem-

<sup>(12)</sup> PESSON - MONTEFINALE. — Il centro radiotelegrafico di Roma - L'Elettrotecnica, 5 luglio 1927.

pre nulli, ma qualche volta siano percettibili, non è un elemento probativo contro la esistenza della zona stessa. E' ben noto, infatti, come la sensibilità dei ricevitori a reazione per onde corte possa essere grandissima per segnali debolissimi; quando l'atmosfera è molto calma e vi è assenza di scariche atmosferiche e di altri disturbi, è possibile percepire segnali estremamente deboli. Non è perciò improbabile che, nelle condizioni ora dette, si possano ricevere, anche a distanze considerevoli, i segnali che giungono direttamente.

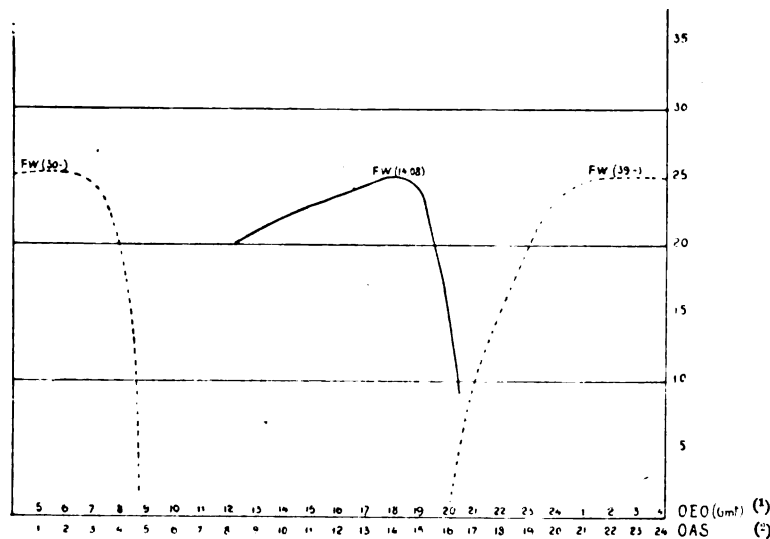


Fig. 21. — Corrispondenza Francia - America Sud  
Ricezione in Argentina - Dicembre 1926.

(°) Ora Europa Occidentale (Greenwich). (°) Ora America Sud.

15. — Un quadro completo della propagazione delle onde corte che riassume e precisa i risultati della teoria di rifrazione ionica, è dato dal Dott. H. Lassen <sup>(13)</sup> nella sua memoria « Sulla ionizzazione dell'atmosfera e sua influenza sulla propagazione delle onde corte della telegrafia senza filo ».

Egli comincia col calcolare il valore dell'indice di rifrazione alle varie altezze e per le varie lunghezze d'onda, partendo dalla distribuzione della concentrazione ionica più attendibile secondo le moderne idee della fisica dell'atmosfera. I valori dell'indice di rifrazione, così calcolati, sono riassunti nelle curve che qui si riportano (fig. 25, 26).

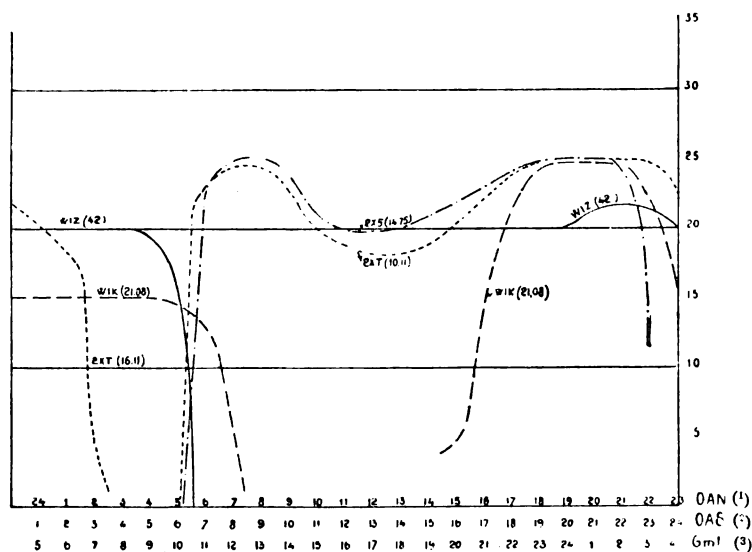


Fig. 23. — Corrispondenza America Nord - Sud  
Ricezione in Argentina - Marzo 1927.

(°) Ora America Nord. (°) Ora America Sud. (°) Ora Greenwich.

Determinati così gli indici di rifrazione nello strato ionizzato, egli applica alle onde i principi dell'ottica geometrica, considerando l'onda partente dall'apparecchio trasmettitore scomposta in un fascio di raggi, ed esaminando ciascun raggio separatamente.

Poichè l'indice di rifrazione varia lentamente e con conti-

nuità in funzione dell'altezza, non avviene riflessione, ma unicamente rifrazione.

Egli accetta come indice di rifrazione al disotto di 95 km il valore 1. Al di sopra di quell'altezza, il valore dell'indice di rifrazione diminuisce, e quindi i raggi elettrici che entrano nello strato ionizzato si allontanano gradatamente dalla normale.

Col proseguire entro lo strato ionizzato, il raggio si incurva sempre più in modo da poter diventare parallelo alla stratificazione.

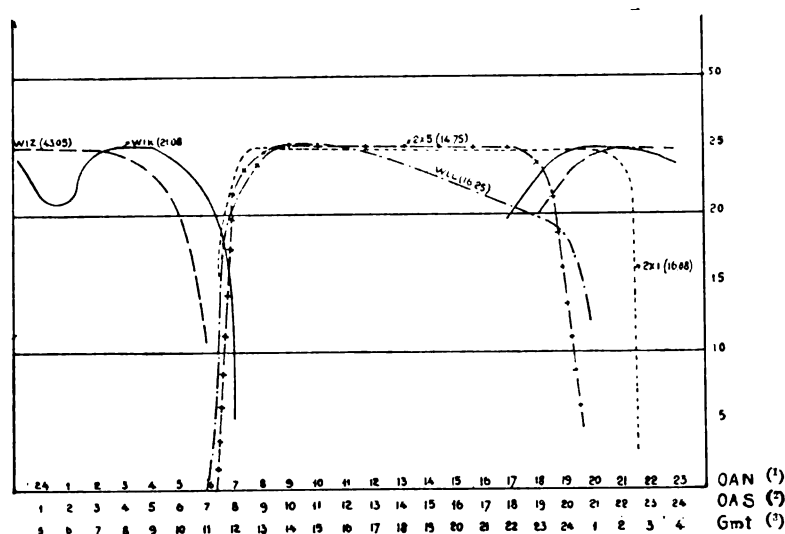


Fig. 22. — Corrispondenza America Nord - Sud  
Ricezione in Argentina - Dicembre 1926.

(°) Ora America Nord. (°) Ora America Sud. (°) Ora Greenwich.

Il calcolo mostra che il raggio può essere ancora flessso fino a volgersi in basso e raggiungere la terra; si ha quindi un fenomeno analogo a quello della « Fata Morgana » in ottica. Il comportamento del raggio dipende principalmente, per una certa lunghezza d'onda, dall'angolo, rispetto all'orizzonte, col quale parte dal trasmettitore.

Riporto una figura dalla memoria del Lassen che mostra chiaramente come, a suo giudizio, si svolgerebbe il meccanismo della propagazione delle onde corte (fig. 27).

E rappresenti la superficie della terra supposta sviluppata lungo un piano e si consideri un fascio di raggi uscente dal trasmettitore. Il raggio 1 sia quello che parte tangente alla superficie della terra. Fino a 95 km il raggio si propaga rettili-

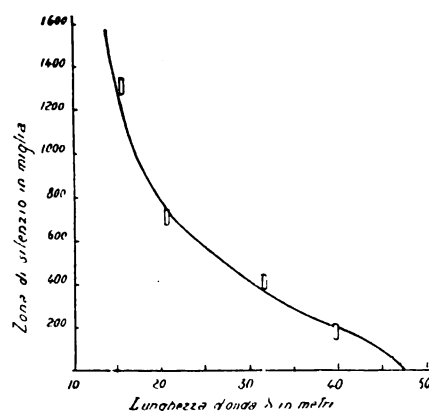


Fig. 24.

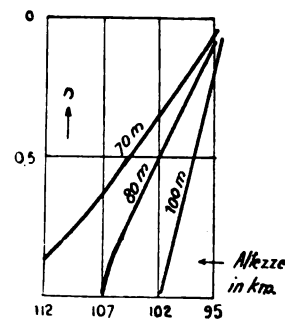


Fig. 25.

neamente, poi, giunto in un campo in cui l'indice di rifrazione cala linearmente col crescere dell'altezza, viene con inflessione costante rifratto sulla terra, dove arriva in un punto *a* relativamente lontano.

Altri raggi 2, 3, 4, penetrano più profondamente nello strato ionizzato e ritornano sulla terra in punti *b*, *c*, *d* più vicini.

Altri raggi 5, 6, 7, penetrano sempre più profondamente nello strato ionizzato, ma, arrivando a maggior altezza dove la variazione dell'indice di rifrazione è minore, sono meno flessi e percorrono un lungo cammino nello strato rarefatto dove si propagano come abbiamo visto con attenuazione estremamente piccola.

I raggi 8, 9 che escono dal trasmettitore in direzione quasi

(13) Telefunken Zeitung, n. 44, dicembre 1926.

verticale attraversano lo strato di là dalle regioni di massima ionizzazione e sono perduti.

La distanza  $Tr - d$  rappresenta la zona di silenzio.

Una conseguenza di questa teoria è che una parte sola dei raggi trasmessi in tutte le direzioni ritorna sulla terra: i raggi che giungono allo strato di Heaviside con incidenza troppo forte attraversano lo strato e proseguono nello spazio extra terrestre.

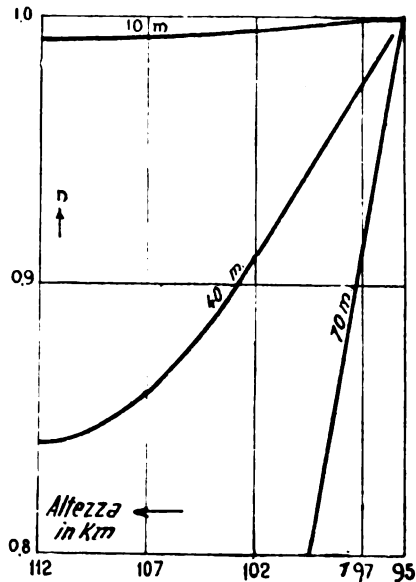


Fig. 26.

Il Taylor ha calcolato l'angolo limite  $\varphi_{\max}$  per il quale, a seconda della lunghezza di onda, il raggio può ancora ritornare sulla terra e precisamente ha dedotto i seguenti valori:

Lunghezza d'onda in metri	$\varphi_{\max}$
14	0
20	13
30	22
40	32
60	56
70	79
80	—

Questi valori si riferiscono alle condizioni diurne.

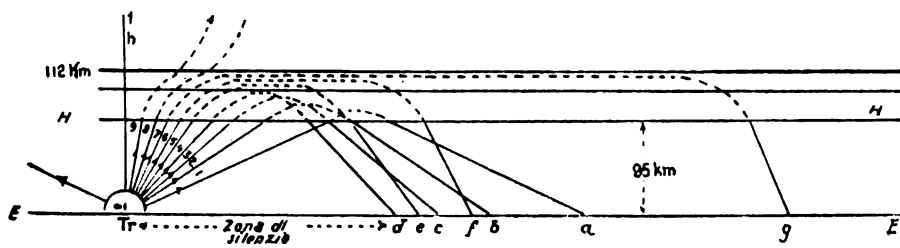


Fig. 27.

Durante la notte la ionizzazione diminuisce e quindi l'indice di rifrazione si scosta meno dal suo valore normale. Durante la notte le varie onde subiscono una minore rifrazione. Le zone di silenzio debbono essere, quindi, maggiori di notte che non di giorno, il che è conforme alla esperienza.

L'indice di rifrazione dello strato di Heaviside differisce, come abbiamo visto, tanto meno dell'unità quanto più corta è l'onda: con una onda sufficientemente corta anche i raggi tangenti alla terra non sono più rifratti e il valore di queste onde costituisce un limite, oltre il quale la comunicazione a grande distanza non è più possibile.

Durante il giorno l'onda limite sarebbe, come abbiamo visto, 14 metri ( $\varphi_{\max} = 0$ ).

Durante la notte questo valore limite deve aumentare perché diminuisce l'inflexione dei raggi a pari lunghezza d'onda.

Lassen calcola che di notte il limite possa, con la legge della distribuzione degli ioni da lui ammessa, salire da 14 a 21 metri.

Questi numeri sono conformi, come abbiamo visto, ai dati sperimentali, e questo è buon supporto della teoria.

Secondo Rukop e Lassen un'onda di oltre 125-140 metri, di notte, e di oltre 80 di giorno, diviene, d'altro canto, inutile alle grandi distanze perché tutti i raggi sono rapidamente rifratti e non percorrono un lungo cammino nello strato a bassa attenuazione.

I limiti inferiori e superiori delle onde corte atte a trasmettere segnali a grande distanza sarebbero questi:

di giorno = 14 e 80 m circa  
di notte = 21 e 130 " "

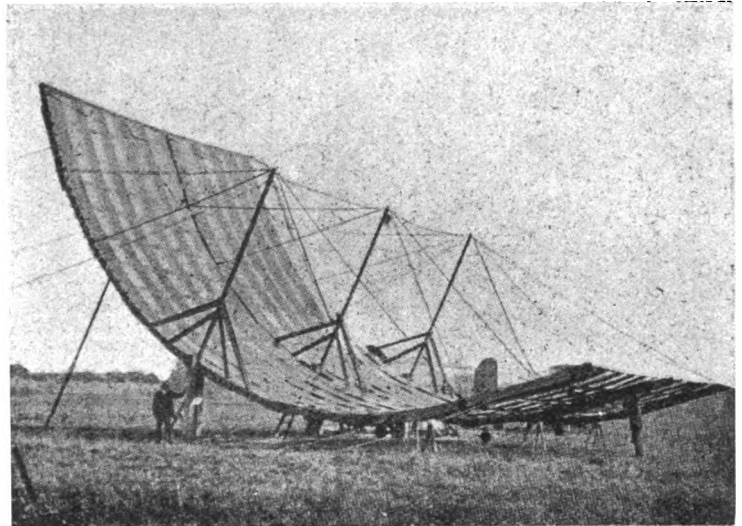


Fig. 28.

Questa teoria dà una soddisfacente spiegazione di tutti i punti che abbiamo enumerati come acquisiti, in modo più o meno certo, dalle esperienze.

Dà una soddisfacente spiegazione delle zone di silenzio, del fading, delle grandi portate, delle variazioni diurne e notturne, del perché si sente più forte da lontano che da vicino, e della indipendenza della forza dei segnali dalla natura del terreno interposto fra le stazioni.

Con tutto ciò, una teoria così complessa e così legata ad un fenomeno non ben conosciuto, quale quello della distribuzione ionica a varie altezze, lascia un po' perplessi e vien fatto di pensare alla necessità di eseguire esperienze dirette che permettano di controllare la fondatezza della ipotesi.

Un esperimento molto interessante <sup>(14)</sup> è stato fatto dal Meisner con un riflettore parabolico avente un'antenna lunga mezza

onda situata lungo la linea focale (fig. 28). La lunghezza d'onda usata era di venti metri, il parametro della parabola = 10, la distanza dell'antenna dalla generatrice più vicina = 5 metri, l'apertura della parabola 20 metri, la lunghezza della generatrice 11 metri. Ciascun ramo dell'antenna era lungo metri 4,6 e nel centro vi era la bobina di accoppiamento. Con 1,7 kW la corrente dell'antenna era 6,5 ampère, con una resistenza di 40 ohm; la direzione dell'antenna era perpendicolare alla direzione della stazione ricevente. La trasmissione si effettuava con un angolo di 65° rispetto all'orizzontale.

Il miglioramento della ricezione fu notevole rispetto a quello ottenuto con un'antenna verticale: in molti casi i segnali erano percettibili usando il riflettore, mentre, senza, non si sentivano affatto.

Questo esperimento è, diremo quasi, un esperimento cruciale per dimostrare che, almeno nella trasmissione delle onde corte, prendono parte gli strati superiori dell'atmosfera, ed è una riprova della fondatezza della teoria ionica.

(14) Telefunken Zeitung, ottobre 1926, n. 43.



16. — Ma quando ci si limiti ad un campo qualitativo molti altri fatti possono essere presi a sostegno dell'intervento degli strati superiori dell'atmosfera nella propagazione delle onde corte e precisamente:

a) = la regolarità dei segnali ottenuti con le onde corte;

Nel nostro servizio che si svolge quotidianamente da quasi tre anni con lontanissime stazioni, noi siamo in grado di prevedere, per ciascuna ora del giorno ed in tutte le stazioni, la intensità dei segnali che dobbiamo attenderci dai nostri corrispondenti, intensità, che è sempre verificata nella pratica.

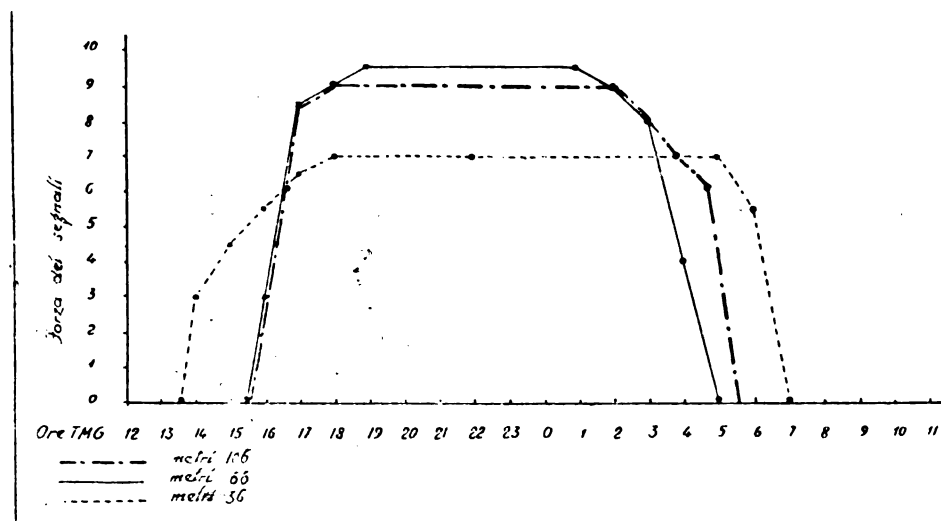


Fig. 29.

Vale la pena di ricordare che, da quando la stazione R. T. della R. Marina di S. Paolo ha iniziato il servizio R. T. con onde corte (6 kW) con Mogadiscio e con Massaua, non si è avuto un solo giorno di interruzione del servizio, mentre, con l'onda lunga (100 kW), si avevano segnali variabili da giorno a giorno e spesso difficoltà insormontabili nella espletazione del servizio.

b) = la indipendenza dell'intensità dei segnali dalla natura del terreno interposto fra le stazioni;

sfera sconvolta da fenomeni meteorologici e sede di complessi fenomeni di ionizzazione dovuti a cause terrestri.

L'influenza della lunghezza d'onda in relazione allo effetto della luce solare è ben graduale, come mostrano le figure 29 e 30 che rappresentano l'intensità dei segnali ottenuti con diverse onde, alle stesse distanze, e la fig. 31 che dimostra l'effetto della distanza per una stessa lunghezza d'onda.

Così pure la differenza, che si nota sperimentalmente nella

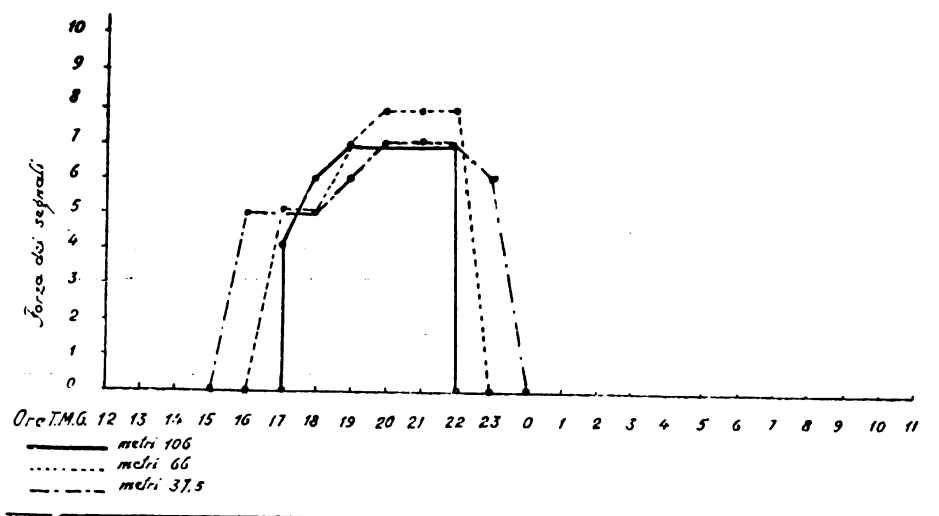


Fig. 30.

Ci risulta, infatti, che in ore convenienti, nessuna o ben piccola differenza si ha nei segnali ricevuti, quando trasmette San Paolo a Pechino, a Mogadiscio, a Massaua e su navi naviganti nell'Atlantico e nel Pacifico, New York a Buenos Ayres, quando ben diverse sono le condizioni del terreno interposto tra la stazione trasmittente e le riceventi.

c) = la presenza delle zone di silenzio ed il fatto certo che da lontano si sentono i segnali più forti che da vicino.

La nostra pratica quotidiana ci ha dimostrato che nelle ore notturne, mentre nel Mediterraneo la ricezione è incerta, il servizio si svolge perfettamente con tutte le stazioni lontane sopracitate. Con l'onda di 32 m la ricezione sicura, di notte, comincia oltre i 2000 km e si estende fino verso i 10.000.

Come spiegare tutto ciò senza ammettere che le onde viaggino in un mezzo non influenzato che dalla luce del sole, sot-

trasmissione da un punto illuminato dal sole verso una regione nella quale è notte e viceversa, si spiega facilmente considerando le variazioni di altezza dello strato ionizzato dall'uno all'altro punto.

Vi sono, però, dei fatti non ben chiariti che meritano ancora studio e ricerche.

I valori teorici degli angoli limite mal si conciliano col fatto sperimentale della poca importanza che hanno la forma e le dimensioni dell'antenna trasmittente a grandi distanze.

Gli stessi angoli usati dal Meissner nelle sue prove differiscono notevolmente dagli angoli calcolati.

Una esperienza, che anche fa nascere qualche perplessità, fu eseguita da chi scrive, nella stazione R. T. di Ostia dove era attivo un trasmettitore della potenza di 50 watt che impiegava onde di 30 metri circa. Ascoltando le emissioni di questo tra-

smettitore alla stazione R. T. di Centocelle (km. 25) ed a quella di Tempio Pausania (km 280), si ottennero le curve delle intensità dei segnali che qui si riportano (vedi fig. 32, 33).

Se la mancanza di segnali durante le ore di notte si può spiegare per la ricezione a Tempio Pausania, non riesce altrettanto facile interpretare l'abbassamento dell'intensità dei segnali a Centocelle, giacchè non si potrebbe ragionevolmente fare intervenire l'influenza degli strati superiori dell'atmosfera a distanze così piccole.

Questo abbassamento dell'intensità dei segnali a piccolissime distanze, su terra, durante la notte, è stato da me ripetuta-

tanto debole da non potere essere letta, invece era leggibile quella di Rodi.

A m. 17,70 di profondità, con ben 15,10 metri di terreno interposto al di sopra, si perdettero anche Rodi, continuando però a sentire S. Paolo con notevole intensità.

Come si vede, anche le onde corte e, cioè, le altissime frequenze interessano, nella loro propagazione, uno strato non indifferente di terreno.

Anche questo fatto va tenuto nella debita considerazione nella teoria quantitativa e completa, e può rendere ragione di alcune apparenti anomalie.

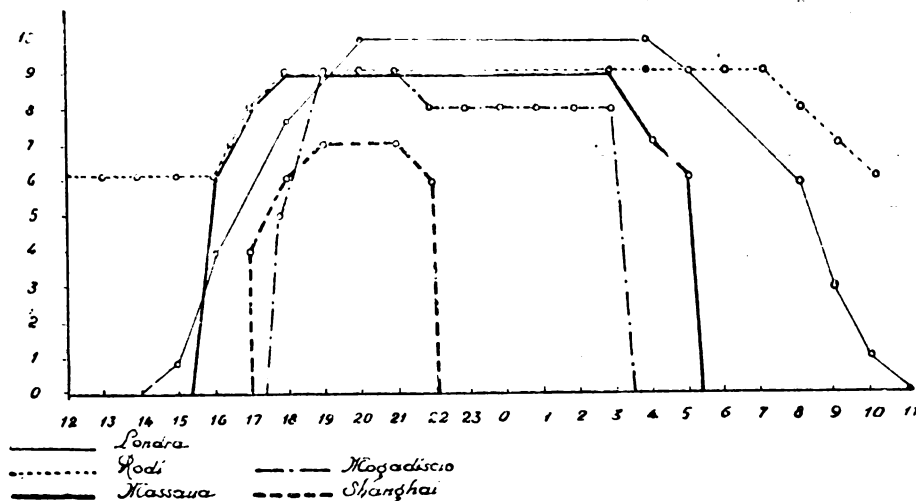


Fig. 31.

mente osservato con onde di 30 metri circa. In numerose prove eseguite a Castel Porziano con piccoli trasmettitori, al tramonto, diveniva difficile la corrispondenza a distanze di una quarantina di chilometri, perdendo i segnali alla stazione ricevente la loro nettezza diurna. E quello che è più strano si è che, nel contempo, nella stazione ricevente si ricevevano ottimi segnali da lontanissime stazioni con onde dello stesso ordine di grandezza.

Questo fenomeno ha indubbiamente relazione con quello segnalato da Mesny e ripetutamente controllato da chi scrive e cioè, col fatto che su terra, di notte, i rilevamenti radiogoniometrici a piccole distanze, con onde dell'ordine di 600 m. per-

Infine va messo in luce un punto molto importante della esperienza del proiettore di Meissner.

Il proiettore era diretto verso Buenos Ayres e si dimostrò efficiente in quella direzione producendo un sensibile miglioramento nella intensità dei segnali, ma contemporaneamente questi segnali erano sentiti in direzioni molto diverse ed addirittura opposte, come Pietrogrado (1.300 km.) Giava (11.000), Malabar (12.000 km.).

Accadeva quasi come se l'energia, giunta agli strati superiori, andasse ad azionare una antenna simmetrica che, irradiasse in tutte le direzioni. Come spiegare questa diffusione?

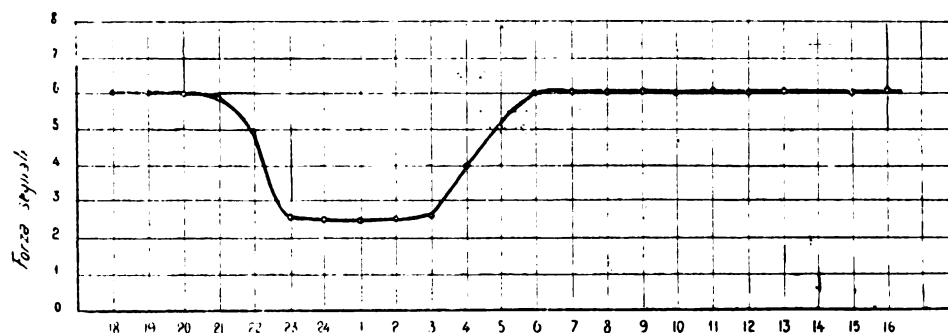


Fig. 32.

dono la loro nettezza, mentre permangono perfetti sul mare alle medesime distanze.

E' anche meritevole e degno di nota che le onde corte possono, in determinati terreni, penetrare a profondità molto più notevoli di quello che a prima vista potrebbe sembrare possibile.

Chi scrive ha fatto una serie di esperienze di ricezione con onde corte nelle Catacombe di S. Calisto a Roma a diverse profondità.

A m. 4,10 sotto il livello della strada, quando uno spessore di m. 3,40 di terreno si interponeva tra il locale ricevente e lo spazio libero, in un punto che, separato da un vero labirinto dall'entrata, poteva dirsi completamente chiuso, non si notò differenza, nella ricezione, di quella normale fuori terra; si ricevette benissimo Rodi (km. 1490), Massaua (km. 4000), con forte intensità.

L'aereo era un semplice filo orizzontale di circa 30 metri di lunghezza.

A 12,40 metri di profondità, quando si aveva al di sopra uno strato di terra di m. 8,80, la ricezione di Massaua divenne

Altro fenomeno che va tenuto in considerazione è la repentinità con la quale i segnali scompaiono al sorgere del sole con certe lunghezze d'onda; ad esempio, ascoltando un'emissione lontana di 70 m., i segnali scompaiono al mattino nello spazio di pochi minuti e questo mal si concilia con la lentezza della combinazione ionica che abbiamo più sopra citata.

17. — Da tutte le esperienze qui riassunte si possono trarre alcune deduzioni di notevole interesse, le une di carattere scientifico, le altre di carattere tecnico ed economico.

Dal punto di vista scientifico, le esperienze radiotelegrafiche con onde corte hanno messo in evidenza l'attendibilità della esistenza di uno strato gassoso concentrico alla terra, ionizzato in modo complesso, principalmente da agenti di natura extra terrestre, quali la emissione catodica del sole e la luce ultravioletta e che in questo strato, la distribuzione ionica, variabile a seconda delle stagioni e dell'ora del giorno provoca verosimilmente dei fenomeni di rifrazione e di riflessione e di assorbimento selettivo rispetto alle onde elettromagnetiche.

Si è anche intravista la possibilità che, in talune ore, que-

sto strato ionizzato possa essere attraversato da vibrazioni elettromagnetiche di notevole lunghezza, come lo è dalle onde luminose e calorifiche.

Le teorie della rifrazione ionica rappresentano uno sforzo considerevole e fruttuoso per un razionale inquadramento dei fenomeni che accompagnano la propagazione delle onde r. t.

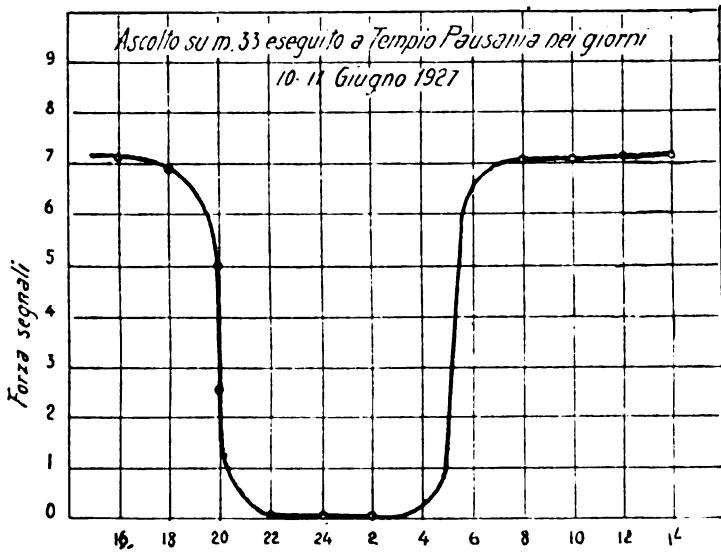


Fig. 33.

Si è sperimentalmente messa in luce l'esistenza, nella pratica radiotelegrafica, di pure onde di spazio non accompagnate da onde superficiali sulla terra. Verosimilmente l'azione degli alti strati dell'atmosfera è più complessa di quello che la teoria ionica fin qui abbozzata non contempli e forse un'analisi più approfondita metterà in luce l'esistenza di una diffusione dovuta al moto degli stessi ioni sollecitati dal campo. Dovrà essere precisata la influenza degli strati inferiori dell'atmosfera che, anch'essi ionizzati in diversa misura, sede di emanazioni radioattive e di vapori di varia natura, sottoposti a vicende meteoriche, forse forniranno una esauriente spiegazione delle anomalie rilevate rispetto al quadro schematico tracciato dalla teoria della rifrazione ionica.

si possono realizzare servizi altamente redditizi alle migliori distanze consentite dal globo terrestre.

I segnali ottenuti anche con mezzi limitati e modesti sono forti, chiari, pressochè immuni da disturbi atmosferici.

Non è chi non veda l'importanza tecnica ed economica di questo fatto nel servizio navale e nei servizi coloniali.

Mentre sulle navi era difficile ottenere modeste portate con impianti da 5 e persino da 15 kW, oggi è possibile dotare piccole unità navali di stazioni poco ingombranti, di potenza nell'ordine di 1/2 kW, che permettono di comunicare, almeno per qualche ora del giorno, a distanze di migliaia di miglia. Anche le minori unità, che sono state recentemente inviate nello Estremo Oriente, hanno potuto mantenere costante contatto con la Madre Patria sia direttamente, sia per il tramite della stazione R. T. di Mogadiscio e di Pechino.

D'altro canto, con adatti dispositivi, come ha dimostrato il Senatore Marconi con i suoi impianti a fascio, le onde corte si sono rivelate le più indicate per i grandi servizi commerciali, permettendo di raggiungere i principali desiderata che invano, con le onde lunghe si era tentato di realizzare alle grandissime distanze, e cioè:

- a) una quasi completa immunità dai disturbi atmosferici e dalle altre trasmissioni;
- b) un'altissima velocità di trasmissione;
- c) un servizio possibile in tutte le 24 ore o quasi;
- d) una considerevole economia nelle spese d'impianto e di esercizio rispetto alle onde lunghe.

E' ben noto che il problema di ridurre le interferenze e specialmente quelle dovute a parassiti naturali, con le onde lunghe era di difficilissima soluzione e rappresentava l'ostacolo più forte al regolare andamento del servizio.

Con le onde corte, tale difficoltà è stata praticamente superata.

Il raggiungimento di alte velocità non è un problema a sè stante, ma è, in parte, subordinato alla possibilità di ridurre l'effetto dei parassiti.

L'impiego di circuiti altamente selettivi alla ricezione, che rappresentava il miglior rimedio contro i parassiti e l'interferenza, mette, con le onde lunghe, ben presto un limite all'aumento della velocità di manipolazione. D'altra parte, una elevata velocità di manipolazione aumenta l'importanza del periodo transitorio all'inizio ed alla fine dei segnali, il che rappresenta, per le onde lunghe, un peggioramento sensibile della purezza dell'onda emessa e quindi, un danno per la selettività e l'immunità

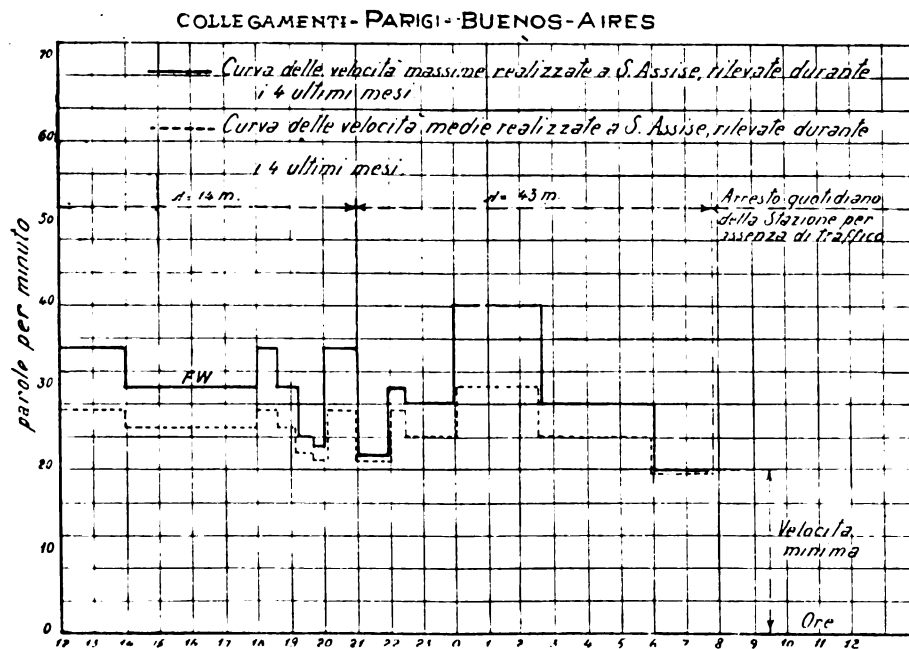


Fig. 34.

18. — Dal punto di vista tecnico ed economico, si sono accertati alcuni fatti di non lieve importanza legati ad un decisivo miglioramento delle comunicazioni r. t. a grande distanza.

Si è constatato che la gamma di onde dai 15 ai 60 metri costituisce una gamma di grandissimo interesse e di alta importanza nelle grandi radio comunicazioni.

Con apparecchi semplici poco costosi e poco ingombranti

dalle interferenze. Le stazioni ad onde corte rimediano a tutto; secondo le prove ufficiali delle stazioni a fascio Marconi, è stato possibile trasmettere per 18 ore consecutive tra l'Inghilterra ed il Canada, alla velocità media di 600 lettere al minuto in ciascuna direzione, raggiungendosi dei massimi di 1.250 lettere per minuto in ciascuna direzione e cioè, complessivamente, 2.500 lettere per minuto.

Passando al 3° punto e riferendoci a quanto già abbiamo



detto circa l'effetto selettivo della luce solare, risulta chiaro che, disponendo di due onde, può essere possibile avere un buon servizio per tutta o quasi tutta la giornata.

Le curve riportate nelle figure dal n. 17 al n. 23 comprovano questa asserzione e ancor meglio la dimostra la figura 34 dove si vede come, impiegando onde di 14 e 43 metri, sia possibile la saldatura tra il regime diurno e quello notturno, fra Parigi e Buenos Ayres.

Secondo i rapporti recentemente pervenuti dalla Compagnia Marconi per il collegamento Radio Inghilterra Sud Africa, sono impiegate le onde di 16, 14 e di 30,01 metri; in Inghilterra, le onde di 16,077 e di 33.708 metri nel Sud Africa. Con queste stazioni fu possibile, durante i 7 giorni di prove ufficiali ad alta velocità in duplice, trasmettere oltre 100 parole al minuto in ciascun senso, per oltre 17 ore al giorno, avendosi in media circa 21 ore di soddisfacente traffico commerciale nei due sensi.

Risultati questi varamente notevoli e non raggiunti coi grandi apparecchi ad onda lunga.

TABELLA II.

Coefficiente differenza $M \times A$	Lun- ghezza d'onda m.	Sosteg. de- l'antenna		Altezza equivalente m.	Intensità di corrente A	Tensione V.	Capacità $m \mu F$	Resistenza $\Omega$	Potenza totale kW
		N.	Altezza m.						
20.000	10.000	3	200	140	140	74000	10	1,5	100/120
80.000	15.000	4	250	175	288	90000	25	1	250/320
150.000	20.000	16	250	175	860	90000	100	0,4	880/1200

La prima tabella dà i metri ampère ritenuti necessari a varie distanze, con onde appropriate a permettere rispettivamente un servizio praticamente continuo, un servizio buono 18 ore su 24 ed infine un servizio limitato ad 8 ore su 24.

La seconda tabella dà gli elementi tecnici principali di 3 stazioni tipo, atte a produrre i metri ampère richiesti.

Un esame di queste tabelle mostra che, per fare un servizio di 8 ore su 24 a 6.000 km di distanza, quanti circa ne

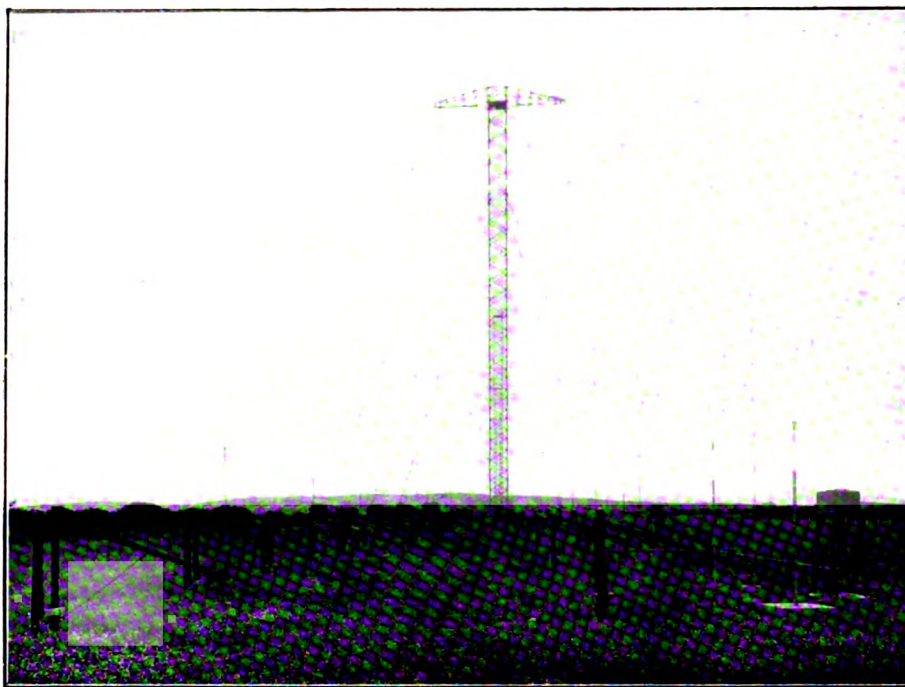


Fig. 35.

Può essere interessante un confronto tra le caratteristiche principali di un impianto ad onda lunga e di un impianto ad onda corta, atti a svolgere un traffico di paragonabile importanza.

Sebbene un paragone di tal genere esuli dal campo che mi sono proposto in questa nota, un rapidissimo accenno sull'argomento può essere interessante quale pratico e tangibile collario nel comportamento delle onde nel loro propagarsi a grandissima distanza.

In uno studio fatto in collaborazione col Prof. Vallauri nel -923 (Considerazioni tecnico-economiche sui servizi Radio Commerciali) davamo due tabelle, che possono oggi essere esaminate con interesse alla luce dei nuovi fenomeni praticamente accertati.

TABELLA I

Distanza Km.	m.	Metri - ampère		
		Servizio praticamente continuo	Servizio buono per molte ore del giorno - 18 su 24	Servizio limitato a 8 ore su 24
4.000	8.000	20.000	10.000	5.000
6.000	10.000	80.000	40.000	20.000
8.000	15.000	?	100.000	50.000
10.000	20.000	?	180.000	90.000

intercedono fra Roma e Mogadiscio, era preventivata una stazione di 20.000 metri ampère con un'onda di 10.000 metri. Per realizzare questa stazione erano previsti tre piloni dell'altezza di 200 metri ciascuno, atti a sopportare un'aereo di 10 millesimi di micro farad, capace di tollerare in esercizio una tensione di 74.000 volt ed una corrente alla base di 140 ampère.

Per realizzare la capacità sopradetta, i piloni dovevano essere disposti ai vertici di un triangolo equilatero di oltre 300 metri di lato. La potenza necessaria per azionare questo impianto oltrepassava i 120 kW.

Oggi, questo servizio, con le onde corte, si fa facilmente con una stazione di 3 kW, con onde di 30 metri, con un'aereo costituito da un unico filo sorretto da un unico albero di poco più di 50 metri di altezza.

Esaminando la tabella si vede che nel 1923 non si poté nemmeno approssimativamente stabilire qual'era il numero dei metri-ampère richiesti per un servizio praticamente continuo a 8.000 e 10.000 km.

Per un servizio ridotto a così grandi distanze erano preventivate stazioni di 150.000 metri ampère, con onde di 20.000 metri presentanti caratteristiche di questa imponente:

Antenne sostenute da 16 piloni di 250 metri atte a reggere una corrente di 860 ampère con una tensione di 90 mila volt.

Per ciò, occorre che l'antenna avesse una capacità di cento millesimi di micro farad e fosse impiegata una potenza di oltre 1000 kW.

Le stazioni Marconi di cui si è fatto cenno impiegano antenne sostenute da 5 alberi di 90 metri di altezza (fig. 35) e la potenza totale non oltrepassa, tutti i servizi compresi, una novantina di kW.



Ma a queste cifre, già eloquenti di per sè stesse, occorre aggiungere la considerazione che, con l'apparecchio a onde corte, il servizio si svolge in modo incomparabilmente più celere e sicuro di quello ottenibile con un trasmettitore ad onde lunghe.

Per chiudere questo argomento credo opportuno esporre alcuni dati, frutto di nostra personale esperienza eseguita presso la stazione R. T. di San Paolo, che ha tutte le caratteristiche della stazione di 20.000 metri-ampère sopra menzionata, quando impiega l'apparecchio ad arco ad onda lunga.

Con l'onda di 10.750 si impiegano, a San Paolo, circa 100 kW coi seguenti risultati:

a) Ricezione udita raramente, in modo saltuario in Estremo Oriente; nessun servizio pratico possibile;

b) Ricezione a Mogadiscio possibile per 2 ore sulle 24; servizio mediocre col 30 % di rettifiche;

c) Ricezione a Massaua possibile per circa 28 giorni al mese per 5 ore; servizio discreto col 10 % di ripetizione e rettifiche;

d) Ricezione normalmente buona in Atlantico, fino all'Azorre e alle Isole del Capo Verde, da parte dei piroscafi;

e) Ricezione mediocre nel Nord America dalle 7 alle 9 ore al giorno, a seconda delle stagioni.

Con l'onda di 106 m. si impiegano circa 6 kW coi seguenti risultati:

Servizio possibile nella stagione invernale per tre ore col Estremo Oriente, 10 ore con Mogadiscio, 12 ore con Massaua.

Tali intervalli di tempo si riducono di circa un terzo nella stagione estiva.

Con l'onda di 66 m. si impiegano 6 kW coi seguenti risultati:

Servizio possibile con l'Estremo Oriente per 4 h. 30', con Mogadiscio per 12 ore, con Massaua per 14 ore. Anche qui si ha la stessa riduzione durante l'estate, come per l'onda di 106 metri.

Con l'onda di 32 metri si impiegano 6 kW coi seguenti risultati:

Servizio possibile con l'Estremo Oriente per 5 ore, con Mogadiscio per 14 ore, con Massaua per 16 ore, con le stesse riduzioni, per la stagione estiva, che si hanno per le onde di 106 e 66 metri.

Con l'onda di 34 metri si impiegano 15 kW coi seguenti risultati:

Servizio possibile con l'Estremo Oriente per 12 ore, con Mogadiscio per 18 ore, con Massaua per 20 ore, ciò nella stagione invernale.

Con l'onda di 32 metri, che è quella normale impiegata a San Paolo, si sono mantenute buone comunicazioni coi piroscafi naviganti nell'Atlantico fino a New York e Buenos Ayres e si è mantenuto continuo il contatto con un piroscafo che, partito dall'Italia, vi ha fatto ritorno dopo aver compiuto l'intero giro dell'Australia.

Nel servizio con Massaua e Mogadiscio non si sono mai avute interruzioni e la percentuale delle ripetizioni e rettifiche è assolutamente irrisoria: dall'uno al due per cento.

Da tutto questo ho potuto trarre concrete conclusioni.

E' mia opinione che, nel momento attuale, le uniche onde veramente interessanti per un servizio r. t. a grande distanza siano quelle inferiori a 100 metri, rimanendo riservato alle onde medie il campo delle radio comunicazioni a distanze relativamente piccole.

La questione delle grandi e piccole onde è ancora ragione, tra i tecnici, di dibattiti e di incertezze ed un'opinione concorde non si è ancora formata.

Ma chi, come me, per ragioni professionali, ha dovuto seguire da vicino l'evoluzione continua della R. T. ha oggi la chiara percezione di essere, per la adozione delle onde corte, innanzi ad una svolta decisiva del progresso radiotelegrafico ed oggi vede chiara la possibilità, non solo scientifica e tecnica, ma anche economica di affermazione, nei grandi servizi tra punti fissi, di questo mirabile mezzo di comunicazione, anche in confronto dei sistemi fino ad oggi ritenuti più sicuri e perfetti, quali i cavi sottomarini.

E ciò, senza dire che rimane ancora da esplorare un larghissimo campo al disotto dei 15 metri di lunghezza di onda, e quindi, non è escluso che l'avvenire ci riservi nuove sorprese.

## CONFRONTI FRA MISURE DI FREQUENZA, PER MEZZO DI PIEZORISUONATORI

G. VALLAURI



Comunicazione supplementare (1) alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I. - Como, ottobre 1927

1. — In seguito alle misure assolute di frequenza, eseguite negli Stati Uniti, in Inghilterra, in Francia, in Germania ed in Italia sui due piezooscillatori preparati dal Bureau of Standards di Washington, la direzione di quest'ultimo Istituto ritenne recentemente opportuno effettuare una nuova prova comparativa. A tal fine fu approntato un piezooscillatore, che differisce dai precedenti per il fatto di essere fornito di un termistato elettrico a comando automatico, il quale è capace di mantenere costante la temperatura della piastrina di quarzo, entro limiti dell'ordine di qualche decimo di grado centigrado. L'apparecchio fu inviato in Europa nel luglio 1927 e le prove su di esso furono effettuate presso i quattro laboratori europei alla presenza del capo del reparto radio del Bureau, dott. J. H. Dellinger.

2. — L'approssimazione, che si desiderava di raggiungere in queste misure, era quella dell'1 su 100.000, cioè un'approssimazione assai più rilevante di quella ottenuta nelle prove precedenti. Da un esame critico dei metodi prima adoperati risulta tuttavia chiaro, che essi non sono suscettibili di dare un'approssimazione così spinta. Ciò deriva essenzialmente da due cause. In primo luogo, mentre sarebbe possibile misurare con sufficiente precisione la velocità dell'alternatore o la frequenza propria dell'elettrodiapason, se esse fossero veramente costanti, non è possibile raggiungere questa costanza della frequenza base in modo così accurato, come ora sarebbe necessario. In secondo luogo, e questa è di gran lunga la difficoltà maggiore, partendo da una frequenza nota relativamente bassa, e procedendo per moltiplicazione, ci si trova di fronte, come si è visto, al problema della « interpolazione », ossia alla necessità di definire la frequenza incognita in rapporto a due o più frequenze, che sono multipli noti della frequenza base, anch'essa nota. Questi processi di interpolazione sono necessariamente soggetti a cause di errore, che limitano insormontabilmente l'approssimazione raggiungibile.

3. — Ambedue le difficoltà ora accennate sono state messe da parte con un nuovo procedimento, ideato e realizzato presso l'Istituto E. R. T. della R. Marina dal dott. F. Vecchiacchi, che ne discuterà in apposita nota il principio e ne descriverà i particolari tecnici. Il procedimento consiste in una demoltiplicazione della frequenza o, se si vuole, in una sincronizzazione armonica esercitata da un circuito, che oscilla con una data frequenza, su di un altro, che oscilla a frequenza più bassa. L'azione sincronizzatrice consiste nel costringere, in determinate condizioni, questo secondo circuito ad oscillare stabilmente su una frequenza, che è un'aliquota della prima secondo un rapporto intero. Ciò è ottenuto adoperando oscillatori a triodi e vincolandoli gli uni agli altri, direttamente o con l'intermediario di amplificatori (fig. 1), per mezzo di accoppiamenti induttivi. Con quattro successive demoltiplicazioni è agevole passare da una frequenza  $f$  dell'ordine delle centinaia di migliaia di periodi al secondo, ad una frequenza dell'ordine di 50-150 per/sec. La corrente di quest'ultima frequenza, opportunamente amplificata, viene usata per mantenere in moto un piccolo motore sincrono, appositamente studiato e costruito per queste esperienze. Il motorino sincrono viene portato al sincronismo a mano e la condizione di sincronismo è rilevata stroboscopicamente per mezzo di una lampada a neon.

4. — Con ciò il problema della interpolazione per la misura della frequenza incognita del piezooscillatore è completamente eliminato, perchè si può partire direttamente da tale frequenza  $f$ , giungere alla  $f$  dell'ultimo stadio

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.**

(1) Vedi: L'Elettrotecnica, 15 luglio 1927, vol. XIV, N. 20, pag. 445.

di demoltiplicazione e da questa passare alla frequenza di rotazione  $\frac{f}{n_1 n_2 n_3 n_4 n_p} = f_m$  del motore sincrono, essendo  $n_p$  il numero dei suoi archi polari. La misura poi di questa frequenza  $f_m$  può essere fatta con estrema precisione, perchè soddisfa al requisito della perfetta costanza, dato il suo rigido legame, attraverso il demoltiplicatore intero  $n_1 n_2 n_3 n_4 n_p$ , con la frequenza del piezooscillatore.

Per la misura della velocità del motore si sono usati un cronografo di precisione ad alta velocità ed un pendolo astronomico di altissima precisione sistemato in camera a temperatura costante, ambedue cortesemente prestati dal R. Istituto Idrografico di Genova. La zona del cronografo ha una velocità di circa 12 cm/sec e su di essa vengono iscritti, mediante appositi contatti montati sul pendolo e sul motore, i secondi battuti dal primo ed i giri compiuti dal secondo. Facendo durare l'esperienza anche solo 135", numerando sulla zona sia i secondi sia i giri ed eseguendo le necessarie interpolazioni lineari, si leggono i numeri di giri che corrispondono ad es. ai tempi 1", 2", 3", ..... 15" e poi quelli che corrispondono ai tempi 121", 122", ..... 135". Le differenze fra i numeri corrispondenti della seconda serie e della prima danno 15 distinti valori del numero di giri compiuto dal motore in 120". Questi numeri, per i quali è agevole determinare la sesta cifra significativa, sono fra loro evidentemente tanto più concordi in valore relativo, quanto più a lungo si fa durare l'esperienza. Ma, quando non si può misurare la temperatura del quarzo con migliore approssimazione che quella di 0°, 1 C, è inutile spingersi a intervalli maggiori. Un esempio di misura completa, ricavata da una zona di 135", è offerto dalla tabella I.

TABELLA I.

16 agosto 1927		ore 18' 46"		Quarzo Z
temperatura del quarzo nel termostato		45°, 0 C.		
Tempi	Giri	Tempi	Giri	Differenze
1	5,273	121	617,952	612,679
2	10,347	122	623,022	75
3	15,420	123	628,074	54
4	20,633	124	633,287	54
5	25,737	125	638,404	67
6	30,811	126	643,467	56
7	36,004	127	648,670	66
8	41,000	128	653,663	63
9	46,061	129	658,742	81
10	51,165	130	663,837	72
11	56,364	131	669,030	66
12	61,396	132	674,065	69
13	66,529	133	679,196	67
14	71,603	134	684,270	67
15	76,780	135	689,457	77
media ....				612,6675
frequenza di rotazione $f_m = \frac{612,6675}{120} = 5,1055625$				
$n_p = 28 \quad n_4 = 7 \quad n_3 = 5 \quad n_2 = 8 \quad n_1 = 5$				
$f = f_m n_1 n_2 n_3 n_4 n_p = 5,1055625 \times 39200 = 200\,138,0$				

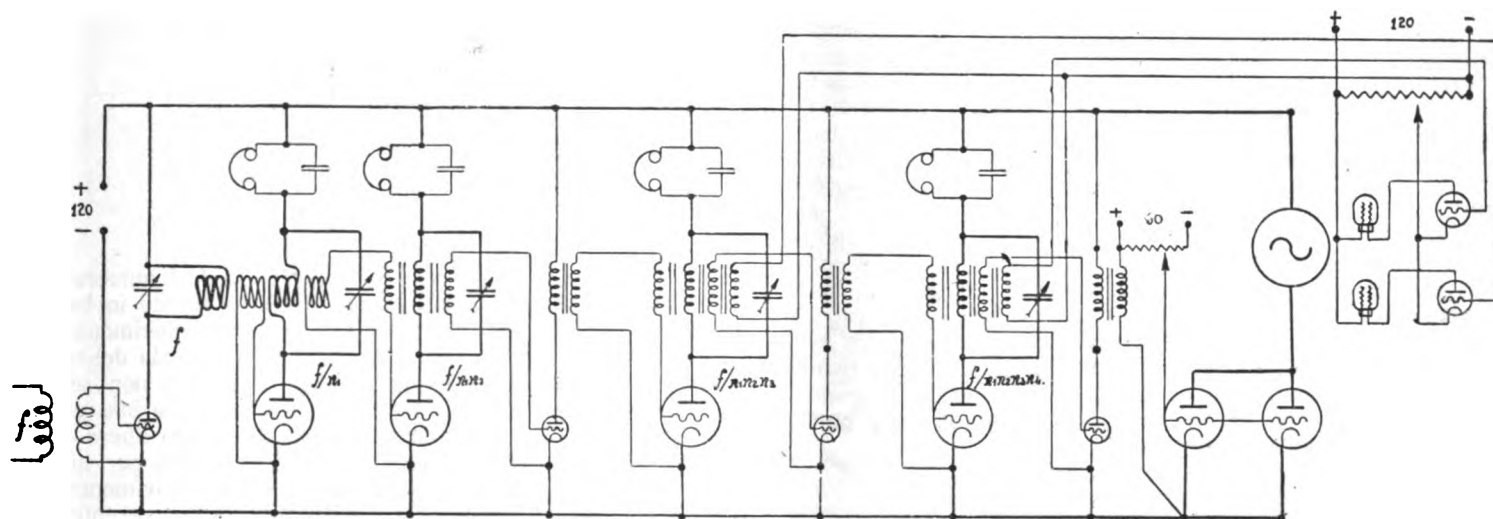


Fig. 1.

Il nuovo piezooscillatore del Bureau of Standards, fornito di termostato, contiene due piastrelle di quarzo, contrassegnate dalle lettere Y e Z. Su ciascuna di esse furono eseguite due

un medesimo quarzo, dimostra la precisione raggiunta. Con una durata di esperienza di pochi minuti, per es. 10, si può contare sicuramente sull'approssimazione di  $10^{-6}$ . Le prove fatte

TABELLA II.

	Quarzo Y		Quarzo Z	
16 agosto 1927	15' 15"	15' 31"	18' 31"	18' 46"
Temperatura .....	45°,0	45°,0	45°,0	45°,0
Giri $\times$ secondo $f_m$ .....	4,86200	4,86200	4,862425	5,10556
$n_1 \times n_2 \times n_3 \times n_4$ ( $n_p = 28$ ) .....	$5 \times 7 \times 6 \times 7$	$5 \times 6 \times 7 \times 7$	$5 \times 7 \times 6 \times 7$	$5 \times 8 \times 5 \times 7$
$f$ (quarzo) .....	200 119,9	200 119,9	200 137,4	200 138,0

misure nel modo indicato. I risultati finali sono raccolti nella tabella II.

Se si tiene ancora conto della marcia del pendolo, il quale ritarda regolarmente di 0",25 su 24, le frequenze proprie, a 45°, 0 C, dei due quarzi risultano:

Y 200 119,3      Z 200 137,1.

La concordanza dei due valori, indicati dalla tabella II per

finora sul medesimo apparecchio darebbero (sempre a 45°, 0 C):

Stati Uniti	Y 200 124	Z 200 143
Inghilterra	118	128
Francia	134	149
Italia	119,3	137,1
Germania		
Stati Uniti		

5. — E' da ritenersi che nessuno dei procedimenti, seguiti finora per le misure assolute di alte frequenze, possa neppure avvicinarsi all'approssimazione raggiunta col nuovo dispositivo. A parte la sua applicazione a queste misure, esso rappresenta una soluzione del problema della demoltiplicazione della frequenza, che potrà essere adoperata con grande utilità per altri scopi. Esso offre in particolare il modo di comandare la velocità di un motore per mezzo di piezooscillatore e di disporre quindi di una velocità di rotazione di eccezionale costanza.

## □ LA TELEFONIA URBANA E I SISTEMI AUTOMATICI □ □ □ □ □ □ □

A. FARANDA



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

Attualmente nel mondo sono in funzione oltre 30.000.000 di apparecchi telefonici e gran parte di essi sono serviti con sistemi automatici. Questa sola cifra dà un'indicazione dell'importanza dell'argomento che qui da noi è stato non eccessivamente considerato, e dell'opportunità che i tecnici si occupino di esso anche nel nostro Paese.

Nel servizio telefonico, espletato per mezzo di impiegate, chiamato servizio manuale, la richiesta di una comunicazione provoca all'ufficio centrale l'accensione di una minuscola lampadina che dà il segnale di chiamata alla telefonista. Essa collega una spina libera solidale ad un conduttore (cordone) nel Jack di risposta dell'abbonato chiamante, e riceve l'ordine della comunicazione desiderata. Quindi essa verifica con l'aiuto della spina di chiamata collegata all'altro estremo del cordone, sul pannello dei jack multipli d'abbonato che si trova davanti a sè, se la linea richiesta è libera. Se è occupata, la telefonista l'annuncia all'abbonato richiedente; se è libera stabilisce la comunicazione. Questo, per sommi capi, è il processo in un servizio manuale. Teoricamente in un servizio manuale ben costruito e ben diretto il 95 % delle richieste dovrebbe essere espletato dalle telefoniste in 5 secondi (H. Dominik). Tutti sanno che praticamente le cose procedono in modo alquanto diverso.

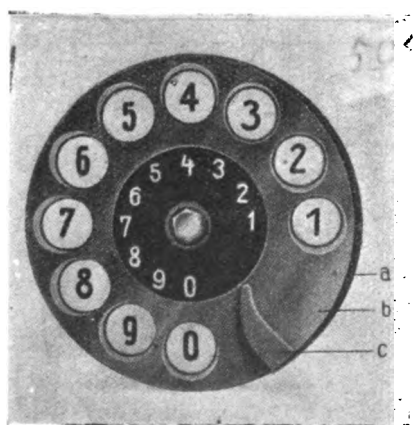


Fig. 1.

Ma anche ammettendo un servizio ideale, con i sistemi manuali non si può avere ciò che si potrebbe pretendere. La telefonista, fatta la chiamata dell'abbonato richiesto, non sempre può, come dovrebbe, seguire l'andamento della comunicazione stabilita, perchè obbligata a provvedere ad ulteriori chiamate. Per la stessa ragione la comunicazione permane a lungo dopo la fine, in modo che nè l'uno nè l'altro dei due abbonati collegati possono chiedere o ricevere altre comunicazioni. Ciò è penoso per gli abbonati stessi e più per le telefoniste le quali sono obbligate, per evitare simili ed altri inconvenienti, a prestare un'attenzione estenuante che le mette in condizioni d'abbandonare il servizio molti anni prima degli altri impiegati delle poste. Ragioni tecniche dunque, ragioni

sociali ed economiche militano in favore della trasformazione del servizio telefonico a sistema manuale in sistema automatico, il quale adottato ormai su larga scala, ha dimostrato di potere assicurare un rendimento superiore a quello dei sistemi manuali e un costo di esercizio e di manutenzione non maggiormente costoso di quelli.

Tra i vari sistemi oggi esistenti, dei quali si farà un rapido cenno, quello maggiormente esteso in Italia è il sistema Strowger-Siemens Halske appartenente ai tipi così detti *passo a passo*.

In telefonia automatica l'abbonato s'incarica di effettuare tutti i movimenti manuali necessari per stabilire una comunicazione. Per questo l'apparecchio è munito di un disco numerato in corrispondenza di 10 fori ovali, il quale disco è in relazione con un dispositivo di contatti collocato nell'interno dell'apparecchio. Staccando il ricevitore dal gancio si passa, come nei sistemi manuali, dalla posizione di chiamata alla posizione di conversazione, liberando il disco numerato, il quale può, quindi, essere messo in rotazione nel senso degli indici d'un orologio (fig. 1 e 2).

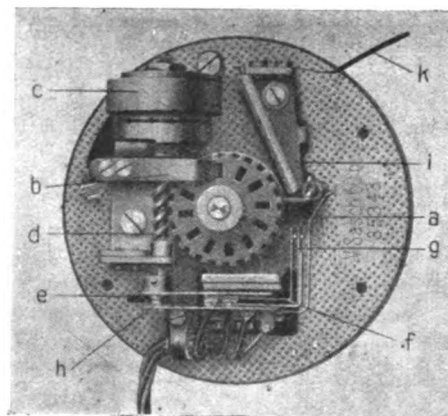


Fig. 2.

L'abbonato introduce un dito in uno dei fori numerati e fa rotare il disco fino ad un gancio d'arresto situato in basso a sinistra. Non ha influenza il fatto che questo movimento di rotazione si faccia più o meno rapidamente a seconda del temperamento dell'abbonato; giacchè esso movimento non serve che a tendere una molla, la quale riconduce nella sua posizione iniziale il disco, non appena questo è lasciato libero dall'abbonato, e con una velocità, regolata una volta per tutte, da un regolatore a forza centrifuga. In questo movimento di ritorno il disco produce tante interruzioni della corrente di linea per quante sono le unità del numero corrispondente al foro adoperato dall'abbonato per la rotazione del disco. Così in modo assai semplice l'abbonato può inviare alla centrale da 1 a 10 impulsi di corrente tante volte quanto gli piaccia.

### Funzionamento dell'ufficio centrale.

L'organo più interessante ed essenziale dell'ufficio è il selettore. Quest'apparecchio (fig. 3) è costituito da tre ordini di contatti disposti a semicircolo sovrapposti e di cui ciascuno si compone di dieci serie possedente ciascuna 10 contatti. Mentre che due dei tre ordini di contatti ricevono le linee di andata e ritorno (linee a e b) del circuito di conversazione, il terzo ordine è messo in relazione con la linea di guardia la quale si trova solamente all'ufficio centrale, ove è messa a terra. Questa linea s'indica con la lettera c. Lungo l'asse longitudinale del semicilindro formato dagli ordini di contatti è un albero portante tre spazzole, solidali ad esso che strisciano sui contatti; quest'albero può essere sollevato, girato o liberato e portato alla sua posizione iniziale per mezzo di tre elettrocalamite. La figura 3 permette di distinguere le parti dentate longitudinalmente e trasversalmente dell'albero selettore sulle quali agiscono i nottolini delle elettrocalamite di sollevamento di rotazione e di sganciamento. Non appena il nottolino del magnete di sganciamento libera l'albero selettore, questo gira sotto l'azione di una molla a spirale che era stata caricata durante la rotazione e ricasca nella posizione di riposo sotto l'azione del proprio peso. Supponiamo che un selettore, secondo la fig. 4 sia messo in relazione con l'apparecchio dell'abbonato in modo che la prima

serie d'interruzione di corrente fatta dall'abbonato, corrispondente al ritorno a posto del disco combinatore, si trasformi alla centrale in impulsi di corrente. Questi impulsi eccitano l'elettrocalamita di sollevamento che porta l'albero al livello dei contatti di tanti passi per quante sono le unità del numero trasmesso. In seguito, alla seconda serie d'interruzioni, fatte dall'abbonato, l'elettrocalamita di rotazione è messa in movimento e fa girare l'albero del selettore di un numero di passi pari alle interruzioni provenienti dall'abbonato. Se i 100 contatti del selettore sono numerati da 00, 01, 02.... fino a 99 è evidente che l'abbonato può collegare la sua linea con quella degli altri 99 abbonati i quali hanno le linee collegate ai contatti dello stesso selettore. Se dunque l'ufficio è costituito solo da 100 abbonati, si può ottenere la comunicazione automatica se ogni abbonato è fornito di un simile selettore e se si fanno passare (si moltiplicano) le 100 linee degli abbonati su i 300 contatti di ciascuno dei 100 selettori. Ma se un impianto di questa natura può essere adatto per un ridotto numero di abbonati per es. 100, diventerebbe addirittura proibitivo per un numero assai maggiore quale suole essere in pratica nelle città di una certa importanza come 10.000 o 100.000. Bisognerebbe in tal caso avere dei selettori con banchi di contatti di 1.000, 10.000, 100.000 ciascuno; il che sarebbe assolutamente impossibile. Allora ci si serve di vari ordini di selettori intermedi identici nella struttura, un po' diversi nella funzione, a quelli sopra descritti e che si dicono *Selettori di gruppo*.

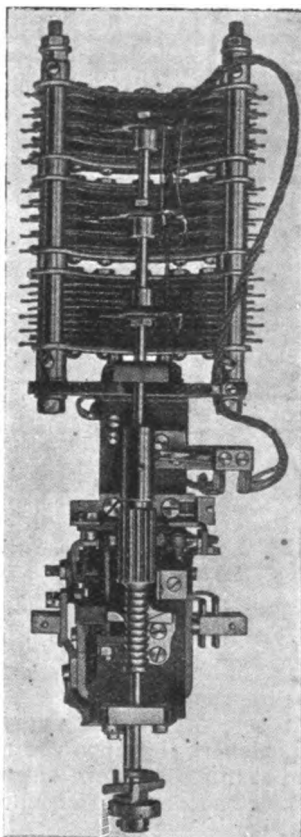


Fig. 3.

Le linee di ciascun abbonato sono prima collegate ad un simile organo. Da questi selettori di gruppo partono delle linee di connessione verso i selettori di cui si è detto nell'esempio di una centrale a 100 numeri e che si chiamano allora selettori di linea, in modo che i 10 contatti della prima serie del selettore di gruppo sono collegati ai selettori di linea del 1° gruppo di centinaia, che i 10 contatti della seconda serie sono collegati ai selettori di linea del secondo gruppo di centinaia e così di seguito. L'effetto di questa disposizione è il seguente: Se per esempio un abbonato vuol chiamare il n. 327, egli sposta il suo disco a mezzo del foro corrispondente alla cifra 3 ed ottiene nella marcia di ritorno del disco stesso che l'albero del suo selettore di gruppo si sollevi fino alla terza serie di contatti, di cui i contatti sono collegati a 10 selettori di linea dal gruppo 300 al gruppo 399. A questo punto l'albero del selettore di gruppo eseguisce automaticamente una rotazione fino al punto in cui il suo braccio di contatto *c* raggiunge il contatto *c* di una linea di comunicazione

di cui il corrispondente selettore è libero. Questo movimento di rotazione dell'albero del selettore di gruppo si compie, come fu detto, automaticamente contrariamente a quello del selettore di linea e si chiama « *selezione libera* » per distinguerla da quella effettuata dall'abbonato a mezzo delle interruzioni di corrente provocate dal suo disco combinatore.

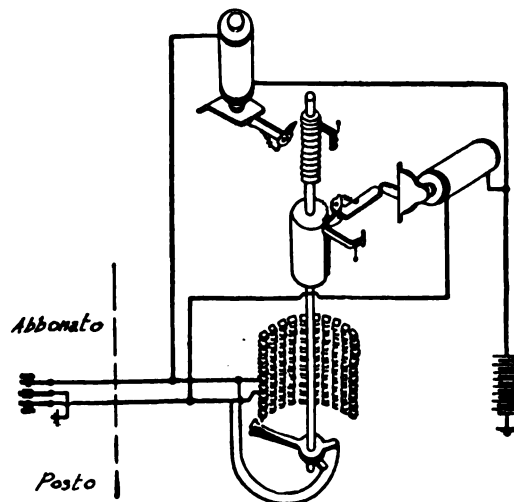


Fig. 4.

Per mezzo quindi del suo selettore di gruppo l'abbonato è ora in comunicazione con un selettore libero del gruppo del centinaio desiderato. Spostando poi il disco successivamente col foro 2 e 7 l'abbonato sceglie a mezzo di questo selettore nel centinaio richiesto il numero 27 e si trova quindi collegato con l'abbonato 327.

La fig. 6 rappresenta un sistema a 10.000, che permette il collegamento di abbonati i cui numeri vadano fino al 9999.

Per ottenere la selezione della quarta cifra occorre una seconda serie di selettori di gruppo. Per un sistema a 100.000 occorre una terza serie e così via.

Un esame attento della fig. 5 permette di riconoscere in qual modo si possono economizzare molti selettori.

E' noto che, sia pure all'ora del massimo carico, sulla quale bisogna basarsi per il calcolo degli organi di comunicazione, non tutti gli abbonati parlano contemporaneamente. Così non è necessario prevedere selettori di gruppo o di linea in tal numero che in ogni istante ogni abbonato possa avere a sua disposizione degli organi selettori in serie completa; bisogna invece disporre di un numero di selettori in proporzione al numero di comunicazioni simultanee. Ne risulta che in un gran numero di linee l'abbonato dev'essere collegato al numero di selettori di gruppo previsti in numero ridotto, i quali perdono pertanto il carattere d'individualità. Ciò si effettua mediante un'altra selezione libera detta « *preselezione* » la quale si compie mediante organi speciali di costo assai ridotto rispetto a quello dei selettori di gruppo e di linea che si chiamano « *Preselettori* ».

Quindi ogni linea d'abbonato è raccordata all'ufficio centrale non ad un selettore di gruppo come si è detto prima, ma ad un « *preselettore* » non avente che un solo ordine di contatti, tre serie per le linee *a*, *b*, *c*, ciascuna ad 11 contatti di cui il primo riservato alla posizione di riposo dei bracci del selettore.

Questi selettori sono disposti in gruppi di cui i contatti sono collegati tra loro per mezzo di cavi multipli. Di ciascuno di questi gruppi un numero di linee di connessione conduce dunque ai selettori di gruppo della prima serie di numeri. I preselettori eseguono soltanto un movimento di rotazione senza moti di sollevamento.

Per questa speciale disposizione delle cose determinati abbonati non possono raggiungere che determinati selettori di gruppi di prima serie. Da deduzioni teoriche e da numerose esperienze si è visto che per aumentare il rendimento dei selettori è vantaggioso formare dei gruppi il più grande possibile e di dare accesso agli abbonati ad un numero di primi selettori egualmente il maggiore possibile.

Si ottiene questo risultato inserendo una seconda serie di preselettori che per maggiore chiarezza non furono segnati in fig. 3. Per mezzo di questa serie complementare di preselettori si possono fronteggiare delle intensità medie di traffico prevedendo 5 a 6 % di selettori di gruppo della prima serie,



6 a 7 % di selettori del secondo gruppo e del terzo, e 10 % selettori di linea o connettori.

Si dividono dunque in gruppi gli organi di chiamata degli abbonati e si attribuiscono a ciascuno di questi gruppi un numero di linee ausiliarie che vanno ad un gruppo comune di selettori di primo gruppo.

Per far sì che ciascun selettore del primo gruppo attribuito ad un dato nucleo di abbonati, abbia il rendimento massimo, la grandezza da dare all'assieme di selettori del primo gruppo e la misura secondo cui ciascun abbonato del nucleo possa raggiungere ciascun selettore del primo gruppo dell'assieme è data dal diagramma della fig. 6.

Da esso si rileva il rendimento delle linee ausiliarie secondo gli aggruppamenti o fasci formati.

La curva *a* mostra il rendimento ottenuto con dei raggruppamenti completi di linee.

In questi raggruppamenti, ciascuno abbonato o selettore anteriore può raggiungere tutte le linee del fascio formato.

Il rendimento di ciascuna linea migliora con l'aumento del

trarsi in questo argomento che pure è, nel campo della telefonia automatica, del massimo interesse.

Il circuito del preselettore è costituito di tal maniera che esso entra automaticamente in funzione non appena un abbonato stacca il suo ricevitore dal gancio; e ruota fino al momento in cui abbia raggiunto un contatto di un secondo preselettore che sia libero; questo a sua volta automaticamente si mette in rotazione fino a che non abbia raggiunto un contatto che sia in corrispondenza di un selettore di gruppo della prima serie che si trovi precisamente libero. Tutto ciò si avvera in una frazione di secondo, (0,092) e quindi assai prima che l'abbonato abbia potuto mettere in moto il disco combinatore per sollecito che egli sia a far ciò. E quindi l'abbonato è in grado di trasmettere la comunicazione voluta. Se per es. egli vuol chiamare l'abbonato 2359 farà col suo disco successivamente le cifre 2, 3, 5, 9, l'emissione di una cifra e il ritorno del disco a riposo dura tutt'al più 1,5 secondi cosicchè dopo sei secondi per chiamare un numero di quattro cifre l'operazione è ultimata. La stessa velocità di lavoro corrisponde nei selettori all'ufficio centrale.

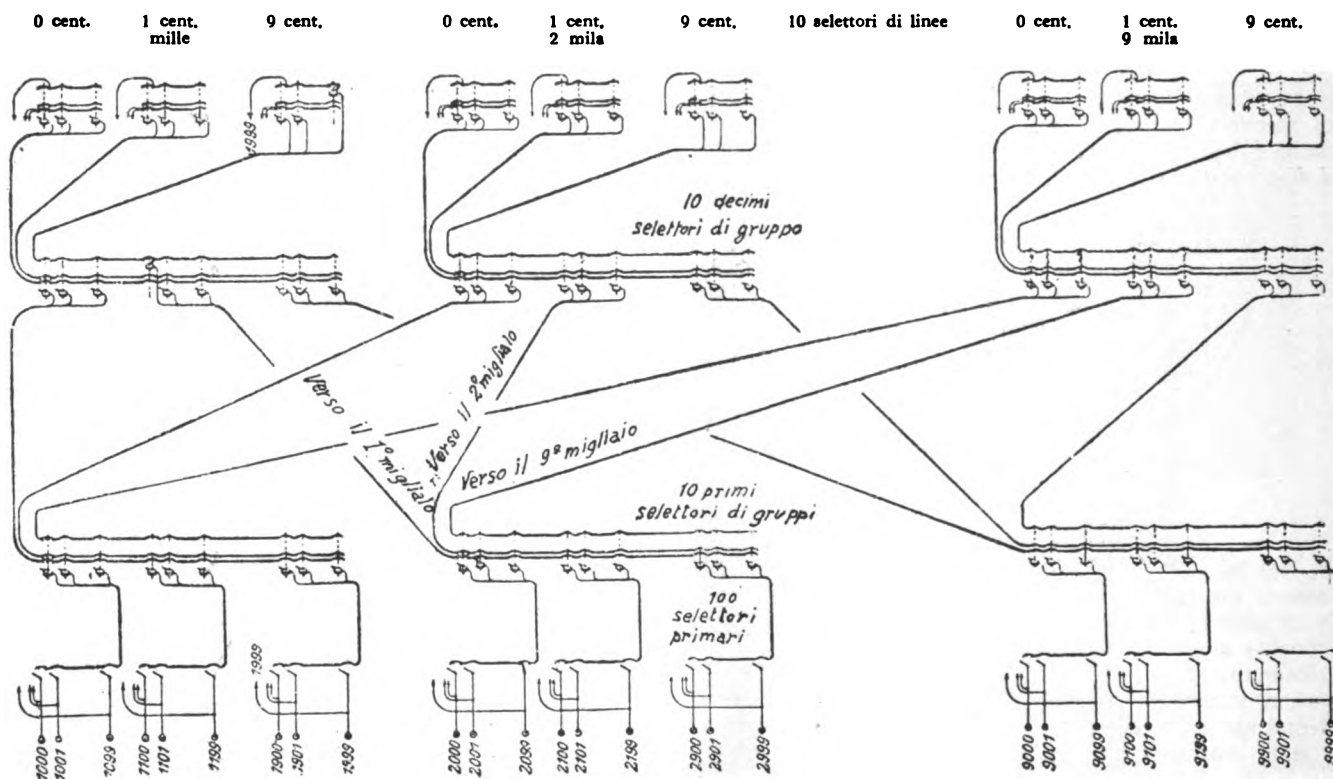


Fig. 5.

numero delle linee costituenti il fascio. Così per 10 linee il rendimento di ciascuna raggiunge 20 minuti durante l'ora del massimo traffico.

Per un raggruppamento completo di 100 linee, il rendimento per linea o ciò che è lo stesso, per selettore non migliora che insensibilmente come mostra la curva che tende a diventare orizzontale. Dal che ne viene che il maggiore rendimento dei selettori di gruppo si ha disponendoli in gruppi di 100 unità che possono essere raggiunti da un gruppo d'abbonati in modo che ciascun abbonato del gruppo possa servirsene.

La curva *d* della fig. 6 indica che se le 100 linee ausiliarie si dividono in aggruppamenti di 10 il rendimento di esse, e quindi dei selettori a cui mettono capo, scende da 20 a 15 minuti.

Il che conduce a dover fare un aumento del traffico, su quello previsto per il calcolo dei selettori, di una percentuale tanto più alta quanto maggiore è stata la diminuzione delle unità costituenti i gruppi, per sopperire appunto all'abbassamento di rendimento dei selettori.

Dunque per realizzare la maggiore economia in un impianto automatico occorre prevedere grandi gruppi o quanto meno disporre le cose in modo come se si fosse in presenza di grandi aggruppamenti il che si ottiene, come si disse, a mezzo dei secondi preselettori e di speciali disposizioni (incroci) delle linee ausiliarie. Così dei preselettori primi con uscite a 10 linee potendo cercare nella direzione di preselettori secondi pure a 10 linee è come se si operasse entro gruppi a 100 linee. Ma non si può in una esposizione breve come la presente adden-

Qui occorre ora distinguere due eventualità: l'abbonato richiesto è già in altra comunicazione precedentemente stabilita, in questo caso il selettore di linea non stabilisce la comunicazione; ma i vari selettori di gruppo che avevano lavorato in catena ciascuno fino al primo selettore di gruppo il quale invia verso l'apparecchio dell'abbonato chiamante uno speciale se-

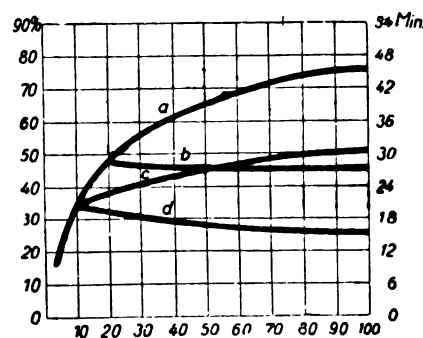


Fig. 6.

gnale d'occupato; l'abbonato riattacca allora il suo ricevitore e quindi il primo selettore di gruppo e i preselettori ritornano in posizione di riposo. O la linea dell'abbonato richiesto è libera, e in questo caso il connettore si ferma su essa e chiama l'abbonato richiesto regolarmente ad intervalli di 10 secondi fino a che questo abbonato non stacca il suo ricevitore.

Contemporaneamente l'abbonato chiamante percepisce un suono caratteristico che lo avverte della chiamata in corso. Se alla fine della comunicazione l'abbonato chiamante riattacca per primo il ricevitore al gancio, tutti i selettori rientrano nella posizione di riposo, salvo il selettore di linea dell'abbonato chiamato, il quale selettore non ritorna a riposo se non dopo che l'abbonato abbia riappeso il ricevitore al gancio. Ecco nelle sue grandi linee il modo di funzionamento pratico di un ufficio centrale automatico.

Prima di addentrarci in altri particolari è opportuno far cenno qui di un altro vantaggio del sistema automatico il quale scaturisce dalla possibilità di selezionare una comunicazione attraverso vari selettori di gruppo e che conduce a straordinarie economie a condizione di una razionale disposizione degli impianti e di un opportuno dimensionamento di essi.

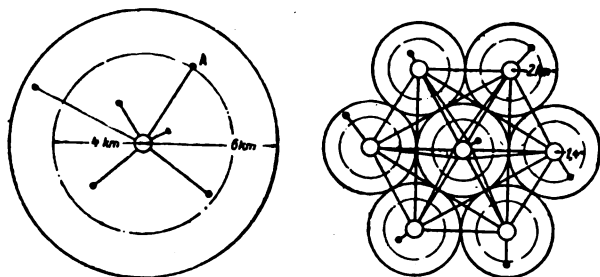


Fig. 7.

Nelle città di media grandezza ad un solo ufficio centrale manuale l'impianto costa, riferendo la spesa ad un abbonato, per l'ufficio centrale il doppio circa e per la rete fino a cinque volte più dell'apparecchio, quindi le maggiori economie bisogna cominciarle a realizzare sul costo della rete, se si vogliono ridurre le spese d'impianto.

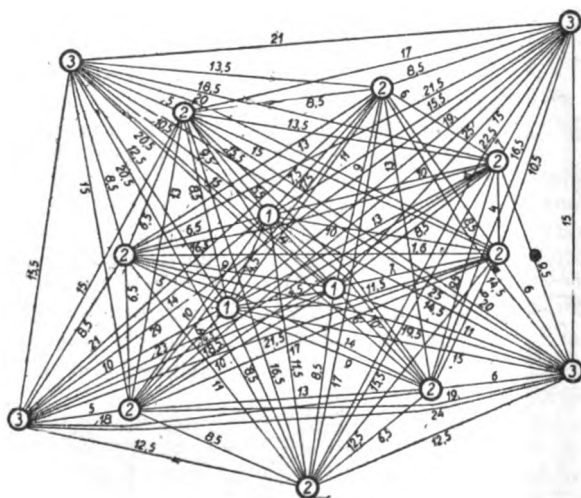


Fig. 8.

Ma in un sistema automatico le distanze tra le varie serie di selettori sono praticamente indifferenti, si può senza modificare il metraggio dei cavi occorrenti all'ufficio, nè il modo di servirsene, installare differenti uffici attribuendo ad ognuno brevi linee di collegamento degli abbonati e disponendo tra ufficio ed ufficio un numero di linee di giunzione tra l'uno e l'altro assai limitato, realizzando così delle sensibili economie, pur dovendo affrontare le spese di costruzione o di affitto per i vari fabbricati degli uffici (fig. 7).

Si fa in pratica, seguendo questo principio, grande uso di questa suddivisione in uffici centrali principali, uffici secondari e uffici ausiliari. Una simile suddivisione è anche applicata nei sistemi manuali ma con assai minor rendimento che nei sistemi automatici, per le maggiori spese di esercizio e per il maggior numero di linee di giunzione occorrenti dato il loro minore rendimento negli impianti a commutazione manuale.

Un esempio <sup>(1)</sup> illustrerà meglio quanto si disse avanti.

Si supponga un'installazione di un ufficio centrale per 7000 linee distribuite su una superficie di circa 6 km di raggio. In un impianto simile la lunghezza media della linea d'abbonato è di 3 km supponendo identica la densità di distribuzione degli abbo-

nati su tutta la superficie. Occorreranno dunque in totale km  $7000 \times 3 = 21.000$  di linea. Decentralizzando, per esempio con sette centrali (fig. 7) la lunghezza media della linea d'abbonato arriva soltanto ad 1 km circa, cosicchè si ha in complesso un impiego totale di 7000 km di linea d'abbonati.

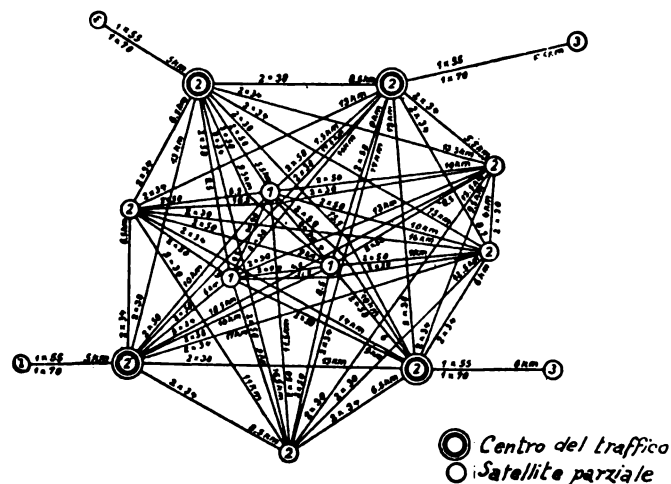


Fig. 9.

Ma a questi bisogna aggiungere le linee d'intercomunicazione tra le varie centrali di cui il numero è determinato dall'intensità del traffico. Ammettendo 20 comunicazioni per abbonato e per giorno di una durata media di minuti 1,5 occorrono per ogni ufficio 20 circuiti di andata che hanno in media una lunghezza di 5 km, 4.

Occorrono quindi km  $6 \times 20 \times 7 \times 5,4 =$  km 4536 di circuiti intercomunicanti cioè in totale km 11.536 in luogo di

Circuiti trasversali

Ufficio ausiliario di concentrazione	Fasci	Doppini
1 e 1	2	90
1 e 2	2	50
2 e 2	2	30
1 e 3	2	13
2 e 3	2	10
3 e 3	2	5

km 21.000 del caso di un unico ufficio, il che equivale ad una economia del 45 per cento.

Seguendo sempre l'esempio tracciato dall'Ing. Langer si consideri un impianto più grande costituito da 15 uffici (fig. 3).

Di queste centrali tre di esse abbiano 10.000 linee al centro della città, otto situati intorno con 5000 linee ciascuna e quattro alla periferia con 1000 linee ciascuna. A seconda del numero degli abbonati queste centrali siano indicate coi numeri 1, 2, e 3. Trascuriamo di tenere conto delle linee di abbonato che ridotte a lunghezza minima non pesano sul totale chilometraggio dei cavi. Occorre dunque vedere quale potrebbe essere la disposizione più favorevole delle linee di giunzione tra le varie centrali. Ammettendo 15 comunicazioni per giorno e per abbonato della durata di 1,5 minuti e una identità di traffico per ogni centrale, supponiamo le centrali collegate secondo il sistema adottato anticamente per le centrali manuali. Il numero di circuiti occorrenti in questo caso è indicato dallo specchio riportato con lo schema quotato della disposizione delle varie centrali (fig. 9).

La lunghezza totale dell'insieme dei circuiti di collegamento comporta qui 58874 km con 210 gruppi di giunzione e 1339 km di canalizzazione di cavo o di tratti di circuito aereo. Sono previsti fasci di 90, 50, 30, 13, 10, 5 circuiti tra gli uffici.

(1) M. LANGER.

Ne risulta un'assai debole utilizzazione di linee, particolarmente dei circuiti che, nei piccoli fasci, si estendono fino agli uffici più eccentrici. Se si uniscono in un solo fascio i fasci che si dirigono verso le centrali della periferia e che costituiscono la parte meno economica dell'impianto e se si conduce questo fascio alla centrale urbana più vicina, come è indicato in fig. 9, il numero dei circuiti del fascio è in questo caso aumentato e quindi aumentata la loro utilizzazione. Nella stessa fig. 9 i numeri dei circuiti necessari sono segnati sugli assi di collegamento e dal calcolo (per il caso di centrali automatiche) si scorge che in questo caso 51.148 km di circuiti di collegamento sono necessari solamente e quindi sono necessari 118 gruppi d'intercomunicazione. Si economizza quindi non solo il 15 % sui circuiti, ma pure il 45 % sui gruppi d'intercomunicazione, con enorme semplificazione dell'intera rete. Si può però spingere ancora di

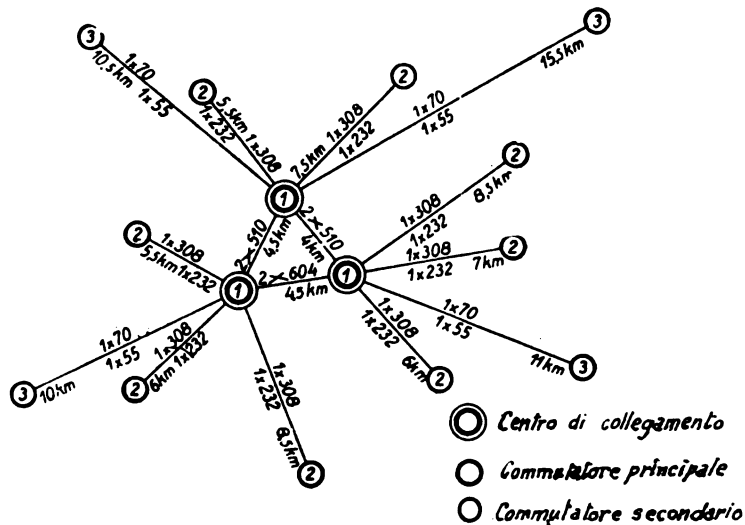


Fig. 10.

più la riunione dei circuiti, come indica la fig. 10, cioè costruire per ciascuna zona della rete un ufficio centrale nodale (uffici tandem principali) in tutto tre.

La fig. 11 mostra i circuiti necessari. Si ha così un impiego di 49.411 km di circuiti e 30 gruppi d'intercomunicazione con relativa grande economia. Ma si può ancora spingersi oltre su questa via e guidare i circuiti degli uffici periferici alla centrale urbana più prossima ad ognuno di essi, ottenendo così 48.803 km di linee di giunzione per lo stesso numero di centrali di prima (fig. 11).

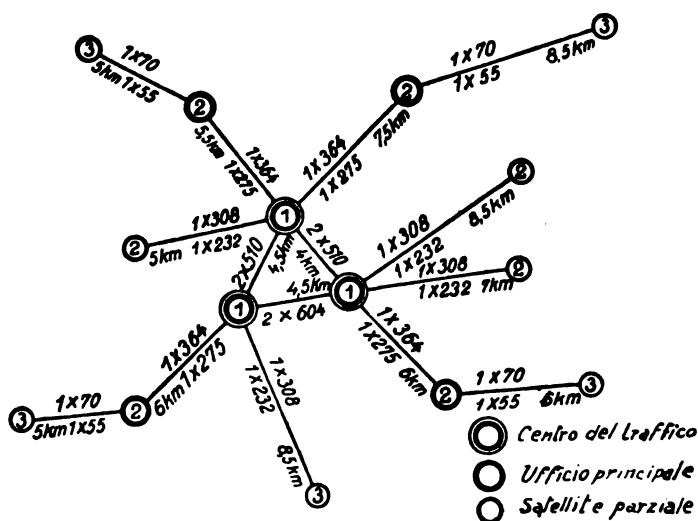


Fig. 11.

Dal confronto delle figure 8 e 11 si vede una economia del 17 % per i circuiti e del 94 % per i condotti dei cavi.

Per collegarsi con l'ufficio desiderato con questo procedimento di giunzione è necessario seguire una via più lunga; ma ciò è compensato ad usura da una migliore utilizzazione dei circuiti.

Si può ancora seguire un altro procedimento come mostra la fig. 12 che consiste nel rilegare tra loro le centrali di una

medesima zona, e in questo caso il collegamento con un'altra zona mette capo ad una centrale di quest'ultima.

Con questo procedimento si ottiene, come è indicato sullo schema, 52.695 km di circuiti di collegamento tra le centrali e 90 gruppi d'intercomunicazione come si scorge dalla fig. 13. In questo modo si possono collegare tra di loro i fasci della periferia, ottenendo così 50.031 km di lunghezza di circuito e 60 gruppi d'intercomunicazione. Si suppone in tutti questi procedimenti che i circuiti di collegamento si dirigano verso i primi selettori di gruppo formando dei fasci completi utilizzabili secondo la curva *a* della fig. 6 e cioè secondo un massimo di rendimento.

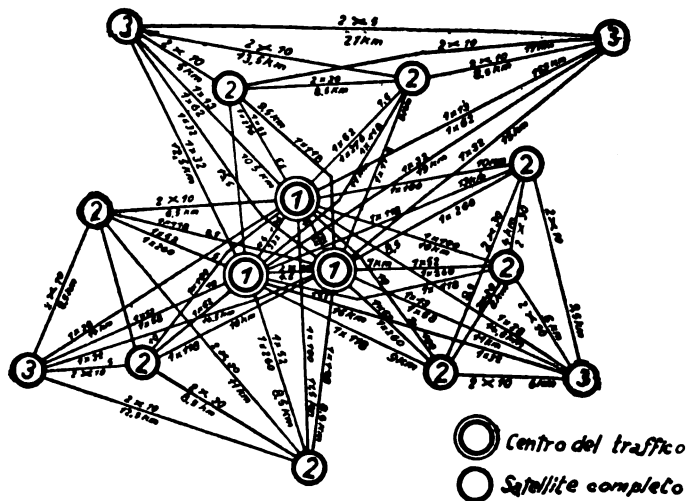


Fig. 12.

Per non indugiarsi troppo su questo argomento si dirà finalmente che il collegamento diretto è la sola maniera conveniente di collegare tra loro le centrali urbane quando si dispongano tra le centrali fasci da 100 circuiti.

Ma non essendo ciò conveniente nella maggior parte dei casi, è necessario dividere la città in varie zone e tutti gli uffici di una zona data sono collegati tra loro direttamente e solo l'ufficio principale di ciascuna zona locale è collegato a tutti gli altri uffici della città.

Non si può qui in una trattazione assolutamente sommaria riportare tutta la importante memoria dell'Ing. Langer. Si è voluto far cenno di alcuni tra i punti più importanti per indicare la natura e l'utilità di queste speciali questioni che si presentano in telefonia e che non hanno riscontro in altre branche dell'industria elettrica.

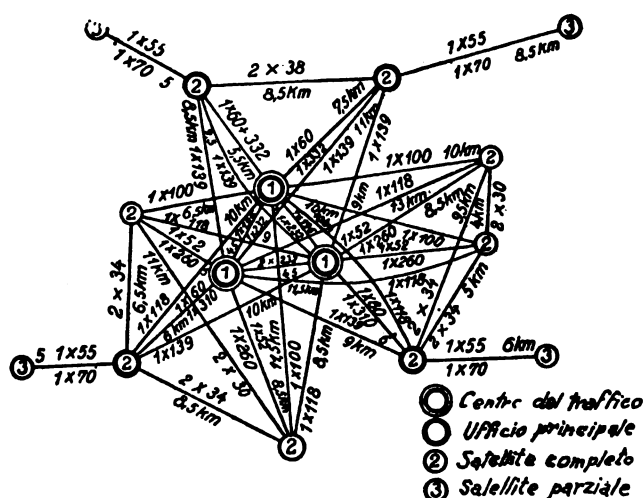


Fig. 13.

### Funzionamento elettrico.

Allo scopo di dare un'idea del funzionamento elettrico di una centrale sistema passo a passo del tipo Strowger-Siemens, descriveremo qui uno schema per una centrale a 100 numeri ad un solo preselettore.

Data con ciò un'idea del funzionamento elettrico di una piccola centrale si può intuire come possa funzionare una centrale a 1000, 10.000, 100.000 abbonati. In pratica hanno tro-

vato una grande applicazione il sistema di messa a terra e il sistema a circuito completamente metallico. Nei due sistemi le operazioni risultanti dal fatto del distacco del ricevitore sono identiche al posto dell'abbonato e nel preselettore. Per il distacco del ricevitore, la leva di scambio dell'apparecchio chiude il circuito di linea e una corrente continua circola partendo dalla batteria della centrale, attraversando il relais di chiamata *R* del preselettore (fig. 14). Questo preselettore possiede inoltre un relais di separazione *T* e porta sul suo albero di connessione oltre i bracci *a*, *b*, *c*, un quarto braccio *d* per il quale quando il preselettore è a riposo il suo relais *T* è messo in azione quando l'abbonato è chiamato con l'intermediario di un selettore di linea. Si evita così che nel caso in cui l'abbonato chiamato stacchi il ricevitore dal gancio, il suo preselettore cominci a funzionare. Nella posizione di lavoro del preselettore le correnti d'interruzione passano per il braccio *d*, e riconducono il suo albero di connessione nella posizione di riposo, dopo che *T* è fuori circuito.

Il relais di chiamata *R*, quando funziona, invia delle correnti d'interruzione nell'elettrocalamita di rotazione *D*, la quale fa girare il selettore tanto finchè il suo braccio *c* tocca la linea *c* che va ad un selettore libero della serie designata. Per mezzo del relais di ricerca *C* di questo selettore, il relais *T* del preselettore è messo sotto corrente, taglia l'elettromagnete di rotazione *D* e commuta la linea d'abbonato *a-b* del relais di chiamata sulla linea diretta *a-b* che va al selettore occupato. Il preselettore rimane quindi immobile.

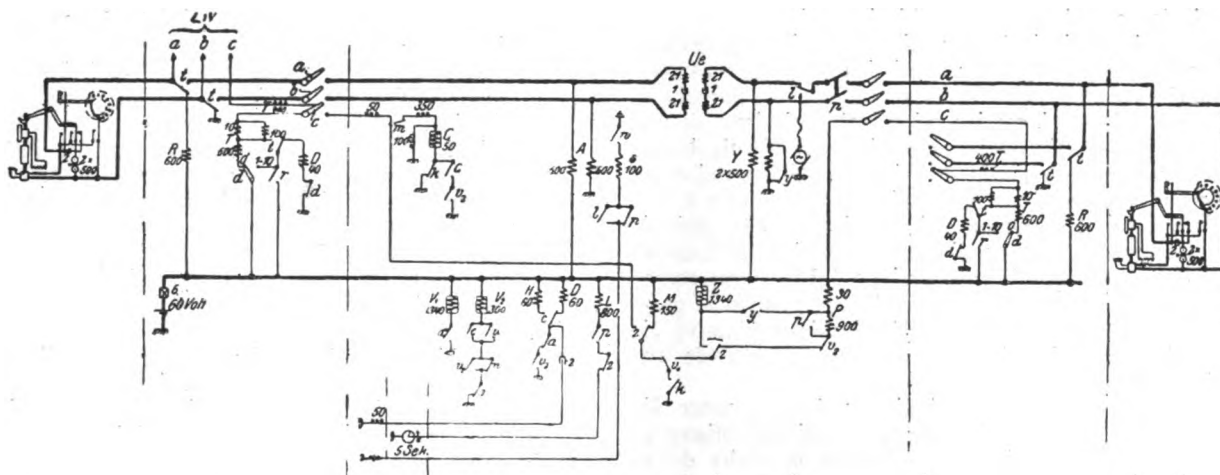


Fig. 14.

La descrizione seguente si riferisce solamente alle operazioni che si effettuano in una installazione per un centinaio di abbonati.

Per intendere lo schema qui riprodotto bisogna tener presente che i relais indicati con le lettere maiuscole (*A*, *V*, *Z*, ecc.) azionano i contatti che portano le identiche lettere minuscole (*a*, *v*, *z*, ecc.). Lo schema è relativo allo stato di riposo di tutto il sistema, al momento in cui tutti i relais sono liberi di corrente. Il contatto di testa *k* (in alto sul selettore) e i contatti dell'albero *w* sono azionati meccanicamente, *k* al primo passo di sollevamento, *w* al primo passo di rotazione dell'albero di connessione, e essi non tornano nella posizione di riposo che col tornarvi di questo, *m* è azionato dall'elettromagnete di sganciamento *M*.

Quando si stacca il ricevitore, il relais *A* del selettore di linea agisce in conseguenza della messa in circuito diretto della *a-b* dal preselettore e mette sotto corrente il relais ad azione ritardata *V*, col suo contatto di lavoro *a*.

Nel ritorno del disco, il circuito di corrente resta chiuso, e quindi nulla muta all'ufficio centrale.

Col ritorno del disco il circuito al posto di abbonato è aperto tante volte quante sono le unità della cifra impegnata, e alla centrale il relais *A* lascia dunque tante volte la sua ancora.

L'ancora del relais ad azione ritardata *V*, non può seguire queste interruzioni rapide del contatto *a*, ne segue che *V*, resta eccitato durante l'invio degli impulsi e mantiene chiuso il suo contatto di lavoro *v*. Quando l'ancora del relais *A* si stacca, il relais *V* riceve per mezzo del contatto di riposo *a*, il contatto dell'albero *w* e il contatto di lavoro *v*, degli impulsi di corrente che provocano un'attrazione continua della sua ancora, giacchè *V* è egualmente costituito come un relais ad azione ritardata.

Dal primo impulso di corrente si chiude dunque un circuito attraverso *v* - *a* - *c* (il relais *C* è egualmente sotto corrente attraverso la linea di ricerca proveniente dal preselettore, attraverso *m* e *k* come fu detto prima) e per mezzo dell'elettrocalamita di sollevamento *H* del selettore, questo circuito si apre nuovamente su *a* seguendo gli impulsi, di maniera che l'albero di connessione si solleva del numero voluto di gradi.

Al primo passo di sollevamento il contatto di testa *k* si apre, in modo che l'elettrocalamita di prova *C* si mantiene ora al di sopra di *c*, *v*.

Dopo il ritorno del disco combinatore il relais *A* è di nuovo eccitato, il circuito *V* è dunque interrotto in modo continuo in *a*, *V* casca e apre egualmente la corrente di *C* - *C* stacca, ma il relais *T* del preselettore continua ad essere mantenuto in azione dallo shunt di 100 ohm.

Quando il disco ritorna nuovamente per la seconda serie di numeri, il relais *V* entra in azione subito dopo il primo distacco dell'ancora di *A*. Ma questa volta l'eccitazione dell'elettrocalamita di rotazione *D* del selettore è provocata attraverso il suo contatto di riposo *c*, per l'avvenuta messa fuori circuito di *c*, e l'elettrocalamita *D* conduce l'albero di connessione sulla linea dell'abbonato richiesto.

Sin dal primo passo di rotazione il circuito *V* è interrotto al contatto di riposo *w*. Ma *V* resta eccitato attraverso *v*. Nello stesso tempo per mezzo del contatto di lavoro *w* si prepara la via ad una corrente ronzante che trasmette una bobina *s* avvolta sul relais *A*.

Quando la linea dell'abbonato richiesto è occupata, la sua linea *c* resta inerte al contatto di riposo del suo preselettore, o meglio essa è messa a terra attraverso una resistenza di 30 ohm del relais di prova del selettore di linea. Nei due casi il relais di prova *P* del selettore di linea non può agire e l'abbonato chiamante riceve attraverso il contatto di riposo *p* e la bobina *s* il segnale di occupato. Se attacca allora il suo ricevitore il circuito è interrotto al suo apparecchio, *A* e *V* lasciano cascare le loro ancore e per il seguente circuito: Terra, — *k* — *v*, *z* *M* — batteria, l'elettromagnete di disinnesto è messo in azione e riconduce il selettore nella sua posizione di riposo.

Se la linea dell'abbonato chiamato è libera *P* funziona e chiude il circuito della batteria attraverso il relais di suoneria *L*, *p*, *z*, e l'interruttore di 5 secondi e di *l'* alla terra, *L* agisce di maniera intermittente e mette in *l* una corrente di chiamata sulla linea diretta venendo da *P*. Non appena l'abbonato chiamato stacca il ricevitore, il relais *Y* agisce e riceve così la sua corrente di microfono. *Y* mette inoltre sotto corrente il relais del contatore *Z* (batteria — *Z* — *y* — *p* — *v* — *z* — *v*, *k* — terra) questo relais si mantiene per mezzo del circuito più corto, batteria — *Z* — *z* — *v* — *k* — terra, anche quando l'abbonato chiamato ha riattaccato il ricevitore e che *Y* è così messo fuori circuito.

La linea *c* è così completamente staccata, di maniera che il relais *T* del preselettore del chiamato è egualmente privato di corrente, in modo che si rende di nuovo libero per gli altri selettori di linea. Solamente quando l'abbonato chiamante, riattacca e quindi *A* e *V* rilasciano le loro ancore, il circuito di *Z* è egualmente interrotto. Ma essendo *Z* un relais ad azione ritardata, si stabilisce provvisoriamente il circuito seguente per il contatore di comunicazione dell'abbonato chiamante: terra — *k* — *v*, — *z* — linea *c* — contatore — *t* — braccio *d* del



preselettore — batteria —. Per il ritardo al distacco dell'ancora di Z il contatore di comunicazioni, riceve di nuovo corrente ridotta dalle resistenze di 50, 350, 100 ohm e fa contemporaneamente avanzare di una cifra la ruota numerata. Inoltre l'elettrocaramita di distacco del selettore di linea riceve corrente dal circuito sumenzionato e riporta il selettore nella sua posizione di riposo. Per effetto del funzionamento di M il suo contatto laterale *m* interrompe la linea *c* che va al preselettore di cui il relais *T* resta per questo fatto senza corrente e ritorna per conseguenza nella sua posizione di riposo sotto l'influenza di *D*.

### Sistemi automatici a comando indiretto.

Una famiglia di sistemi assai diversi per struttura e per principii di funzionamento è costituita dai sistemi a comando indiretto. Non è possibile in una trattazione necessariamente limitata come questa, dare una descrizione sia pure approssimativa di questi sistemi i quali sono assai complicati. Ci limiteremo quindi ad enunciarne le caratteristiche:

1) L'avanzamento degli organi non è più comandato dalla manovra del disco di trasmissione dell'abbonato. Le cifre inviate dall'apparecchio sono registrate da un apparecchio speciale. Inoltre il movimento degli organi di selezione si compie sotto l'azione di una forza motrice interna alla centrale e le selezioni successive si fanno seguendo le cifre trasmesse e conformemente ad un certo piano di traduzione prestabilito (Milhaud).

2) La base di selezione non è in generale più decimale. I gruppi stessi elementari di linee ausiliarie o di linee d'abbonato non hanno essi stessi più la medesima capacità. La conseguenza di ciò e della precedente caratteristica è che la trasmissione dei numeri essendo sempre fatta a mezzo disco numerato da 1 a 10 i treni d'impulsi corrispondenti all'emissione di un numero non agiscono più direttamente sugli organi di selezione. E' stato per tanto introdotto tra la recezione degli impulsi e la selezione propriamente detta, un organo intermediario che è un registratore-traduttore. La commutazione si presenta quindi sotto un nuovo aspetto: in luogo di essere compiuta all'istante in cui l'abbonato ha terminato la trasmissione del numero, come nel sistema Strowger, essa comincia per ciascun gruppo al momento in cui ha termine la recezione delle cifre determinative di questo gruppo, i traduttori dirigendo la chiamata, secondo un piano determinato, verso il numero richiesto.

3) Alla centrale necessita quindi una data sorgente di movimento, un organo il quale, al momento in cui una chiamata è stata registrata, entri in attività per operare la scelta della linea. In questi tipi di automatici, gli apparecchi di selezione sono mossi da ingranaggi o per frizione; comandati in tempo utile da uno o più assi mantenuti in rotazione continua. Sono dunque sistemi, questi, più meccanici che elettrici dei primi, a differenza dei sistemi passo a passo i quali lavorano meccanicamente solo nel brevissimo intervallo di tempo del movimento del disco combinatore.

4) Altra caratteristica di questi sistemi a comando indiretto è costituita dall'avere questi invece di preselettori degli organi detti *cercatori* di linea chiamante. La linea dell'abbonato non va alle spazzole di un preselettore; ma è *multiplata*, cioè ripetuta sui terminali di un certo numero di banchi di contatto da alcuni organi chiamati *cercatori di chiamata*. Quando un abbonato stacca il ricevitore dal gancio del suo apparecchio, i relais propri alla sua linea mettono in moto i vari cercatori che la servono; il primo tra tutti le cui spazzole cercanti raggiungono la linea chiamante, si ferma e prende la chiamata, mentre gli altri si rendono liberi. Ciascun cercatore è associato ad un selettore il quale guiderà la chiamata ad un registratore che potrà ricevere le cifre, e dopo traduzione, controllerà la ricerca definitiva della linea domandata.

5) Altro carattere nuovo di questi sistemi consiste nell'avere oltre gli apparecchi di selezione dotati di movimenti vari, dei combinatori capaci di stabilire durante le diverse fasi d'una commutazione, certi contatti che chiudono i circuiti. L'impiego dei combinatori ha per effetto di diminuire il numero dei relais sia pure a costo di aumentare la difficoltà di lettura degli schemi.

### Sistema Western Electric Cy. e sistema Ericson.

Appartengono ai sistemi di cui il cenno precedente i due sistemi della Western Electric Cy d'America detti « Rotary » e « Panel » differente dal primo pei suoi banchi di contatto in forma di parete verticale.

Il sistema « Ericson » è una specie di combinazione dei due precedenti dal punto di vista della disposizione dei banchi di contatto e dei multiplaggi, presentante degli organi dotati d'un movimento in rotazione e suscettibili, in ciascuna posizione azimutale raggiunta, di un movimento radiale di ricerca sopra un pannello di fili nudi verticali.

### L'automatico nei grandi centri urbani.

Ma il vantaggio maggiore dell'adozione dell'automatico si nota nei grandi centri urbani nei quali: a) le questioni che necessariamente sorgono tra un personale numeroso e l'Amministrazione sono naturalmente eliminate per la mancanza di numeroso personale il quale viene ad essere ridotto ai minimi termini. Il servizio notturno può avere uno svolgimento identico a quello diurno il che non può avverarsi col servizio manuale per bene organizzato e ben condotto che sia; b) nei grandi centri urbani il più delle volte una comunicazione si compie passando attraverso due uffici e per sistemi automatici le cose vanno alla identica maniera sia che tutti gli organi messi in catena per stabilirla si trovino in unico ufficio sia che essi si trovino in uffici differenti. In generale il tempo impiegato è identico quando intervengono per stabilire la comunicazione uno o più uffici. E questa considerazione è di grande importanza quando sia necessario impiantare nella città parecchi uffici satelliti, (alcuni dei quali possono funzionare senza sorveglianza continua di personale) il che è spesso fatto per ridurre, come fu già detto la lunghezza media dell'abbonato.

Il collegamento tra ufficio ed ufficio può essere ottenuto in due modi diversi:

1) *Ufficio satellite*. — Supponiamo che si ritenga opportuno raggruppare in un unico ufficio un limitato numero d'abbonati della periferia i quali spingeranno la maggior parte delle loro comunicazioni verso gli uffici centrali maggiori della città. Si installeranno nell'ufficio (*satellite*) solamente dei preselettori (sistema Strowger) e dei selettori di linea. Una chiamata qualunque partente dal satellite è guidata verso l'ufficio principale ove si trovano i selettori di gruppo utili. Gli abbonati del satellite fanno quindi parte della stessa serie di 10.000 abbonati dell'ufficio principale e il satellite è alla dipendenza del grande ufficio.

Se un abbonato del satellite ne chiama un altro, all'ufficio principale resta occupato un selettore di gruppo, ma resta libero quando è stata inviata la cifra indicativa del centinaio corrispondente al satellite. Mercè l'impiego del così detto selettore solidale, cioè di un piccolo selettore rotativo che controlla la comunicazione, e nel caso in cui la medesima si effettui fra numeri della stessa centrale, si può ottenere notevole economia di selettori, riducendo la connessione ai soli organi locali.

Nella fig. 14 è rappresentato il principio di funzionamento di un selettore solidale. Esso viene comandato dagli stessi impulsi trasmessi dall'abbonato, che comandano il selettore della centrale essendo, in certo modo, in parallelo con esso. Se la comunicazione è diretta verso un numero della stessa centrale, il selettore solidale si porta su un determinato contatto mercè l'azione del quale il selettore precedente entra in rotazione e cerca un selettore locale libero. La linea di giunzione e l'annesso selettore vengono resi liberi.

2) *L'esercizio in tandem*. — Supponiamo che le chiamate provenienti da un ufficio A avente una serie particolare di 10.000 numeri siano dirette verso un ufficio C, passino per selettori, per es., secondari, appartenenti all'ufficio B intermedio, avente esso stesso la sua serie individuale di 10.000 numeri. Si dice allora che B è tandem di C per le comunicazioni di A verso C. E' chiara la differenza tra il caso precedente e questo: C è raggiunta a partire da A per un tandem; ma può benissimo esser raggiunta da chiamate provenienti da altri uffici; mentre che nei satelliti ogni comunicazione partente dal satellite deve passare per l'ufficio principale dal quale il satellite dipende e gli abbonati del satellite fanno parte della numerazione di A.

Nei riguardi della numerazione si dirà, per farne un rapido cenno, che sul principio dell'estensione di una grande rete ad ogni abbonato si attribuisce il nome della centrale alla quale è collegato e un numero di quattro cifre. Cioè si ammette che ogni ufficio non abbia un numero di abbonati superiore a 10 mila. Oltrepastata questa capacità si aggiunge un altro indicativo.

Il disco è *letterale e cifrato* con due o tre lettere dell'alfabeto. Per chiedere una comunicazione s'inviava prima tre impulsi corrispondenti alle lettere C, E, N (corrispondenti alle cifre 2, 3, 6). Queste cifre servono a scegliere una giunzione

che vada verso la centrale richiesta. Gli altri impulsi corrispondenti al numero dell'abbonato richiesto servono per la selezione dell'apparecchio di esso. Ma questo sistema è complicato necessitando tre organi selettivi per guidare verso un ufficio mentre che l'ufficio dell'abbonato richiesto potrebbe essere lo stesso di quello del richiedente ovvero potrebbe essere raggiunto a mezzo di tre o quattro intermediari. Dunque è conveniente dissociare per così dire, la numerazione corrispondente alle lettere indicative degli uffici e l'insieme delle cifre vere di selezione di questi uffici. Cioè le cifre 2, 3, 6 hanno bisogno di essere tradotte in un certo numero di cifre convenzionali di selezione, le quali dipendono dal luogo di origine della chiamata. Se la chiamata proviene dallo stesso ufficio le prime tre cifre vanno annullate e la chiamata deve direttamente impressionare gli apparecchi selettori. Se proviene da un ufficio lontano e deve attraversare altri uffici, il 236 deve essere tradotto in altrettante cifre di selezione quante sono le centrali intermedie.

Questi sistemi traduttori furono introdotti per primi nei sistemi a comando indiretto e furono sul principio realizzati per trasformare un numero decimale in altro a base 20 o 25.

Il ricevitore, che accoglie gli impulsi trasmessi dall'abbonato, si compone di altrettanti piccoli meccanismi a dieci passi quante sono le serie d'impulsi (cifre) che per ogni chiamata si vogliono trasmettere, esso varia adunque con la capacità dell'impianto.

Il primo meccanismo selettore a passi, viene azionato dalla prima serie d'impulsi trasmessa dall'abbonato, il secondo viene azionato dalla seconda serie, il terzo dalla terza e così via, fino a che l'ultimo meccanismo selettore sarà stato azionato dalla quinta o dalla sesta o dalla settima serie d'impulsi. In tal modo il numero formato col disco resta immagazzinato.

Il trasmettitore, che inoltra gli impulsi ai selettori, si compone di altrettanti meccanismi con movimento a passi quante sono le serie d'impulsi di corrente che debbono venire trasmesse ai selettori.

Per un sistema a base decimale il numero di tali meccanismi è uguale tanto nel ricevitore quanto nel trasmettitore. Ciascun meccanismo trasmittente ha tanti contatti quanti sono gli impulsi che al massimo debbono venir dati ai selettori. Nel sistema decimale questo massimo è di 10.

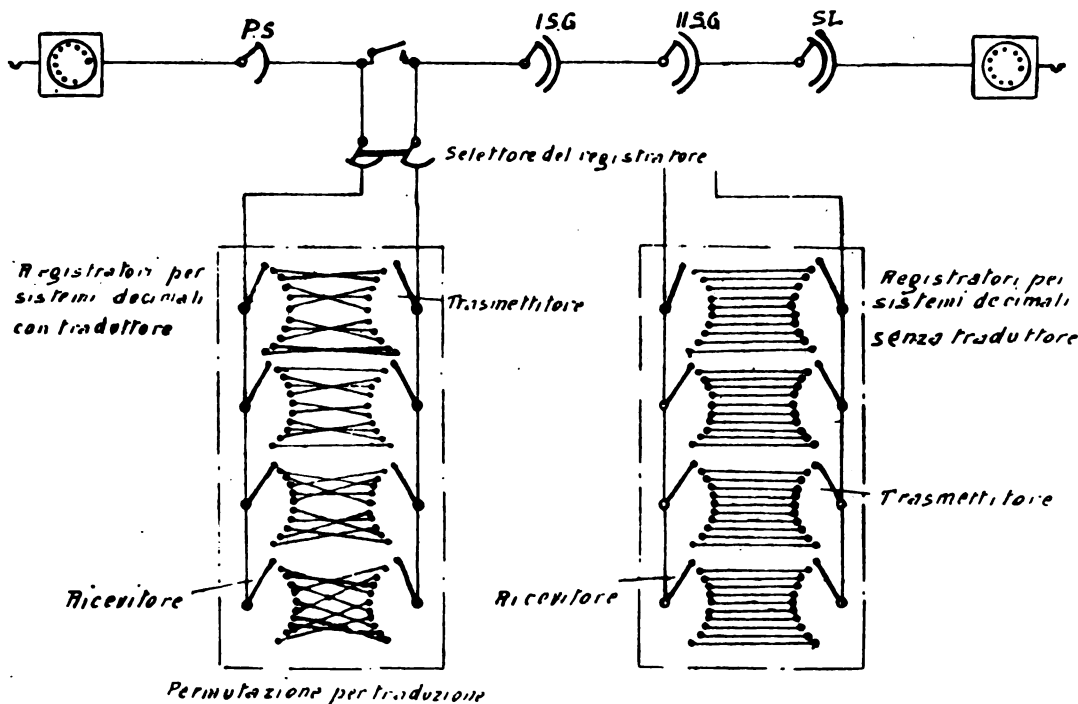


Fig. 15.

Con questo mezzo quei sistemi furono visti adatti per le applicazioni ai grandissimi centri urbani. Trasmettendo il numero 236 il traduttore comprende qual'è l'ufficio desiderato e rimpiazza queste tre cifre con due o anche un solo numero di selezione; quindi può così essere occupato un solo selettore per il transito della comunicazione. Quando è necessario utilizzare un tandem per chiamare l'ufficio B attraverso l'ufficio A, non vi è altro che guidare all'ufficio di partenza; e la cifra di selezione corrispondente guida la chiamata verso un gruppo di selettori collocato in A e specialmente preparato per le chiamate dirette verso B.

Ma anche il sistema passo a passo come lo Strowger prima descritto può essere munito di un organo « direttore » per mezzo del quale il sistema acquista le stesse qualità di utilizzazione per le grandi reti, degli altri sistemi.

Vogliamo ora accennare brevemente al modo di funzionare dei registratori nella loro forma più generica (Langer). Un registratore il quale venga inserito anteriormente al primo organo atto a ricevere gli impulsi corrispondenti al numero chiamato, consta essenzialmente di tre parti come indica la fig. 15.

1) del ricevitore, che accoglie gli impulsi decimali trasmessi dall'abbonato;

2) del trasmettitore, che inoltra questi impulsi di corrente ai selettori, in quella qualunque forma che meglio si adatti al sistema usato;

3) del traduttore, che trasforma le serie decimali di impulsi e le adatta al sistema secondo cui i selettori sono costruiti.

In sostanza la funzione delle tre parti componenti il registratore può essere immaginata come segue:

Per stabilire la comunicazione entra anzitutto in movimento il primo meccanismo trasmittente che, ad ogni passo, dà un impulso di corrente al selettore della centrale, fino a che la spazzola del meccanismo trasmittente stesso avrà raggiunto il contatto elettricamente unito a quello sul quale si sarà portata la spazzola del primo meccanismo ricevente. Il meccanismo trasmittente vi si ferma e cessano gli impulsi di corrente. Entra poi in movimento il secondo meccanismo trasmittente che dà, in modo analogo, impulsi ai selettori del secondo grado (secondi selettori di gruppo) e si ferma quando raggiunge il contatto che è contraddistinto dall'esservi fermato il braccio del corrispondente meccanismo ricevente. In tal caso prosegue la trasmissione delle serie d'impulsi fino a che l'ultimo meccanismo trasmittente avrà compiuta la sua funzione. Dopo di ciò il registratore si distacca automaticamente dalla linea e ritorna alla sua posizione di riposo.

Se i meccanismi riceventi e trasmittenti sono in egual numero muniti di 10 contatti, e se i contatti 1, 2, 3, ecc., di ciascun meccanismo ricevente sono collegati ordinatamente con i contatti 1, 2, 3, ecc., del relativo meccanismo trasmittente, in modo che nessun cambiamento delle serie d'impulsi di corrente avvenga, nè in riguardo al numero, nè in riguardo alla qualità degli impulsi, si avrà un registratore per sistemi decimali, composto di ricevitore e trasmettitore, senza traduttore (fig. 15 B).

Se invece, pur avendo meccanismi a 10 contatti, nel ricevitore e nel trasmettitore, il collegamento avvenga fra contatti non già corrispondenti, ma bensì sfalsati a piacere, si avrà un registratore con traduttore per sistemi decimali (fig. 15 A).

Se i meccanismi trasmittenti hanno più di 10 contatti, per

modo che possono venire date serie di oltre 10 impulsi si avrà un registratore con traduttore per sistema non decimale. La fig. 16 mostra un simile registratore, per una centrale di 2000 numeri, con selettori a 200 contatti.

Dalla figura si rileva che la traduzione è più complicata con i sistemi non decimali che con quelli decimali. Occorre una traduzione tanto per il primo selettore di gruppo come per la rotazione del selettore di linea. Per il primo migliaio il primo selettore fa da 1 a 5 passi a seconda del centinaio scelto, per il secondo migliaio, invece fa pure a seconda del centinaio scelto, da sei a dieci passi. Il selettore di linea fa invece da 1 a 10 passi di rotazione per le centinaia pari e da 11 fino a 20 passi per le centinaia dispari. Dalla tabella annessa alla figura si riconosce la numerazione degli abbonati ai primi selettori di gruppo e dai selettori di linea. Un esempio di traduzione fa vedere la differenza che vi è fra gli impulsi trasmessi dall'abbonato e quelli che, a traduzione avvenuta, sono trasmessi dal registratore ai selettori. Il trasmettitore può dare i suoi impulsi ai selettori in vari modi assai diversi fra loro. Può, ad esempio,

zione interurbana ad un'impiegata, e che lascia a degli impiegati la cura dell'ordine delle comunicazioni, il collegamento di esse, e il calcolo del costo delle comunicazioni.

Le richieste di comunicazioni interurbane dagli abbonati si fanno per mezzo dei loro apparecchi automatici, per es., per mezzo della cifra 0 cioè per mezzo della più alta serie di decine dei primi selettori di gruppo, di cui i contatti sono collegati all'ufficio di accettazione.

Quando un abbonato urbano è richiesto da una linea interurbana, o quando una linea interurbana, per la quale una comunicazione è già prenotata, è disponibile, la telefonista del tavolo intermediario stabilisce una comunicazione diretta con l'abbonato urbano domandato, per mezzo di una linea di servizio. A questo effetto essa agisce a mezzo del jack addizionale con la spina delle comunicazioni urbane, separando completamente l'ufficio automatico.

Da qualche tempo s'impiegano per gli uffici automatici dei quadri commutatori addizionali a jack paralleli, montati di maniera che la rottura delle comunicazioni locali non si operi con

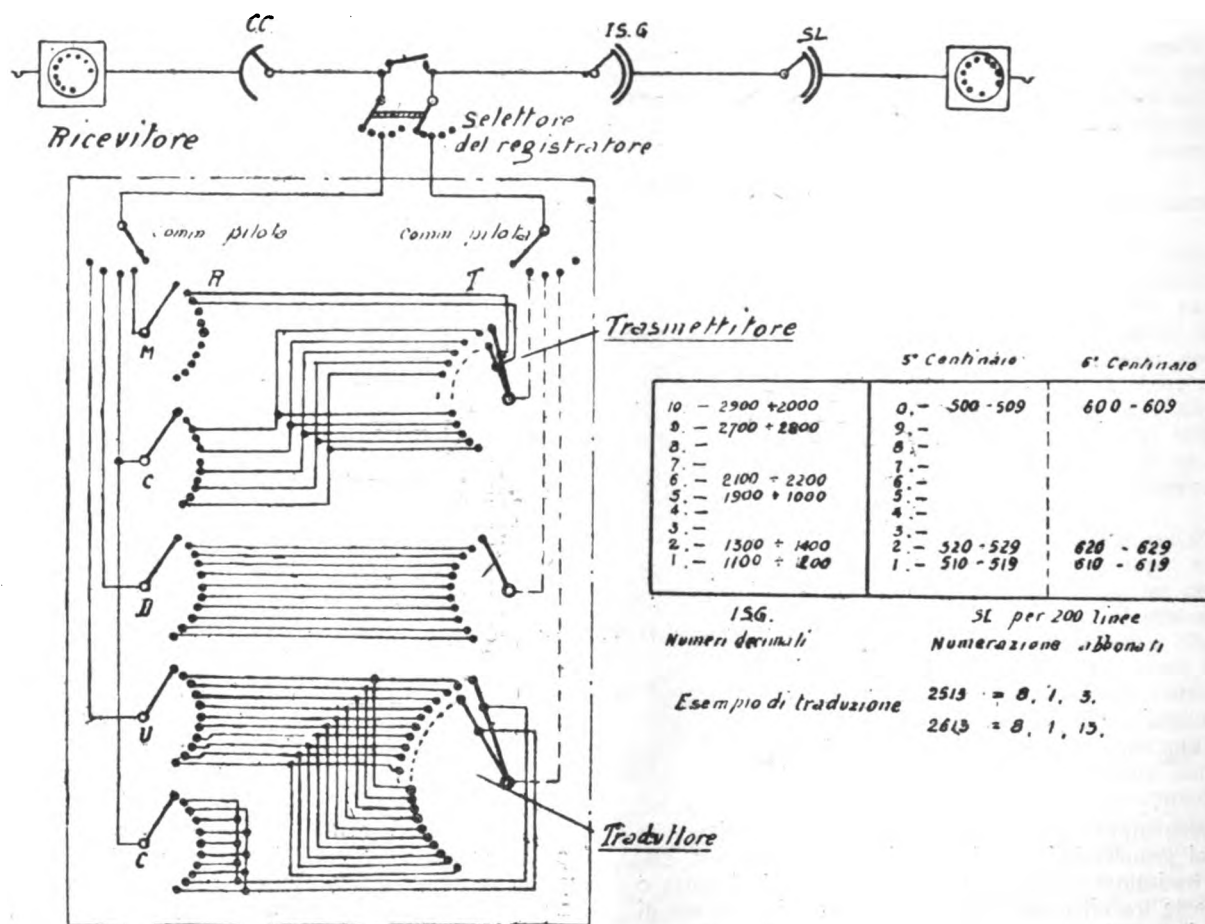


Fig. 16.

trasmettere gli impulsi avanti di sé in modo che i selettori delle centinaia li seguano; possono invece i selettori trasmettere dietro di sé impulsi di controllo al trasmettitore, il quale, in tal caso, segue i selettori della centrale. Per tali particolarità si ha mano libera, e si dà alla serie di impulsi trasmessi la forma che più riesce favorevole per il comando dei selettori.

Non si può oltre spingersi in ulteriori dettagli dai quali si potrebbero più facilmente scorgere i vantaggi e gli svantaggi dei vari sistemi.

### I servizi interurbani.

Se si volesse permettere agli abbonati di una grande rete urbana di chiamare automaticamente le comunicazioni interurbane come fanno per le comunicazioni urbane, le linee interurbane che sono sempre in numero assai ridotto in confronto di quelle urbane, sarebbero continuamente assediate dagli abbonati. Le numerose ricerche di linee libere distrarrebbero per un tempo considerevole dei gruppi interi di selettori dal loro normale impiego. Di più il calcolo degli importi delle comunicazioni interurbane riuscirebbe penoso.

Non vi è dunque ragione di abbandonare il modo abituale in uso per il quale si indirizza la domanda di una comunica-

zione interurbana ad un'impiegata, ma quando l'operatrice interurbana opera sul circuito di prova, prima d'introdurre la sua spina nel jack interurbano, sostituendosi così alla comunicazione locale, operando la rottura al preselettore o ad un relais speciale di rottura.

Quando l'intero impianto automatico è assai suddiviso, a tal punto che ciascun ufficio esigerebbe un tavolo intermediario, si segue un'altra via. Si installa un ufficio interurbano commutatore di numeri o indicatore di cifre, per mezzo del quale la telefonista dal posto interurbano o un'altra impiegata B opera la sua selezione all'ufficio automatico o ad un ufficio detto ufficio parallelo, esattamente come lo farebbe un abbonato urbano. In questo caso l'ufficio interurbano si collega con l'aiuto di serie di selettori di gruppo di cui l'utilizzazione gli è riservata esclusivamente, su selettori di costruzione speciale, detti selettori di linea interurbani i contatti dei quali sono messi in parallelo con quelli dei selettori di linea urbani dello stesso gruppo di centinaia; ma che permettono d'interrompere le comunicazioni urbane a vantaggio delle interurbane.

Va ancora meglio di permettere all'ufficio interurbano l'utilizzazione di tutti i selettori di linea e di gruppi, accessibili egualmente agli abbonati urbani, il numero di apparecchi non sarà per questo aumentato che di una quantità insignificante. Il

selettore di linea per il quale l'ufficio interurbano ha raggiunto l'abbonato richiesto è allora shuntato da un post-selettore a distanza che permette in caso di comunicazione urbana, di tagliare fuori l'altro abbonato dopo l'ufficio interurbano.

Gli sforzi tendenti a rendere superflui ancora questi post-selettori a distanza, hanno fatto installare tutti i selettori esistenti in un ufficio di selettori urbani e interurbani, tanto per il traffico urbano che per tener conto delle condizioni particolari del traffico interurbano. Se dunque per l'installazione del traffico interurbano anche con la partecipazione degli uffici automatici, non si può prescindere dall'intelligenza umana è pertanto possibile in molti casi, di sopprimere la collaborazione di almeno una delle due telefoniste che entrano in gioco. Vi sono delle installazioni, nelle quali si stabiliscono delle comunicazioni interurbane con abbonati automatici alla distanza di 200 km direttamente a mezzo di apparecchi automatici.

### Altri impieghi (Poste telefoniche ausiliarie, installazioni private).

Menzioneremo ora brevemente che sono stati felicemente risolti, nel campo della telefonia automatica, tutti quei problemi che si riferiscono alla installazione di uffici ausiliari, linee multiple, collegamenti multipli, ecc. Nel campo della telefonia privata per Case di commercio, stabilimenti, alberghi, banche, ecc. il servizio automatico ha preso un enorme sviluppo. Per quei casi in cui vi siano un numero di collegamenti inferiori a 50 sono stati creati dei sistemi speciali che non hanno bisogno di selettori di linea e di gruppo dotati di movimenti di sollevamento e di rotazione, ma che possono permettere di stabilire le comunicazioni per mezzo di selettori aventi solo moti di rotazione.

### Vantaggi del servizio automatico.

Il servizio telefonico automatico procura vantaggi grandissimi non solamente agli utenti ma anche allo Stato o alle Società private esercenti.

Ogni abbonato godrà inoltre dei seguenti vantaggi:

- 1) Indipendenza assoluta dal personale di servizio.
- 2) Le comunicazioni si stabiliscono con una rapidità una volta e mezzo maggiore che non col miglior servizio manuale.
- 3) Gli errori di commutazione sono minori.
- 4) Nessun caso di comunicazione doppia è possibile.
- 5) Segreto assicurato delle comunicazioni.

Dunque solamente per questi vantaggi che l'automatico porta agli abbonati, senza tener conto di quelli relativi all'ente che esercisce il servizio, il servizio telefonico automatico s'impone e la sua estensione è inevitabile. Inoltre il servizio automatico nella sua totalità è a più buon mercato di quello manuale. Su questo punto però non si può stabilire una comparazione numerica precisa, dovendosi per far ciò scegliere tutti gli elementi di confronto uguali se si vuole ottenere un risultato attendibile.

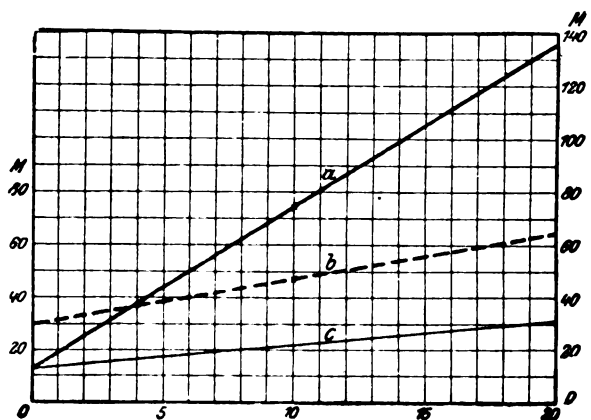


Fig. 17.

Tuttavia nel diagramma figura 17 riferentesi ad una rete di 40.000 abbonati ripartiti su 7 centrali si dà un riasunto delle spese di esercizio in rapporto al traffico. Questo diagramma è stato tracciato sulla base dei prezzi anteguerra. Da esso si scorge che le spese di esercizio aumentano più rapidamente coll'aumentare delle comunicazioni fatte da ogni apparecchio per i sistemi a commutazione manuale, che non per quelli a commutazione automatica. Queste spese sono invece press'a poco uguali per i due sistemi quando si abbiano comunicazioni per giorno e per abbonato, aumentano, nel caso di 10

comunicazioni, per il manuale, a 75 marchi per anno e per abbonato, e per l'automatico a 48 marchi solamente. Ma oggi questa proporzione è aumentata ancora a favore dell'automatico per l'aumentato costo dei salari. Quando poi si avessero 20 comunicazioni per abbonato e per giorno, della durata media ognuna di 2 minuti, dal punto di vista economico l'automatico offre ancora un più grande vantaggio sul manuale.

Vantaggi non indifferenti di ordine sociale sono presentati dal servizio automatico: la tendenza dell'odierno progresso è di far eseguire lavori monotoni e meccanici più che all'uomo alle macchine. Ora il lavoro che compiono nelle sale di commutazioni manuali le telefoniste è un esempio classico di un simile lavoro monotono e snervante, da non potersi per altro sufficientemente retribuire. Come si è visto, un tale lavoro è perfettamente possibile farlo eseguire all'infuori della commutazione interurbana, a mezzo di meccanismi i quali a differenza di quanto succede nei sistemi manuali che richiedono centinaia d'impiegate, possono funzionare colla sorveglianza di un limitatissimo numero di meccanici intelligenti e ben retribuiti. Al posto di numerose persone che stentano a guadagnare modesti mezzi di vita, sono sostituiti uomini di qualche capacità che possono agevolmente provvedere al sostentamento loro e delle loro famiglie. Questo è un altro vantaggio e forse non il minore, del servizio automatico.

## PROPRIETÀ TECNICHE DELLA PORCELLANA PER ISOLATORI AD ALTA TENSIONE

E. ALTMANN



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell' A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### Sommario.

Vengono prese in esame le qualità elettriche, termiche e meccaniche degli isolatori di porcellana in relazione alle varie sollecitazioni in esercizio. Se ne traggono le conclusioni per la prova e la costruzione di isolatori per alta tensione. Infine viene posta la questione dell'invecchiamento della porcellana e negata la sua esistenza. Vengono esposte le ragioni degli scarti in massa di isolatori dopo anni di esercizio nonchè i mezzi per evitarli.

### Premesse.

Va tenuto conto, parlando delle proprietà tecniche della porcellana, che essa non può venir considerata come una materia avente una determinata composizione e determinate proprietà; si può indicare genericamente che contiene circa il 50 per cento di caolino, il 25 per cento di feldspato e il 25 per cento di quarzo, e che queste materie vengono fuse insieme ad alte temperature; ma modificando tali percentuali si possono variare sensibilmente le proprietà tecniche della porcellana. Anche il processo di macinazione ha una notevole influenza sulla qualità della porcellana, sia per la sua durata sia per la conseguente grossezza della grana. Lo stesso dicasi infine della temperatura di cottura.

Le proprietà tecniche della porcellana elettrica hanno subito, in quest'ultimo ventennio, notevoli mutamenti, dovuti alle sempre maggiori esigenze d'ordine tecnico. I primi isolatori a bassa e ad alta tensione, fabbricati circa 30-40 anni addietro, erano fatti colla stessa composizione e gli stessi metodi di lavorazione della porcellana da tavola; erano quindi belli a vedersi ed avevano una buona resistenza alla perforazione, erano però scadenti riguardo alle loro qualità termiche e meccaniche. Fu solamente in seguito ad una lunga serie di prove sistematiche che si ottennero composizioni e metodi di lavorazione adatti per gli isolatori ad alta tensione e specialmente per quelli sospesi. La prova con nuove paste riesce difficile per il fatto che ogni cambiamento nel rapporto fra le tre materie prime porta con sé una variazione delle proprietà termiche, elettriche e meccaniche, in modo che ogni miglioramento ottenuto in un senso è a scapito delle altre proprietà. Bisogna quindi cercare di ottenere volta per volta una composizione adatta rispondente alle



esigenze cui gli isolatori devono soddisfare. Come esempio della difficoltà di tale lavoro, sia accennato che si dovettero fare oltre mille prove d'impasti per trovare la composizione che la Società Ceramica del Verbano, Laveno, adoperava attualmente per la fabbricazione degli isolatori sospesi; in tal modo però si ottenne che determinate proprietà caratteristiche di particolare importanza per questi isolatori, e specialmente la resistenza alla trazione, furono portate ad un valore doppio di prima. Oltre a questo impasto per isolatori sospesi ne viene adoperato un altro per gli isolatori a bassa e a media tensione. Si dovè rinunciare per motivi attinenti alla fabbricazione, all'impiego di altri impasti per quanto questi fossero desiderabili in relazione ai particolari vantaggi tecnici che si sarebbero ottenuti.

### Resistenza elettrica.

Le tre sollecitazioni principali, alle quali deve resistere la porcellana per alta tensione, sono di natura elettrica, termica e meccanica. Un isolatore che funzioni da dielettrico collocato tra due poli, può, qualora la tensione oltrepassi quella critica, venir superato mediante una scarica superficiale o mediante perforazione. Mentre la scarica esterna dipende unicamente dalla forma dell'isolatore, purchè si abbia una superficie uniformemente liscia, la perforabilità varia anche a seconda del materiale. Due isolatori di ugual configurazione ma di materiale differente, devono avere praticamente la stessa tensione critica superficiale, in condizioni di ugual umidità dell'aria. Quest'ultima influisce notevolmente come si può rilevare dalla fig. 1

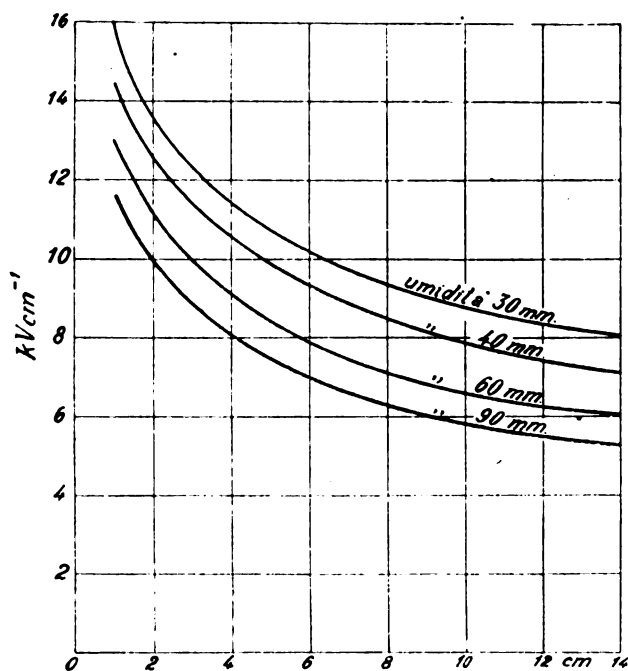


Fig. 1. — Dipendenza della tensione specifica superficiale dall'umidità dell'aria.

che riproduce i risultati ottenuti da Schwaiger con isolatori aventi campo elettrico omogeneo <sup>(1)</sup>. Ciò è spiegato dal fatto che le scariche superficiali sono effettivamente perforazioni dello strato d'aria a contatto della superficie dell'isolatore.

D'importanza, per ottenere un'elevata tensione di scarica superficiale, è di avere un campo elettrico possibilmente uniforme, ossia anche una uniforme distribuzione del potenziale su tutta la superficie. Non avendosi tale uniformità, come accade nelle catene d'isolatori sospesi, si potrà cercare di ottenerla con l'aggiunta di parti ausiliarie, quali corni ed anelli.

Tre fattori determinano la tensione di perforazione della porcellana: la forma, lo spessore e la resistenza specifica del materiale alla perforazione. Inoltre non è lo stesso se, data una lastra di porcellana, i poli siano in forma di due strati metallici aderenti alle superfici oppure in forma di punte. Infine i risultati cambiano se, invece di una lastra a superfici piane e parallele, si abbia una porzione di cilindro cavo o di sfera cava. Sono questi i casi che approssimativamente si incontrano nella costruzione di isolatori di porcellana. Se si trattasse unicamente di evitare le perforazioni, sarebbe più favorevole la lastra di porcellana, ma dovendosi tener conto anche della resistenza

alle scariche superficiali nonché della resistenza meccanica, si tratterà nella maggior parte dei casi di cilindri o sfere internamente vuoti. Così un isolatore per linee aeree tipo Delta nel quale il filo è fissato al collare e il sostegno oltrepassa l'altezza del collare stesso, si può assimilare al caso del cilindro. Se invece il filo è adagiato sulla testa, abbiamo all'incirca il caso della sfera. Questo vale approssimativamente anche per gli isolatori sospesi del tipo cappa e perno, mentre il tipo ormai antiquato degli isolatori Hewlett corrisponde a un sistema di incrocio di due elettrodi lineari.

La resistenza alla perforazione varia a seconda della forma dell'isolatore e delle parti metalliche; ma si può valutarla con sufficiente esattezza (data una buona porcellana provata sott'olio a corrente alternata 50 periodi) dal diagramma riportato in figura 2, valido tanto per gli isolatori rigidi, quanto per quelli

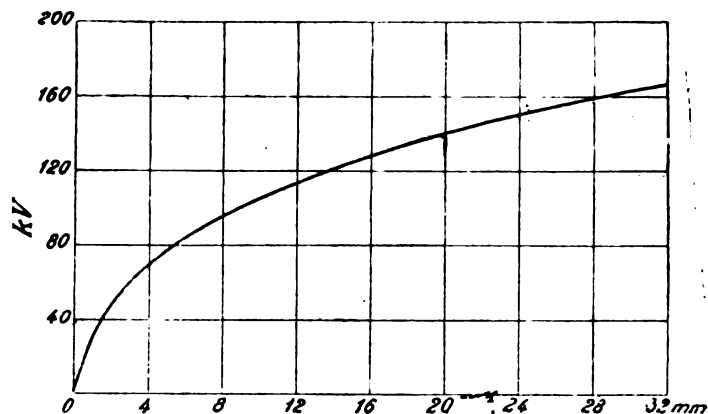


Fig. 2. — Dipendenza della tensione di perforazione dallo spessore.

sospesi. Da questa curva si rileva che per una data forma e un dato materiale la tensione di perforazione è in funzione dello spessore. Aumentando quest'ultimo la curva si avvicina sempre più all'orizzontale, cosa dalla quale si può dedurre che l'aumento dello spessore oltre una determinata misura non ha alcun scopo pratico. La stessa regola è valida del resto non solo per la porcellana ma anche per tutti gli altri materiali isolanti.

Non è stato finora possibile trovare una spiegazione sicura della conformazione della curva. V'è chi afferma che l'aumento dello spessore sia d'ostacolo alla cottura e che si formino internamente dei vuoti e che la conseguente forte ionizzazione diminuisca notevolmente la resistenza alla perforazione. Ciò non sembra corrispondere al vero poichè anche su forti spessori di porcellana che la prova alla fucina ad alta pressione aveva dimostrato completamente omogenei, si potè constatare la stessa diminuzione di resistenza alla perforazione. E' quindi consigliabile di non aumentare gli spessori di porcellana sollecitati alla perforazione oltre circa 30 mm, a meno che non vi siano altre speciali ragioni di farlo.

Le prove di resistenza alla perforazione vengono eseguite immergendo gli isolatori in un bagno d'olio e aumentando la tensione ai due poli fino alla perforazione. Si ottiene con tale metodo di evitare le scariche d'arco superficiali; v'è però l'inconveniente che l'esperienza viene fatta in condizioni del tutto diverse da quelle di un isolatore in esercizio, dato che il campo elettrico in olio è completamente diverso da quello in aria. Principalmente viene soppressa del tutto la ionizzazione che invece si verifica in forte grado sugli isolatori in condizioni normali. Un altro mezzo per provare la resistenza alla perforazione, è l'impiego di corrente ad alta frequenza o colpi di corrente continua ad alta tensione: quest'ultimi riproducono le sovratensioni in esercizio. L'effetto è dato in ambedue i casi dall'aumento di tensione, reso così rapido che, prima che l'aria possa ionizzarsi, esso raggiunga tale intensità da causare la perforazione dell'isolatore. Ambedue i metodi di prova furono accolti molto favorevolmente alcuni anni or sono; oggi però non vengono adoperati per prove individuali, ma solo per confronti tecnici o scientifici. Si potè infatti constatare che isolatori che avevano dato in esercizio per oltre 15 anni ottimi risultati, venivano fulminati a questa prova. Inoltre persiste il pericolo che gli isolatori, pur sopportando la prova, vengano talmente compromessi da rendere probabili successive perforazioni.

Un altro sistema per accertare le qualità elettriche della porcellana, è la misurazione dell'angolo di perdita. Ci richiama al riguardo ad uno studio del Draeger <sup>(2)</sup>. Col metodo

<sup>(1)</sup> Comunicazione Rosenthal, Vol. 6.

<sup>(2)</sup> Comunicazione Rosenthal, Vol. 7-9.

da lui proposto si stabilisce il rapporto tra la corrente di perdita (che è in fase colla tensione) e la corrente di capacità. Quanto maggiore è l'angolo di perdita, tanto maggiore è la corrente di perdita dell'isolatore esaminato.

Queste prove, anche se interessanti, servono bensì a paragonare tra di loro diversi materiali, ma non possono venir considerate come misura della resistenza di un isolatore alla perforazione. Siccome queste esperienze servono a dare il totale complessivo delle perdite, può accadere che un isolatore benchè abbia un difetto in un determinato punto pure presenti un angolo di perdita favorevole; mentre invece lo stesso isolatore provato alla perforazione dà un valore scadente a causa del punto difettoso.

In ultima analisi non è difficile ottenere buoni valori elettrici con isolatori di porcellana, dato il grado di perfezione cui è giunta oggi la tecnica, purchè si adottino criteri razionali di costruzione. Varrà quindi la regola fondamentale, che la tensione di scarica esterna dell'isolatore sia notevolmente inferiore a quella necessaria per la perforazione. Se ciò nonostante in pratica avvengono delle perforazioni, lo si deve per lo più a sovratensioni con onde a fronte ripida o a sollecitazioni contemporanee, termiche e meccaniche, delle quali parleremo in seguito.

### Resistenza termica.

Solo recentemente si è data grande importanza alle qualità termiche degli isolatori per alte tensioni; qualità che, s'intende, sono essenziali per gli isolatori di linea, mentre sono trascurabili se si tratta di isolatori per l'interno. Se anche non si verificano in esercizio gli sbalzi di temperatura di  $60^{\circ}$ - $80^{\circ}$  come vengono richiesti nelle prove, bisogna pure contare su raffreddamenti assai forti in caso di improvvisa grandine o pioggia dopo un sole cocente. Questi bruschi sbalzi di temperatura possono nel corso di vari anni verificarsi con relativa frequenza (e più in montagna che in pianura), compromettendo seriamente i materiali di scarsa resistenza termica, specie se si tratta di esemplari grossi e di forma complicata, di cui abbiamo un esempio negli isolatori rigidi a più campane. Vi sono però casi speciali, nei quali le sollecitazioni termiche di un isolatore in esercizio sono notevolmente maggiori di quelle sopra accennate. Se ad esempio si verifica una scarica superficiale ad un isolatore durante una pioggia, avviene che la porcellana precedentemente fredda, venga improvvisamente e fortemente riscaldata; se successivamente scatta l'interruttore automatico e cessa la scarica, abbiamo, causato dalla pioggia, un nuovo subitaneo raffreddamento. Solamente isolatori di eccellenti qualità termiche possono sostenere tali fortissime sollecitazioni; quindi non è esagerato esigere che il materiale resista in gabinetto a prove di sbalzi di temperatura fino a  $80^{\circ}$ , e che i cicli vengano ripetuti molte volte. Non occorre però farne più di dieci, dato che un isolatore scadente si spezza già prima. Qualora si voglia evitare la prova termica ad immersione, che richiede molto tempo, si potrà riprodurre in laboratorio il fenomeno sopra descritto della scarica esterna sotto pioggia. Sarà sufficiente, nella maggior parte dei casi, di mantenere la fiammata per circa 15 a 30'', interrompere quindi la corrente e ripetere la prova alcune volte.

### Resistenza meccanica.

Un campo di studio di capitale importanza è la sollecitazione meccanica degli isolatori. Mentre un tempo, date le piccole sezioni del rame adoperato, e la brevità delle campate, la si poteva trascurare, oggi è divenuta di capitale importanza; si consideri che gli isolatori sospesi d'ormeggio possono venire sollecitati in linea con un carico fino a 6000 kg. Praticamente avviene di rado che un isolatore venga sollecitato a sola trazione, compressione o flessione, ma nella maggior parte dei casi, ha luogo effettivamente una combinazione di queste tre sollecitazioni. E' tuttavia importante sapere entro quale limite la porcellana resiste a ciascuna di queste tre sollecitazioni. Nel modo di gran lunga più favorevole si comporta sottoposta alla sola compressione; vengono raggiunti con facilità dei valori di 4 a 5 migliaia di kg. per  $\text{cm}^2$ . Un esempio caratteristico di quello che possono sopportare degli isolatori di porcellana ben costruiti e sollecitati unicamente a compressione, è dato dalla fig. 3. In un collaudo a Laveno furono collegati i due isolatori terminali ad una delle ganascie di una macchina per provare i materiali, l'isolatore medio all'altra ganascia. La parte metallica si piegò a 3000 kg. in modo tale da dover interrompere la prova; la porcellana rimase intatta.

La resistenza alla trazione della porcellana, prima valu-

tata a 200 kg per  $\text{cm}^2$  fu elevata recentemente a 400 kg per  $\text{cm}^2$ . Occorre notare, che da queste cifre non si devono trarre deduzioni errate. In modo analogo a quanto abbiamo visto a proposito della resistenza alla perforazione, non si può, per ottenere la resistenza alla trazione di un isolatore, moltiplicare il valore specifico colla superficie sollecitata, poichè anche qui la resistenza specifica alla trazione diminuisce coll'aumentare della sezione; viceversa quanto più piccola è la sezione, tanto maggiore è la resistenza specifica, che si può ottenere.

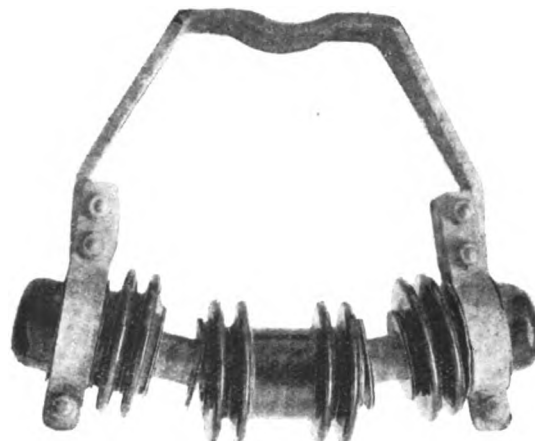


Fig. 3. — Tubo di ferro piegato sotto un carico di 3000 kg. senz'alcun danno per gli isolatori.

Un altro fattore influisce notevolmente su questa proprietà della porcellana, ed è il sistema d'attacco per la prova dell'isolatore. L'esperienza vien fatta mediante cilindri di porcellana di ugual sezione, alle cui estremità sono cementate delle cappe metalliche; il carico di rottura varia a seconda della lunghezza delle cappe. Questa osservazione che in un primo momento sembra strana, viene spiegata dal fatto che in questo caso non si tratta unicamente di sollecitazione alla trazione, ma siccome lo sforzo si applica dalla cappa metallica alla superficie della porcellana per adesione e di qui viene trasmessa all'interno della massa, ne deriva che la sollecitazione specifica del materiale non è uniforme, ma gli strati esterni sono sollecitati più di quelli interni.

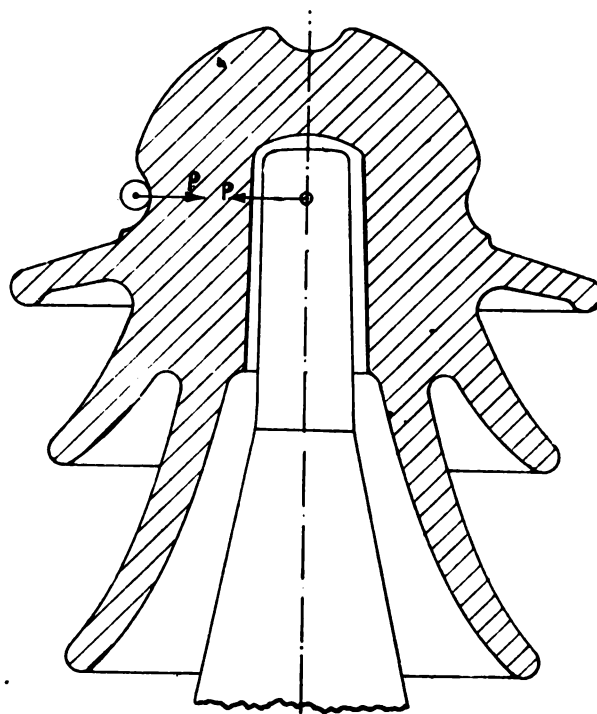


Fig. 4. — Isolatore «Delta» sotto carico di pressione.

Ne nasce una sollecitazione al taglio che porta alla rottura del pezzo. Quindi aumentando la lunghezza della cappa, aumenta pure la sezione di taglio; e si ottengono risultati più favorevoli. Questa constatazione è importantissima per la tecnica degli isolatori sospesi, per i quali si dovrà evitare, qualora si tratti di pezzi fortemente sollecitati, di scegliere cappe troppo piccole.



Anche per quello che riguarda la sollecitazione a flessione, non si possono indicare che valori relativi, e cioè di circa 450 a 600 kg. per  $\text{cm}^2$ . E' da notarsi che la porcellana dotata di rilevante resistenza alla trazione, ha normalmente anche una elevata resistenza alla flessione. All'incirca lo stesso valore ha la resistenza al taglio.

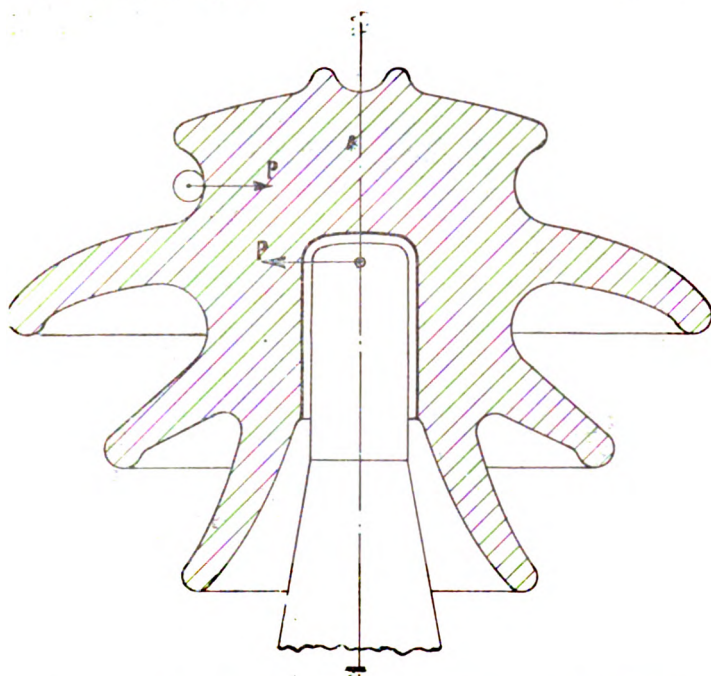


Fig. 5. — Isolatore a campana larga sotto carico di flessione e di taglio.

Se consideriamo le sollecitazioni meccaniche cui sono sottoposti gli isolatori in linea, troviamo nel tipo « Delta » (Figura 4) col filo appoggiato sul collo, soltanto sollecitazioni alla

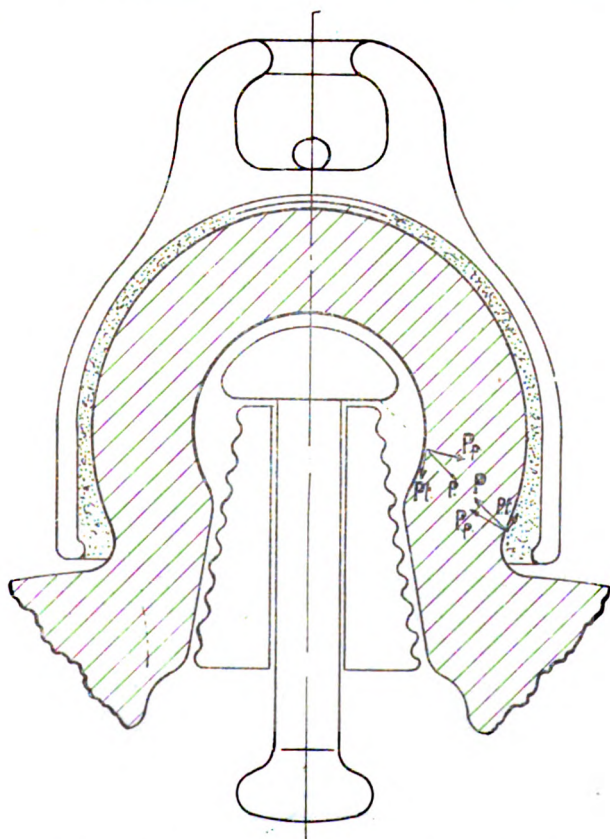


Fig. 6. — Isolatore sospeso tipo vecchio cementato sotto carico di taglio.

compressione. Nell'isolatore a campana larga (Fig. 5) nel quale la gola si trova più in alto dell'estremità del pernotto, abbiamo una sollecitazione in parte alla flessione in parte al taglio. Del massimo interesse è l'esame delle sollecitazioni degli isolatori sospesi. Prescindendo dai cosiddetti isolatori « Motor » (forma-

ti da un tronco massiccio di porcellana con due cappe alle estremità) che sono sollecitati unicamente a trazione abbiamo negli isolatori a cappa e perno, del vecchio tipo cementato (come da Fig. 6) solamente una sollecitazione al taglio. Nei tipi in cui la testa dell'isolatore va restringendosi verso l'alto, si aggiunge una parziale sollecitazione a trazione.

Nell'isolatore cementato tipo « Untra » (Fig. 7), la porcellana viene sollecitata in modo più favorevole e cioè alla compressione e al taglio. Lo stesso si verifica in grado ancora maggiore negli isolatori « testa a cono ». E' naturalmente in pratica difficilissimo costruire un isolatore sospeso, sollecitato unicamente a compressione. V'è bensì la possibilità materiale, ma ne deriverebbero delle costruzioni oltremodo costose. Bisogna quindi fare in modo di trasformare nel maggior grado possibile in pressione lo sforzo che agisce sul pernotto; ciò si può ottenere dando all'estremità di questo un forma conica con corrispondente superficie d'appoggio della porcellana (Fig. 8).

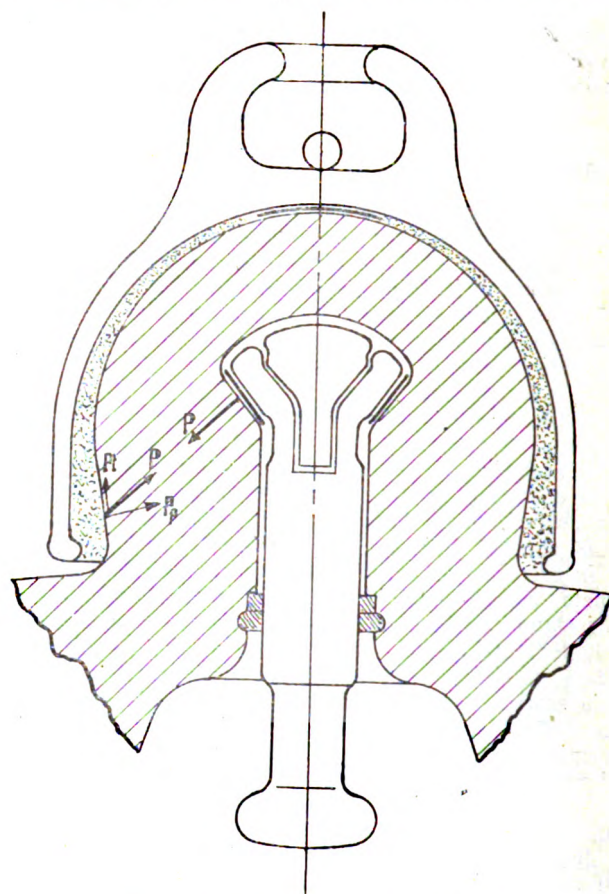


Fig. 7. — Isolatore sospeso « Untra » sotto carico di pressione e di taglio.

Una volta stabilito il diagramma delle forze, bisogna cercare di ridurre quanto più è possibile la sollecitazione specifica della porcellana, e siccome il materiale tiene facilmente fronte alla componente di pressione, occorre aumentare la sezione dell'isolatore sollecitata a flessione o taglio. Ciò si ottiene aumentando l'altezza dell'isolatore. In questo modo si è riusciti ad ottenere con isolatori « testa a cono » relativamente piccoli (circa 180 mm tra attacco e attacco) carichi di rottura di 10 a 12.000 kg, mentre isolatori speciali più grandi, dello stesso tipo, danno valori fino a 28.000 kg.

#### Sollecitazioni combinate.

Abbiamo già accennato, che le sopra menzionate sollecitazioni di natura elettrica, termica e meccanica, in pratica non s'incontrano ciascuna isolatamente, ma combinate. E' quindi importante stabilire, se, per effetto della loro coesistenza, si verifichi una diminuzione di resistenza nell'uno o nell'altro campo. Non è confermato che la resistenza alla perforazione diminuisca notevolmente coll'aumento della temperatura; invece aumenta, secondo le misure del Draeger, l'angolo di perdita che, misurato con corrente alternata 50 periodi, ed espresso mediante la tangente ha circa il valore di:

$$\begin{aligned} \text{tang } \vartheta &= 0.02 \text{ a } 20^\circ \\ \text{tang } \vartheta &= 0.2 \text{ » } 150^\circ \\ \text{tang } \vartheta &= 0.6 \text{ » } 180^\circ \end{aligned}$$

La conduttività diventa dunque pericolosa solo ad una temperatura alla quale egualmente l'isolatore non potrebbe resistere per ragioni termiche. Specialmente importante è la questione se in caso di contemporanea sollecitazione elettromeccanica si abbia una diminuzione delle qualità elettriche. In America si ritiene che si verifichi una diminuzione della resistenza elettrica durante la sollecitazione meccanica, e che detta resistenza elettrica aumenti di nuovo, una volta cessata l'azione meccanica. Le prove fatte a Selb e a Laveno non hanno potuto confermare questa teoria. Anche l'angolo di perdita misurato da Draeger con contemporanea sollecitazione meccanica, non ha rilevato alcun aumento fino alla rottura. Invece si è osservato che dopo le sollecitazioni meccaniche avvenivano delle perforazioni su isolatori che avevano perfettamente sopportato le precedenti prove elettriche. La causa di questo fatto è tuttavia abbastanza semplice. La porcellana ha subito, in singoli punti, sottilissime screpolature, che non hanno causato la rottura resistendo l'armatura metallica, ma sono sufficienti a causare la

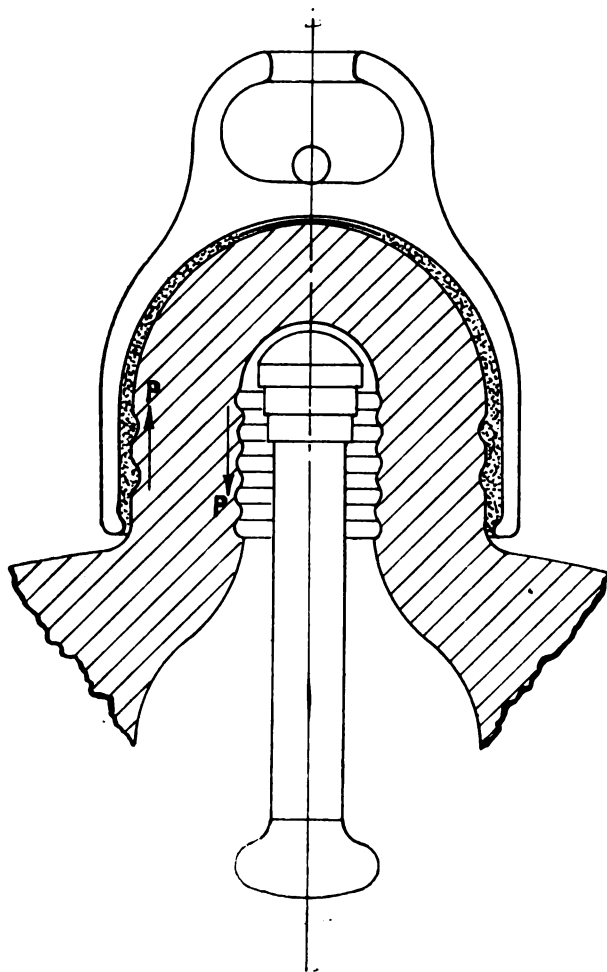


Fig. 8. — Isolatore «testa a cono» sotto carico di pressione e di taglio.

perforazione. Si tratta quindi di una menomazione meccanica, non elettrica dell'isolatore. Due fattori confermano questa affermazione. Anzitutto non mi è mai riuscito, in caso di contemporanea sollecitazione elettromeccanica di isolatori rigidi, di ottenere una perforazione prima della rottura. Ciò dimostra che qualora la cappa non impedisca la rottura dell'isolatore, la prima screpolatura della porcellana causa tanto la rottura, quanto la perforazione. E' inoltre caratteristico il fatto, che gli isolatori sollecitati elettromeccanicamente o sopportano l'intera tensione di prova fino alla scarica superficiale, o si perforano già a tensioni molto basse. Da ciò si può dedurre con sicurezza, che l'isolatore si era già precedentemente spaccato. Se si fosse trattato soltanto di un indebolimento dell'isolatore, ad esempio in seguito a modificazioni della struttura, almeno una parte degli isolatori si sarebbero dovuti perforare a tensioni superiori. In nessun caso potè venire constatata una diminuzione della resistenza meccanica in seguito a sollecitazioni contemporanee elettriche e meccaniche. Solo isolatori già perforati hanno qualche volta una minore resistenza meccanica.

Quale terza sollecitazione combinata va considerata quella termica e meccanica. Una diminuzione delle qualità meccaniche non si verifica fino alla temperatura di 70°; a 80° si potè

constatare una diminuzione dell'8 %, a 90° una del 20 %. Tali temperature non si riscontrano mai in pratica, così che da questo lato si può essere completamente tranquilli.

### “Invecchiamento”

Dopo aver esaminato le proprietà tecniche della porcellana per alta tensione, resta a vedere se queste qualità possono essere considerate come costanti o se, sia per il solo decorso del tempo, sia in seguito alle continue sollecitazioni in esercizio, abbia luogo un deteriorarsi della porcellana che viene designato col nome di « invecchiamento ».

Furono a questo scopo sottoposti alla prova meccanica e termica isolatori, che erano stati in linea circa 10 anni: non si riscontrò alcuna differenza con isolatori fabbricati recentemente collo stesso materiale. Anche prove di perforazione sott'olio e misure di angolo di perdita hanno dato lo stesso risultato. Ciò dimostra, che la struttura della porcellana non subisce alcun mutamento anche dopo anni di esercizio. Come si spiega che isolatori e non singoli pezzi, ma grossi quantitativi, si guastino dopo un periodo di 5 o più anni e debbano venir ricambiati? Senza considerare casi particolari come colpi di folgore, vandalismi e simili, vogliamo prendere in esame solo il caso di guasti di forti quantitativi. Crediamo che ciò possa attribuirsi ai seguenti quattro motivi:

#### 1° - Porosità del materiale.

Se il materiale non ha la giusta composizione o se la temperatura di cottura è troppo bassa, può accadere che la porcellana riesca porosa. Normalmente questa porosità, si rileva durante le prove elettriche in vasca poichè gli isolatori si riscaldano pur senza perforarsi. Se tale inconveniente passa inosservato può avvenire che nel corso degli anni la porcellana assorba umidità; allora l'angolo di perdita aumenta e gli isolatori cominciano a fulminarsi. S'intende che ciò avviene quasi contemporaneamente per tutti i pezzi della stessa partita difettosa. L'inconveniente si può eliminare facilmente con accurate prove elettriche e prove di fucsina sotto pressione.

#### 2° - Deposito di sali sull'isolatore.

Si tratta di isolatori inizialmente buoni, sui quali in seguito a depositi salmastri causati da venti marini, ha luogo uno spostamento del campo elettrico; non è la sola superficie degli isolatori, che diventa conduttrice (cosa che del resto si verifica fino a un certo punto anche sotto pioggia) ma anche le cavità che si trovano tra le singole campane o gole, si riempiono di sali. In tal modo, e specialmente negli isolatori a più campane, una gran parte della tensione elettrica viene spostata dalla testa all'ultima campane, causando spesso la perforazione di questa. Non v'è modo di evitare tali depositi; si consiglia in questi casi di non creare ostacoli alla circolazione dell'aria sulla superficie degli isolatori, evitando cioè scanalature profonde e, trattandosi di isolatori sospesi, tenendo possibilmente distanti gli elementi della catena.

#### 3° - Dilatazione del cemento.

I guasti degli isolatori dovuti al cemento sono certamente i più frequenti. Il problema è noto. L'isolatore deve resistere alle dilatazioni del cemento dovute tanto a ragioni termiche, quanto a processi chimici, che hanno luogo anche dopo che il cemento abbia fatto presa. L'isolatore quindi deve o dilatarsi nella stessa misura del cemento, ovvero sopportare senza spezzarsi le sollecitazioni che ne derivano. E' relativamente facile adattare la dilatazione del cemento a quella della porcellana, mentre è naturalmente sbagliato adoperare dei materiali isolanti che abbiano un coefficiente di dilatazione pressochè nullo, poichè in tal caso diventa ancora maggiore la differenza dei coefficienti. Bisogna invece tendere a diminuire la dilatazione del cemento con adatti processi di dimagrimento. Per la neutralizzazione delle dilatazioni chimiche, vari sono i rimedi suggeriti, ad esempio, l'aggiunta di una percentuale di pece; però il sistema più semplice è l'applicazione di uno strato elastico tra cemento da un lato e armatura o porcellana dall'altro. Inoltre occorre evitare qualsiasi angolosità interna della porcellana poichè ne possono derivare delle rotture. L'unico sistema veramente radicale e sicuro è di eliminare affatto il cemento dall'interno dell'isolatore, cosa facile ad ottenersi con mezzi adatti. Vengono costruiti isolatori rigidi in un sol pezzo fino a una tensione di 25 kV, e se, aumentando la grandezza, si rende



necessaria la costruzione in più pezzi, si possono unire le campane mediante tessuto impregnato. Le armature di isolatori poggianti dovrebbero essere sempre fissate all'esterno e mai all'interno della porcellana. Infine, nella categoria degli isolatori sospesi si hanno un certo numero di tipi con perno non cementato che hanno dato, dopo numerosi anni di esercizio, ottimi risultati. Facciamo notare che è superfluo evitare il cemento nell'applicazione della cappa, poichè la dilatazione del cemento è liberamente consentita dalla maggiore espansione della cappa metallica.

#### 4°. - Sollecitazioni meccaniche continuate.

E' stato constatato che la maggior parte degli isolatori sospesi — di cui si rese necessario il ricambio — erano gli elementi più vicini alla mensola, e dovremmo esser nel vero affermando, che è una sollecitazione elettrica e meccanica prolungata che provoca un'incrinatura dell'isolatore, seguita da una perforazione elettrica. Per evitarla si aggiungono normalmente alle catene d'amarro uno o due elementi in più, aumentando così la tensione di perforazione della catena e riducendo quindi la sollecitazione elettrica dell'ultimo elemento del 10 al 20 per cento.

Da quanto sopra accertato in merito alla resistenza elettromeccanica degli isolatori di porcellana, risulta che i guasti degli isolatori così sollecitati non sono dovuti alla perforazione elettrica quale fenomeno primario, ma come conseguenza di un deterioramento di natura meccanica. Abbiamo inoltre visto che una volta verificatasi l'incrinatura della porcellana è praticamente indifferente definire quale valore di tensione provochi la perforazione. Per questa ragione è errato il sistema finora adottato di adoperare in catene di amarro gli stessi tipi di isolatori usati per le catene di sospensione, coll'aggiunta di uno o due elementi. E' invece razionale eliminare tali inconvenienti scegliendo isolatori di sufficiente resistenza meccanica.

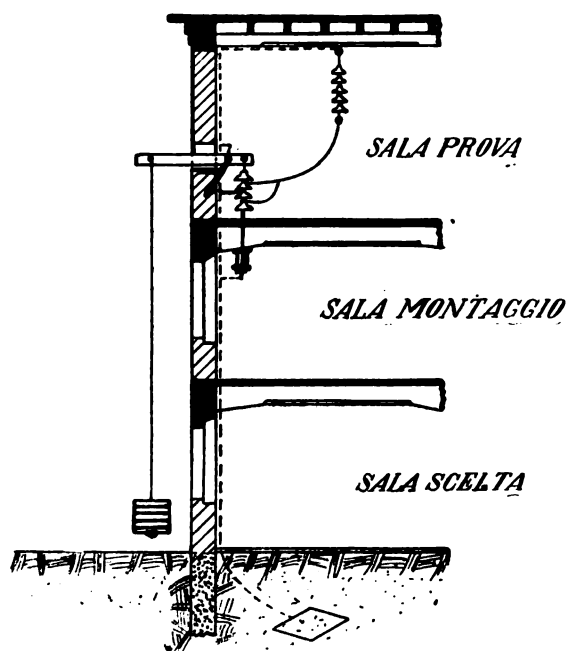


Fig. 9. — Prova continua elettromeccanica nel laboratorio di Laveno.

Questo è tanto più importante in quanto gli esperimenti hanno dimostrato che isolatori sottoposti a sollecitazione meccanica continuata si perforano, sotto l'azione di carichi ai quali resistono senz'altro in prove di breve durata. Ad esempio trovai che un isolatore sollecitato elettromeccanicamente, aumentando gradatamente il carico resisteva senza perforarsi fino alla rottura a 6000 kg.; invece sottoposto ad un carico continuato si perforava dopo due o tre settimane già a 4000 kg.

Altri tipi più robusti si trovano invece da oltre sei mesi sotto un carico di 5000 kg., senza subire alcuna menomazione elettrica e meccanica. Ciò esorta ad adottare per amarro quegli isolatori che hanno, oltre ad una rilevante resistenza meccanica, anche una resistenza alla sollecitazione continuata elettromeccanica. In tal modo si potrà fare a meno di aggiungere alle catene di amarro altri elementi. Nella fig. 9 è rappresentato il dispositivo adottato dalla Società Ceramica del Verbano per la prova elettromeccanica continuata su parecchie catene di iso-

latori. Queste si trovano nell'interno della sala prove ed è senz'altro possibile eseguire la prova elettrica sotto carico meccanico.

Riassumendo si osserva che da nessuno dei casi sopra accennati si può trarre una prova di invecchiamento della porcellana, cioè di un cambiamento della sua struttura, tale da influire sulle proprietà tecniche di essa; i guasti sono dovuti all'azione dei corpi estranei se si tratta del cemento o di depositi salini, a difetto di materiale o di tipo in caso di menomazione per porosità, o in seguito alla applicazione di un carico continuato. La tecnica odierna dispone di sufficiente esperienza e adeguati mezzi per ridurre al minimo tali inconvenienti.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### CONDUTTURE.

R. APT — La portata dei conduttori isolati. (E. T. Z., 20 gennaio 1927, pag. 65).

L'A. riferisce sulle prove di riscaldamento di conduttori isolati eseguite nei laboratori della A. E. G. e della Siemens e dalle aziende elettriche di Monaco, Norimberga e Cöthen. Da esse risultò che si può ammettere nei conduttori in gomma anche un riscaldamento permanente fino a 60° C senza che le proprietà meccaniche della gomma (allungamento, carico di rottura) abbiano a soffrirne. E questo risultato non concorda colle prove fatte nel 1907 da Teichmüller e Humann presso Felten e Guillaume, dalle quali appariva che con un lungo riscaldamento a quella temperatura la gomma diventava fragile e perdeva le sue buone proprietà meccaniche.

Certo tale discordanza va spiegata colle qualità di gomma che si usavano comunemente allora. Dato però che in base alle dette esperienze del Teichmüller fu compilata la tabella delle portate del V. D. E., dalle esperienze nuove del Dott. Apt apparisce la convenienza di rivedere tali tabelle. Egli perciò propone per i conduttori in gomma i valori qui indicati:

Sezione	mm <sup>2</sup>	0,5	0,75	1	1,5	2,5	4	6	10	16
Portata V. D. E.	A	7,5	9	11	14	20	25	31	43	75
Portata proposta	A	10	12	14	19	25	30	36	48	75

La formula che stabilirono Teichmüller e Humann

$$J^2 = C_1 Q + C_2 Q^2$$

fra la portata  $J$  e la sezione  $Q$ , resta ancor valida modificando solo i valori delle costanti  $C_1$  e  $C_2$  che dipendono dalle condizioni di posa e dalla massima temperatura ammessa, e cioè prendendo in cifra tonda  $C_1 = 148$  e  $C_2 = 48$ .

E' interessante notare come secondo le nuove esperienze la gomma rispondente alle prescrizioni del V. D. E. mantiene le sue buone proprietà anche fino a 70° C, mentre altre gomme a tale temperatura si alterano completamente: forse l'aggiunta di sostanze organiche accelera ad alta temperatura il processo di ossidazione. Occorre dunque, dopo fissata la tabella delle portate, andar cauti nel modificare eventualmente le prescrizioni circa la qualità della gomma.  
p. b.

### ELETTROTECNICA GENERALE.

R. MITSUDA — Studio delle scariche atmosferiche in Giappone. (Gen. El. Rev., marzo 1927, pag. 124).

L'A. riassume le osservazioni fatte al Giappone su 2500 casi di scariche atmosferiche durante il quadriennio 1921-24 per arrivare alla protezione contro di esse dal lato della sicurezza pubblica e dell'economia nazionale.

La distribuzione geografica di tali scariche mostra che le regioni più battute sono il distretto di Kwanto vicino a Tokio, quello di Kinki nella regione centrale e quello di Kiushu nella regione settentrionale. La densità delle scariche è nelle suddette zone rispettivamente del 346 %, 392 % e 305 % essendosi presa come base la densità corrispondente ad una scarica all'anno per 480 km<sup>2</sup>.

La intensità delle scariche circa ai danni causati è rappresentata dalla percentuale delle scariche causanti danni rispetto al numero totale delle scariche, e da una tabella annessa risulta che l'intensità è proporzionata alla densità delle scariche.

Il percorso di queste dipende più dalle condizioni topografiche che dalle condizioni atmosferiche, poichè da quelle dipende il formarsi delle burrasche; perciò là dove la configurazione topografica è varia, come nel distretto di Kwanto, si ha il maggior numero di perturbazioni atmosferiche, che nascono sulle montagne di Nikko e Nasu e scendono verso la pianura seguendo le vallate.

I mesi di agosto, luglio e settembre sono i più propizi per le scariche rispettivamente col 41 %, 24 % e 14 %, ossia la distribuzione annuale delle scariche segue la variazione annuale dell'umidità e della temperatura.

Le scariche avvengono di preferenza dalle 15 alle 18 (40 %), dalle 12 alle 15 (22 %) e dalle 18 alle 21 (14 %).

I caseggiati maggiormente colpiti sono quelli di campagna (in ragione del 58 % della totalità delle scariche, che colpiscono i caseggiati e del 24 % della totalità delle scariche in generale). Le scariche avvengono maggiormente, dove il terreno è argilloso e umido e più raramente su terreno sabbioso o secco.

Per quanto riguarda l'efficacia dei parafulmini è dimostrato che la teoria del cono di protezione è vera nella maggioranza dei casi, quantunque vi siano alcune eccezioni.

Suddividendo il numero delle scariche in relazione ai danni causati (incendi, distruzioni, rotture, danni alle persone o al bestiame) risulta che il 32 % dei fulmini, che hanno colpito i caseggiati, hanno provocato incendi, e di questi il 77,4 % dei casi si è avuto sui caseggiati aventi tetti di paglia.

Il 92 % degli incendi causati dal fulmine sui caseggiati è dovuto a scariche dirette, il 5 % all'incendio di alberi vicini e il 2 % ai fili elettrici.

E' pertanto consigliabile di munire di parafulmini le case, gli alberi e le altre costruzioni circostanti.

Dalla tabella riguardante i danni alle persone e al bestiame in relazione alla posizione del fulmine risulta che, su 322 fulmini che hanno causato danni alle persone e al bestiame, vi sono stati 472 feriti e di questi il maggior numero dovuto a fulmini scaricatisi sugli abitati.

Circa i colpiti dal fulmine nell'interno degli appartamenti in relazione alla stanza occupata, l'A. espone che il maggior numero dei colpiti si è avuto nei salotti vicino ai muri e ai fili elettrici; vengono poi i colpiti in cucina e in gabinetto da bagno.

C. G. E.

#### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. E. KNOWLTON — **Apparecchi e misure.** (J. A. I. E. E., settembre 1926, Vol. 45, N. 9, pag. 808).

Nell'articolo è riportata la relazione che l'A., Presidente del Comitato Americano per gli apparecchi e le misure, ha presentato alla riunione annuale dell'A. I. E. E. nel giugno 1926.

Il relatore si propone di riferire su due studi cominciati nel 1924, e di iniziarne un terzo. Dei primi due studi, uno riguarda i metodi di misura della potenza e dell'energia in particolari condizioni, e l'altro riguarda i metodi di misura ad alta frequenza. Il terzo studio si riferisce alle misure delle perdite e del fattore di potenza nei dielettrici con speciale riguardo a quei solidi; vale a dire alle misure ad alta tensione e con basso fattore di potenza. Su quest'ultimo argomento l'A. riporta un elenco delle più interessanti pubblicazioni esistenti; su quello delle misure ad alta frequenza comunica di non poter riferire nulla, perché il sotto Comitato non ha ancora portato a termine gli studi iniziati.

Il tema delle misure di potenza e d'energia è invece trattato ampiamente. Esso è stato considerato per i seguenti due casi:

- 1) misura di potenze variabili;
- 2) misura di grandi quantità di energia.

Per il primo caso, che nella determinazione del rendimento delle grandi macchine acquista importanza commerciale, l'A. rimanda a una pubblicazione presentata in proposito nel maggio 1925 da E. S. Lee: « Misure di rendimento di un grande alternatore » (Journal A.I.E.E., vol. 44, n. 8, agosto 1925, pag. 847).

Per il secondo caso sono considerate le condizioni nelle quali la misura è più comunemente eseguita, cioè su circuiti trifasi a corrente alternata con impiego di trasformatori di corrente e di tensione. Gli schemi sono scelti a seconda che la linea, sulla quale si deve misurare l'energia, non ha il neutro a terra, oppure lo ha da una sola o da ambo le parti rispetto al complesso di misura. Nella prima condizione lo schema è quello ben noto dell'Aron con due wattmetri; nelle altre due è quello delle tre coppie wattometriche per la misura distinta della potenza su ogni fase.

I metodi proposti scaturiscono da due principi generali:

- 1) il numero minimo dei riduttori di corrente e dei rispettivi elementi di contatori, per la misura dell'energia su una linea, che non ha la possibilità di funzionare a più di  $n$  vie, è  $(n - 1)$ ;
- 2) i riduttori di tensione devono essere inseriti in modo che le eventuali dissimmetrie delle tensioni applicate ai loro primari, non differiscano da quelle delle corrispondenti tensioni concatenate di linea.

In base al primo principio è fatto notare come per la determinazione dell'energia trasmessa con una linea trifase con il neutro a terra da una sola parte del complesso di misura, sia più conveniente la misura della corrente su tutte e tre le fasi anziché su due, come nello schema Aron. Infatti nel caso che venisse temporaneamente messo a terra il neutro della linea anche dall'altra parte del complesso, ver-

rebbe ad aprirsi alla corrente, durante gli squilibri del sistema, una quarta via, di modo che la misura di essa su due fasi solamente, non sarebbe più sufficiente per la determinazione dell'energia trasmessa.

In base al secondo principio viene messo in rilievo l'opportunità di non mettere a terra il centro stella dei riduttori di tensione derivati da linee che non hanno il neutro a terra. Altrimenti le tensioni primarie dei riduttori non potrebbero seguire le dissimmetrie delle tensioni di linea, e le indicazioni dei misuratori risulterebbero poco precise.

Per ognuno dei metodi proposti, l'A. fa delle osservazioni circa il funzionamento del complesso di misura rispetto al fattore di potenza della linea, e circa le caratteristiche che sono desiderabili nei contatori riguardo alle variazioni del fattore di potenza e all'influenza reciproca delle bobine delle diverse coppie. E' analizzato distintamente l'impiego di contatori polifasi o al loro posto di più monofasi. L'A. ritiene preferibile l'impiego dei contatori polifasi.

Quando l'energia non è trasmessa nello stesso senso, ma ad intervalli s'inverte, sono consigliabili due contatori per la registrazione distinta dell'energia nei due sensi. La taratura di un contatore per un senso di rotazione del disco non è valevole per l'altro, per l'effetto opposto che produce la precedente regolazione della marcia a vuoto.

Sempre nel caso di misure di grandi quantità d'energia, è buona norma installare due contatori eguali al posto di uno solo, in modo che venga assicurata l'indicazione esatta dell'energia anche quando si guasti quello sul quale si fanno normalmente le letture.

Seguono delle considerazioni sulla scelta e sullo stato attuale della costruzione dei trasformatori di corrente e di tensione.

L'A. si dispensa dal riportare dati sulla costruzione dei contatori in considerazione dei continui miglioramenti. Egli accenna alla necessità di rendere tali apparecchi meno sensibili alle variazioni di temperatura e cita al riguardo l'importante studio presentato nel febbraio 1925 da Kinnard e Faus: « Errori di temperatura nei contatori a induzione » - (Journal A.I.E.E., vol. 44, n. 3, marzo 1925, pag. 241).

N. Li.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

A. PLAN — **L'accensione automatica dei raddrizzatori a vapori di mercurio.** (A. E. G. Mitteilungen, marzo 1927, pag. 130).

L'A. descrive un metodo di accensione automatica che consiste nel far compiere all'ampolla una oscillazione iniziale abbastanza ampia per provocare l'adescamento.

Il dispositivo è congegnato in modo tale che, chiudendosi il circuito a corrente alternata monofase oppure trifase di cui si dispone, una spirale magnetizzante viene attraversata dalla corrente, che attrae così la relativa ancora, provocando questa indirettamente col suo movimento il capovolgimento dell'ampolla in vetro. In seguito al successivo contatto fra catodo e anodo di accensione, viene poi chiusa in corto circuito la spirale magnetizzante e l'ampolla in vetro nel suo movimento di ritorno, favorito da contrapesi, fa scoccare la scintilla di accensione. Non appena è avviata l'accensione attraverso l'arco ausiliario di eccitazione, il circuito di corrente pertanto chiusosi aziona un relais di disinserzione, il quale esclude il dispositivo automatico di accensione. Quest'ultimo, permette una notevole semplificazione dei relativi servizi, riguardanti i raddrizzatori, evitando nel tempo stesso gli inevitabili errori derivanti da una incompleta sorveglianza. L'accensione automatica segnò così il primo passo sulla via degli impianti con raddrizzatori completamente automatici. Al desiderio di poter godere degli stessi vantaggi sopra menzionati anche con i raddrizzatori del tipo piccolo, si oppose la semplice considerazione che gli stessi riuscirebbero certamente troppo costosi.

Per mezzo di un ingegnoso artificio si è tuttavia riusciti a creare un dispositivo semplice di accensione anche per detti raddrizzatori del tipo piccolo. Ponendo l'ampolla in vetro priva di corrente inclinata sulla relativa incastellatura, ed in maniera tale da creare un circuito chiuso, attraverso il mercurio, fra catodo e anodo ausiliario, per provocare l'adescamento della scintilla è necessario di interrompere solamente detto circuito, ciò che succede per mezzo di una adeguata bobina che attrae attraverso l'ancora relativa l'ampolla nella sua posizione normale.

L'ancora stessa porta inoltre un contatto ausiliario che disinserisce il circuito di tensione ausiliaria quando detta ancora si trova, dopo l'attrazione, nella sua nuova posizione. Siccome ora, anche ad accensione avvenuta, la bobina di cui sopra viene attraversata dalla corrente di eccitazione, l'ancora rimane in tale posizione di attrazione, e l'ampolla viene tenuta pertanto fissa nella sua posizione normale, anche durante il funzionamento dell'apparecchio. Il relais di disinserzione sopra menzionato non è quindi necessario in questo semplice dispositivo, il quale comprende così la sola bobina magnetizzante e relativa ancora col contatto ausiliario.

Alla Fiera Campionaria di Lipsia la A. E. G. di Berlino espone alcuni tipi di raddrizzatori da 5 fino a 60 Amp. c. c. muniti di dispositivo automatico per l'accensione, tra i quali quelli di piccola potenza sono per l'appunto eseguiti completi del dispositivo semplificato di accensione automatica.

A. E. G.

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

**E. S. LEE e G. M. FOUST — Misura delle sovratensioni dovute a scariche atmosferiche sulle linee di trasmissione.** (Gen. El. Rev., marzo 1927, pagina 135).

I progressi e i risultati ottenuti col metodo fotografico Lichtenberg per la misura delle sovratensioni della durata di microsecondi sono così attendibili da potersene servire per lo studio delle protezioni relative.

Il clidonografo, come è noto, consiste in un elettrodo, che poggia ad una estremità sulla parte emulsionata di una pellicola fotografica giacente sopra una piastra di materiale isolante omogeneo, che poggia a sua volta su una lastra metallica. Commettendo la lastra metallica a terra e l'elettrodo ad una linea in tensione, sulla pellicola sviluppata resta impressa una immagine con caratteristiche ben definite in rapporto alla sovratensione esistente. La forma e la dimensione radiale di tale immagine dipendono dalla forma dell'onda e dal valore della tensione.

Dalle esperienze fatte gli AA. hanno raccolto i dati per la taratura di tale strumento in una tabella e in un corrispondente diagramma, in cui le ascisse danno il diametro dell'immagine impressa e le ordinate il valore della tensione. Per la taratura hanno usato la tensione a 60 periodi generata attraverso un raddrizzatore fino a 500 kV per sovratensioni raggiungenti il massimo valore in 2-4 microsecondi.

Dai risultati ottenuti si nota che la variazione rispetto al raggio medio dell'immagine per la stessa tensione è in media del  $\pm 15\%$ , e il massimo scostamento è del  $\pm 30\%$ , per cui si può concludere che con tali misurazioni si può raggiungere un'approssimazione del 25 per cento.

Cox e Legg determinarono la curva di taratura di un clidonografo con tensione alternata 25-60 periodi raggiungente il massimo valore in 5 microsecondi, nel quale il valore della sovratensione è determinato da uno spinterometro a sfere.

Mc. Eachron studiò la curva di taratura per sovratensioni raggiungenti il massimo valore in 0.1 microsecondo.

In un diagramma comparativo si osserva che i risultati ottenuti dai tre diversi sperimentatori in condizioni diverse sono pressochè coincidenti.

La forma dell'onda e la sua ampiezza influiscono sulla durata della sovratensione e, poichè la misurazione delle sovratensioni si ottiene dal confronto di immagini a forma di onda sconosciuta con immagini di onde paragone di forma conosciuta, ne deriva una incerta approssimazione nella determinazione del tempo di durata della sovratensione.

Poichè l'immagine delle tensioni a onda negativa ha un raggio pari a circa la metà di quella della stessa tensione a onda positiva, nella cinematografia di esse risulta che le immagini delle tensioni normali positive nascondono tutte le sovratensioni negative aventi un valore 2-3 volte quello normale.

Per ovviare a tale inconveniente C. M. Foust ha ideato un apparecchio composto di due strumenti funzionanti in parallelo, ma di polarità opposte, di cui uno ha l'elettrodo in comunicazione con la terra e la lastra metallica connessa alla linea e l'altro viceversa. Tale apparecchio dispone di una pellicola fotografica lunga 240 cm, la quale mediante un movimento d'orologeria, avanza di 12 mm circa all'ora e ha una carica di 8 giorni.

Per la misura di tensioni assai maggiori di quelle per le quali l'istrumento è stato tarato, si connette l'istrumento alla linea attraverso un potenziometro a catena d'isolatori. Un'apposita cassetta di lamiera munita d'isolatore passante contiene l'apparecchio e, oltre al proteggerlo dalle intemperie, funziona da schermo elettrostatico.

È importante notare che le connessioni alla linea devono essere fatte con fili corti e in ogni caso della stessa lunghezza usata per la taratura, poichè tale lunghezza ha influenza sulla curva di taratura. L'appropriato numero d'isolatori della catena potenziometrica varia col variare della tensione di linea.

Il rapporto di demoltiplicazione del potenziometro può essere calcolato per le tensioni e le frequenze normali. Per determinare tale rapporto nei casi di sovratensioni raggiungenti fino a 2100 kV si fecero molti esperimenti e da questi si poté dedurre che, per valori di sovratensioni eccedenti fino a dieci volte la tensione massima normale, la calibrazione può essere fatta con sufficiente esattezza.

Gli AA. analizzano diagrammi fotografici ottenuti su linee durante il periodo di burrasche atmosferiche, e le relative immagini coincidono con le analoghe ottenute in laboratorio per le sovratensioni oscillatorie e negative.

Un altro diagramma fotografico rappresenta le variazioni su di una linea di 220 kV registrate mediante potenziometro con fattore di demoltiplicazione di 60. In esso, in corrispondenza di forti scariche atmosferiche è registrata una sovratensione, che può essere calcolata per i 1500-2100 kV con tensione oscillatoria prevalentemente positiva.

La pellicola avanzando lentamente mostra la sovratensione delle immagini, quando le scariche avvengono con frequenza; possono però egualmente venir analizzate con sufficiente esattezza.

Concludendo i registratori di sovratensioni col sistema fotografico Lichtenberg danno una approssimazione di misurazione del

25 per cento, e tale approssimazione è tanto migliore quanto maggiori sono le osservazioni in proposito.

Combinando insieme due registratori a polarità opposta si rende possibile una più esatta analisi della immagine per sovratensioni positive e negative.

Mediante potenziometro si è potuto connettere in modo facile e sicuro e misurare le sovratensioni delle linee a tensione normale superiore a quella, per la quale il registratore è stato tarato e si è potuto così misurare sovratensioni fino a 2000 kV con sufficiente esattezza.

C. G. E.

## CRONACA

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un nuovo tipo di piccolo automatico unipolare da servire in impianti luce in sostituzione delle valvole fusibili, è stato esposto quest'anno dalla A. E. G. alla Fiera di Lipsia. La caratteristica essenziale dell'apparecchio è costituita da un doppio dispositivo di scatto, elettromagnetico per i corti circuiti, e termico per i piccoli sovraccarichi di lunga durata, utilizzando la deformazione di una piastrina bimetallica percorsa dalla corrente del circuito. Il colpo di corrente prodotto all'inserzione di lampade ad incandescenza non determina lo scatto dell'interruttore, previsto per corrente nominale uguale a quella d'esercizio del circuito.

Il piccolo automatico è inoltre provvisto di una leva per l'apertura e chiusura a mano (a scatto libero) e riunisce quindi in sé le funzioni di interruttore oltrechè di valvola. L'apparecchio viene provato per lo scatto di corto circuito a 500 volt, 1500 ampere.

### APPLICAZIONI VARIE.

Una macchina universale per la lavorazione del legno ad azionamento elettrico è stata esposta alla Fiera di Lipsia ed è illustrata nella pubblicazione mensile dell'A. E. G. (marzo). Riunendo in sé stessa le funzioni di diverse macchine speciali, è particolarmente indicata per le piccole officine, perchè consente con minima spesa d'impianto di effettuare meccanicamente le normali lavorazioni.

Con facile trasformazione e con l'aggiunta di qualche accessorio, la macchina può funzionare come: circolare ed a nastro, piallatrice, levigatrice, fresatrice, trapanitrice e per affilare gli utensili da lavoro. Il motore è provvisto di commutatore per la marcia nei due sensi e dei dispositivi di protezione.

### ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Un nuovo tipo di lampada indicatrice a conduttore gassoso è descritto nella Gen. Elec. Rev. del marzo 1927 a pag. 149. Queste lampadine si basano su di un principio completamente diverso da quello, sul quale si basa la lampada ad incandescenza. Esse consistono essenzialmente di due elettrodi di magnesio contenuti in un bulbo, il quale è riempito con gas rari; i due elettrodi sono connessi colla sorgente di energia mediante una resistenza, situata nella base della lampada, sufficiente ad impedire il formarsi dell'arco. Quando il potenziale dell'elettrodo negativo raggiunge un certo valore, il gas che lo circonda diventa ionizzato, forma un mezzo conduttore e comincia a luccicare di una luce dolce, morbida e gialla. Se la sorgente è a corrente continua, il luccicare è sempre all'elettrodo negativo, ma se la corrente è alternata luccicano alternativamente i due elettrodi a seconda del senso della corrente. A 60 periodi l'alternanza è così rapida che la luce si può praticamente considerare uniforme, ma a 25 la pulsazione è perfettamente distinguibile. Questi comportamenti rendono la lampada molto adatta come lampada di prova per elettricisti.

Le lampade vengono fabbricate in due varietà. La resistenza posta nella base è di 60.000 ohm nel primo tipo e di 100.000 ohm nel secondo. I dati più interessanti si possono riassumere come segue: efficienza iniziale di 0,1 lumen/watt in ambo i casi, potenza 1/20 e 1/40 di watt rispettivamente. Data la minima potenza assorbita è evidente come sia possibile lasciare le lampade di questo tipo sempre inserite, ottenendo così una indicazione costante delle condizioni del circuito.

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una vettura tramviaria costruita in una lega di alluminio è da poco in servizio a Cleveland (S. U.). Come struttura essa non differisce sostanzialmente da quelle comuni costruite in acciaio. La vettura pesa 15 tonnellate mentre quelle in acciaio dello stesso tipo pesano 21 tonnellate; si ha quindi un minor peso del 30 per cento. La vettura è più silenziosa di quelle comuni. Si spera inoltre che la diminuzione del peso renda possibile una economia di quasi il 20 per cento nella potenza dei gruppi motori. La vettura costa soltanto il 10 per cento in più di quelle normali; si ritiene di poter ammortizzare il maggior costo entro 18 mesi grazie alle economie nel consumo di energia.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### La Riunione di Como.

In questi memorabili mesi estivi Como ha successivamente accolto, in onore del Grande suo figlio, gran numero di congressisti e di riunioni, nazionali ed internazionali. Fra tante manifestazioni, giornata culminante fu senza dubbio quella dell'11 settembre che, per la solenne Commemorazione di Volta, vide riuniti tutti i più grandi fisici viventi, convenuti da ogni parte del mondo, insieme coi più cospicui rappresentanti dell'elettrotecnica internazionale, coi telegrafisti e coi telefonisti. Viene oggi la riunione annuale della nostra A. E. I., ed è proprio il caso di dire, cogli inglesi, *last but not least*, perchè se il XXXII° Convegno sociale non può avere carattere di avvenimento eccezionale come il Congresso dei Fisici, certamente è ben degno di un posto preminente nella serie dei congressi Voltiani, per l'impronta di severo ed intenso lavoro che ha voluto imprimergli la nostra Presidenza generale. Così, per incominciare, la celebrazione di Volta non consisterà più in uno dei soliti discorsi commemorativi che, per quanto alati e concettosi, finiscono ormai necessariamente col ripetersi; ma sarà affidata al Senatore Corbino, il quale, in onore di Volta, illustrerà, com'egli sa fare, uno dei più attraenti capitoli della fisica moderna.

E poichè la pila di Volta trovò la prima importante sua applicazione nella trasmissione telegrafica della parola, i problemi delle Comunicazioni formeranno il primo grande argomento del Congresso. Abbiamo detto più volte che il complesso delle relazioni e delle memorie raccolte — e in gran parte già pubblicate — costituisce negli annali dell'Associazione un vero *record*, per qualità e per quantità. Il lavoro ch'esse rappresentano è una nuova, mirabile affermazione della inesauribile vitalità di questa nostra A. E. I. e rappresenta senza dubbio la più nobile forma di omaggio che si potesse tributare alla memoria del Sommo Comasco. In questo fascicolo, ai lavori già pubblicati si aggiunge un interessantissimo scritto del BORDONI il quale illustrerà con la consueta lucidità i problemi inerenti alla natura fisica dei suoni, alla loro produzione e ricezione; ed una monografia del PERILLI sulla telegrafia con cavi sottomarini; su quella tecnica che per prima dovette affrontare i problemi della propagazione dell'elettricità sulle lunghe linee.

Non sappiamo se a tanta importanza di lavori saranno pari, per ampiezza, le discussioni, dato il numero relativamente ristretto dei consoci che si occupano di telegrafia e di telefonia; certo, a compenso, le discussioni non languiranno per il secondo tema del Congresso: l'isolamento delle grandi linee. La nuova memoria che oggi pubblichiamo dei colleghi CERILLO, FOCACCIA e SELMO sulla messa a terra del neutro, tocca un'altra di quelle questioni su cui c'è sempre qualche cosa da dire e su cui non mancano le opinioni in contrasto.

Comunque, vada intanto ai colleghi riuniti a Convegno, l'augurio di fervido, proficuo lavoro; a Como ospitale il nostro più cordiale saluto.

LA REDAZIONE

**Fatevi Soci Vitalizi!**

### LO SVILUPPO DELLA TELEGRAFIA SOTTOMARINA □ □ □ □ □ □ □ □

G. PERILLI



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

Il problema della telegrafia elettrica fra punti separati da masse d'acqua si presentò naturalmente fin dal primo sorgere della telegrafia stessa; ma sebbene qualche tentativo di servirsi di fili nudi immersi nell'acqua avesse dato luogo ad esperienze riuscite (p. es. quella di accendere la polvere a distanza, fatta dal Soemmering, attraverso la Senna, nel 1808 e nel 1815) si riconobbe subito la indispensabilità di isolare convenientemente i conduttori da immergere nell'acqua.

Si tentò anche di fare del tutto a meno dei fili, servendosi della conduttività dell'acqua e riuscendosi a superare brevi distanze, non superiori però ai cinque chilometri. Il procedimento consisteva nel costituire un circuito metallico, interponendo in esso, due volte, la larghezza di un fiume, cioè, in un punto del fiume si immergevano due grandi lastre metalliche  $A$ ,  $B$ , (fig. 1) una su una riva, una sull'altra e di fronte fra loro. In un altro punto del fiume, lontano dal primo almeno tre volte la larghezza del fiume stesso, si immergevano identicamente due altre lastre  $A'$  e  $B'$ , con un filo metallico si collegavano le due lastre  $A$  e  $A'$  situate su una stessa sponda, e con un altro filo le rimanenti due lastre  $B$  e  $B'$  della sponda opposta. Sul filo  $A A'$  era incluso un galvanometro, sull'altro,  $B B'$  una pila (fig. 1).

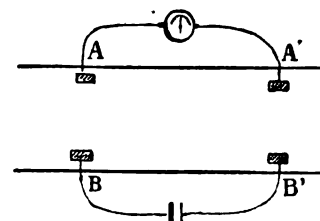


Fig. 1.

La corrente inviata sul filo con la pila era di circa 1/2 ampere, una parte di essa era ricevuta dal galvanometro, e questa parte cresceva con l'aumentare le dimensioni delle lastre.

Naturalmente, a quell'epoca, quando ancora la telegrafia senza fili era molto lontana dal nascere ed i tentativi di utilizzare i fenomeni di induzione, sia statica che elettromagnetica, riuscivano negativi o quasi, non potevasi essere condotti che a servirsi di fili anche per la telegrafia sottomarina; e si incominciò ad isolarli con pece e con canapa catramata, stabilendo qualche breve comunicazione, più a scopo di esperimenti, che di corrispondenza regolare; ed il Wheatstone studiò anche un progetto, che non ebbe attuazione, di una comunicazione tra Dover e Calais. Sembra strano che non si sia ricorsi al caucciù, conosciuto in Europa fino dai primi anni del diciottesimo secolo, ed il cui impiego, per l'isolamento dei fili, non sembra risalga molto avanti al 1845.

Si può ritenere che la telegrafia sottomarina sia nata quando si conobbe in Europa la gutta-perca (1843) o, meglio, quan-



do il Werner Siemens (1846) indicò il modo di isolare con essa i fili.

I primi cavi posati consistevano semplicemente in un conduttore di rame, a sezione circolare, ricoperto di uno strato di guttaperca e non erano armati; congiungevano località a brevi distanze, eccetto il cavo Dover-Calais che durò meno di un giorno, ma che mise in evidenza la necessità della protezione meccanica del filo ricoperto (anima) con armatura di ferro o di acciaio.

Si comprende che il ferro non poteva essere collocato sopra la gutta, chè l'avrebbe ferita e che tra i due fosse necessario interporre uno strato di materia soffice (imbottitura) che fu costituita da canapa catramata; ma poichè il catrame, a contatto con la gutta, la fa deperire e poteva chiudere temporaneamente qualche piccolo difetto nell'anima, che, non scoperto al collaudo, si manifestava poco dopo la posa, così alla canapa catramata fu sostituita la juta tannata, più economica, più duratura della canapa e senza alcuna azione dannosa sulla gutta. La tannatura alla juta ha lo scopo di assicurarne una maggiore durata, ritardandone di molto il marcimento.

Si ebbero poi molti guasti ai cavi prodotti da piccoli animalletti che, insinuandosi tra i fili dell'armatura, perforano la guttaperca. Appartengono essi ad alcune specie di crostacei (specialmente due) di molluschi (pure specialmente due) e di anelidi; e la struttura del cavo subì una nuova aggiunta, costituita da un sottile nastro d'ottone, avvolto a spirale, con sovrapposizione, sulla guttaperca. Anche qui, per proteggere meccanicamente la gutta, si interpone tra essa e l'ottone un nastro longitudinale di tela od una spirale di molti fili sottili di lino; ed esternamente, tra l'ottone e l'imbottitura di juta, un nastro, a spirale, di tela tannata.

Tuttavia questa protezione non occorre ovunque, perchè a profondità maggiori di 600 o 700 metri sembra che i suddetti animalletti generalmente non vivano, salvo casi eccezionali dove esistono correnti calde o sorgenti sottomarine calde; così per es. ne furono trovati anche a circa 1700 metri di profondità e su frammenti del primo cavo Atlantico (1865) che raggiunse profondità molto maggiori.

Con i cavi sottomarini sorsero subito parecchi nuovi problemi che, mentre richiesero per il loro studio delle risorse della scienza, ad essa portarono a loro volta contributi notevolissimi.

Essi possono raggrupparsi in tre categorie:

1) Studio della posa dei cavi, delle loro riparazioni meccaniche.

2) Studio dei metodi di misura per il collaudo e per le ricerche dei guasti.

3) Studio della propagazione delle correnti su di essi, sui miglioramenti da apportare alla costruzione dei cavi, e degli apparati con i quali essi sono esercitati.

Ciascuno di questi problemi fu molto studiato nei primi tempi, ottenendosi risultati assai brillanti; ma poi, come se si fosse raggiunto il limite dei miglioramenti possibili, la tecnica dei cavi sottomarini si arrestò quasi interamente per parecchie, lunghe decine di anni, finchè il sorgere della telegrafia senza fili, con i suoi meravigliosi progressi e soprattutto con l'invenzione dei tubi nel vuoto, spronò per la ripresa delle ricerche sui cavi sottomarini conducendo a progressi molto notevoli, facendo intravedere ancora un avvenire ricco di promesse.

## Posa dei cavi.

Sono noti gli insuccessi che si ebbero nelle prime pose dei cavi, anche brevi, dovuti oltre che alla costituzione dei cavi stessi, anche alla mancanza di una tecnica speciale e di mezzi idonei.

Le prime pose avvennero a mezzo di tamburi, sui quali era avvolto il cavo, non armato; essi erano caricati su pontone rimorchiato ed il cavo scendeva in mare sollecitato da pesi di piombo, posti ad intervalli, pesi che avevano la funzione di mantenerlo anche sul fondo. Un'altra nave era adibita all'indicazione della rotta. Si comprende facilmente quanto doveva essere aleatoria una tale operazione, che obbligava a fermare i natanti a brevi intervalli e sottoporre il cavo, la cui resistenza meccanica era molto limitata, a sollecitazioni improvvise.

Incominciatisi ad armare i cavi per proteggerli meccanicamente, fu subito riscontrata la necessità di impedire che essi discendessero in mare troppo rapidamente: e vi furono parecchi esempi in cui la posa non potè essere compiuta appunto per essersi esaurito tutto il cavo, che assunta velocità assai maggiore della nave, s'era ammassato in fondo al mare.

L'importanza di freni adatti e di un buon loro funziona-

mento si comprende subito considerando che le scosse, gli arresti improvvisi compromettono l'integrità di un cavo: e scendendo poi questo troppo abbondantemente in mare, vi si raccoglie sul fondo in cocche, le quali, allorchè si debba salpare il cavo stesso per ripararlo, si stringono compromettendo l'isolamento, od addirittura provocando lo spezzarsi del cordone. Inoltre, nei riguardi della corrispondenza, la maggiore lunghezza della linea implica un rallentamento nella velocità di trasmissione.

Il cattivo funzionamento dei freni è più frequente di quanto possa pensarsi, chè può essere prodotto da molte cause non sempre prevedibili; e se, allo stato attuale della tecnica, con i freni perfezionati moderni è assai difficile che si abbiano le gravi conseguenze lamentatesi specialmente nei primi tempi della telegrafia sottomarina, pure la stretta, incessante, accuratissima sorveglianza del funzionamento dei freni costituisce anche oggi la parte principale delle operazioni di posa e la maggiore delle preoccupazioni del Capo Spedizione.

Nei primi tempi il cavo era avvolto su tamburi oppure colto su pontoni; più tardi fu riconosciuta la necessità di grandi vasche stagne nelle quali il cavo, oltre a poter essere colto molto regolarmente, poteva essere convenientemente conservato nell'acqua, almeno durante le soste della nave.

Pure essendo già in uso le vasche, avveniva talvolta che il cavo, nello scendere in mare con buona velocità (5 a 6 miglia all'ora) dava luogo alla formazione di cocche; ed inoltre si manifestavano inconvenienti nel rapido passaggio dalla spira più grande di uno strato alla più piccola dello strato successivo sottoposto. Il Siemens volle fare un passo indietro ed invece di cogliere il cavo nelle vasche, lo avvolse in un enorme tamburo ad asse verticale, girante su rulli di ghisa portati da una rotaia circolare inferiore (posa cavo da Cartagena ad Orano).

Ma il sistema fu abbandonato subito; chè i rulli si deformarono ed il tamburo incontrava enorme resistenza al movimento di rotazione.

Le vasche hanno un cono centrale con la base di circa due metri, destinato a mantenere sufficientemente larghe le spire centrali di ogni strato di cavo ed impedire inoltre che qualche spira, giungendo fino al centro, durante il sollevamento, strozzi il cavo o formi cocche.

E poichè il cavo, quando scende in mare con buona velocità, sollevandosi troppo verticalmente nelle vasche, acquisterebbe una eccessiva forza centrifuga, causa di colpi di frusta pericolosi sia per le persone sia pel cavo stesso, e potrebbe inoltre trasportare in alto parecchi strati un po' aderenti, formando cocche, così lo si obbliga a svolgersi quasi orizzontalmente, collocando un cerchio metallico, concentrico al cavo, a 40 o 50 centimetri dallo strato di cavo che si svolge.

Tale cerchio è di diametro poco superiore al cavo e sopra di esso, convenientemente distanziati, ve ne sono altri 2 o 3, di diametro decrescente corrispondentemente al cono. Il cavo passa così, tra i cerchi ed il cono, quasi verticale, senza grande sollecitazione di forza centrifuga; e nel percorrere il tratto verticale dal fondo all'imbocco della vasca, perde, un giro alla volta, la torsione acquistata nella operazione del coglierlo, evitando così le cocche, chè altrimenti sarebbero inevitabili.

\*

Le prime pose di cavi, oltre che riuscire difettose per mancanza di mezzi idonei, erano condotte empiricamente, non essendovi studi teorici al riguardo.

Il primo ad occuparsi dell'argomento fu il W. Thomson, che nel 1857 fece conoscere la forma della curva che prende un cavo mentre scende in mare (una retta, escluso il breve tratto in prossimità della superficie) e le tensioni che in esso si manifestano sotto diverse condizioni.

Era questo un gran passo, che fu ancora superato l'anno successivo (1858) dai signori Longridge e Brooks, i quali svilupparono le conseguenze della teoria del Thomson.

Quando un cavo discende in mare, agiscono su di esso diverse forze; e cioè il suo peso, la resistenza opposta dall'acqua al movimento del cavo nel senso longitudinale ed in quello trasversale.

A base delle loro considerazioni i signori Longridge e Brooks assunsero che la resistenza incontrata da un cavo che si sposti nell'acqua è proporzionale al quadrato della sua velocità, sia che esso si sposti longitudinalmente, cioè nel senso del suo asse, sia che esso si sposti trasversalmente. Ed i principali risultati cui essi pervennero sono:

a) Se il cavo è posato in modo che giaccia sul fondo

senza tensione, la forma della curva che prende il cavo nell'acqua è una retta inclinata all'orizzonte.

b) L'angolo d'immersione del cavo (cioè della retta anzidetta con l'orizzonte) dipende solamente dalla velocità della nave e non dalla tensione o dalla velocità di discesa del cavo in acqua.

c) La massima tensione in un cavo immerso senza perdite è minore, di una piccola quantità costante, del peso di una lunghezza del cavo stesso uguale alla profondità del mare nel punto ove trovasi la nave.

Per una quindicina d'anni le pose dei cavi vennero condotte conformemente alla indicazioni fornite da questa teoria, che oltre ad essere dedotta con rigore matematico, partiva da premessa sperimentale sulla resistenza dell'acqua al moto longitudinale di un cilindro.

Senonchè, i risultati della pratica non erano in tutto perfettamente concordi ai teorici; ed il Siemens dubitò dell'attendibilità degli esperimenti accettati da Longridge e Brooks; e ne compì per suo conto, trovando che la resistenza al moto relativo, nell'acqua di un cilindro, nel senso dell'asse, è proporzionale, alla semplice velocità relativa finchè le condizioni sono all'incirca quelle che si verificano nelle pose dei cavi; mentre per cilindri di grande diametro, e per velocità maggiori, la legge è espressa da una formula di secondo grado (come già precedentemente sapevasi):

$$av + bv^2$$

dove, delle due costanti  $a$  e  $b$ , la seconda è trascurabile rispetto ad  $a$  per valori di  $v$  quali sono quelli con i quali si ha a che fare nel caso nostro.

Per la resistenza al moto del cavo invece nel senso trasversale, cioè perpendicolarmente all'asse, l'accordo fra tutti gli autori è completo, ed essa è ritenuta proporzionale al quadrato della velocità.

La trattazione del Siemens conduce ad una relazione semplice tra la forza ( $f$ ) di ritenuta al freno, la profondità del mare ( $P$ ), il peso unitario del cavo ( $\omega$ ), la velocità della nave ( $v$ ), l'angolo di immersione del cavo ( $\alpha$ ) i coefficienti delle resistenze al moto del cavo e l'imbandito  $i$ .

Si ricavano, tra le altre, le seguenti conseguenze principali:

1) l'angolo di immersione diminuisce rapidamente aumentando la velocità della nave;

2) a parità di altre condizioni l'imbandito è inversamente proporzionale al quadrato della velocità della nave

$$\left(i = \frac{K}{v^2}\right).$$

Si può variare l'imbandito dunque variando la velocità della nave.

3) L'imbandito dipende principalmente dalla differenza fra il peso di una lunghezza di cavo uguale al fondo e la forza di ritenuta del freno ( $P\omega - f$ ). Si può dunque variare l'imbandito anche variando semplicemente la ritenuta del freno.

4) Uguali variazioni percentuali nella profondità o nella ritenuta del freno ( $\frac{dP}{P} = \frac{df}{f}$ ) producono variazioni ( $di$ ) uguali e di senso contrario nell'imbandito.

5) L'imbandito si può regolare più rapidamente variando la ritenuta del freno invece della velocità.

Si vede da quanto sopra che per eseguire una buona posa di cavo, dopo aver preso cognizione del fondo del mare, delle costanti del cavo stesso ed aver determinato l'imbandito (come si vedrà in seguito), occorre conoscere la forza di ritenuta del freno e la velocità della nave ad ogni istante.

La forza di ritenuta del freno si misura col dinamometro, che è un apparecchio molto semplice, costituito da tre puleggie poste in uno stesso piano verticale, le due estreme  $A$ ,  $B$  fisse, allo stesso livello, la centrale  $C$  pesante e mobile (fig. 2). Il cavo



Fig. 2.

passa sopra le due puleggie estreme fisse e sotto la centrale mobile. La quantità di cui si abbassa la puleggia centrale (che generalmente è simmetrica rispetto alle altre due) è funzione semplice del suo peso e della tensione del cavo; e quindi, mantenendo

inalterato il peso della puleggia, si può conoscere la tensione del cavo ad ogni istante, leggendo su un'apposita scala di quanto il bordo inferiore della puleggia centrale è più basso dei bordi superiori delle due puleggie laterali.

La velocità della nave si può misurare in diversi modi: principalmente col lock o con i contagiri delle eliche.

Stabilito quanto sopra, il procedimento che si seguiva per una posa di cavo consisteva, dopo averne stabilito il tracciato, il tipo e l'imbandito, a regolare in ogni istante la velocità della nave e la ritenuta del freno, per modo che fosse soddisfatta la relazione fondamentale del Siemens:

$$\frac{f}{P} = \omega - \frac{vq}{\sin \alpha} (1 + i - \cos \alpha)$$

dove:

$f$  = ritenuta al freno in kg;

$P$  = profondità del mare;

$\omega$  = peso in kg del cavo in acqua per metro lineare;

$v$  = velocità della nave;

$q$  = coefficiente di resistenza al moto longitudinale del cavo in acqua;

$\alpha$  = angolo d'immersione (che è funzione del coefficiente di resistenza  $q$  al moto trasversale del cavo in acqua e della velocità della nave);

$i$  = imbandito percentuale.

Come si vede, per un dato cavo ( $\omega$ ,  $q$ ,  $\alpha$  costanti) mantenendo costante la velocità della nave ( $v$ ,  $\alpha$  costanti) si ha una relazione lineare tra il rapporto  $\frac{f}{P}$  e l'imbandito  $i$ . Conosciuta quindi la profondità  $P$  e stabilito in conseguenza l'imbandito  $i$  si ha subito  $\frac{f}{P}$  e quindi  $f$ .

E così, per ogni tipo di cavo, si costruiva un abaco nel quale erano riportate le varie rette rappresentanti le variazioni di  $\frac{f}{P}$  rispetto ad  $i$  alle varie velocità e se ne ricavano tabelle e grafici nei quali, per ogni tratto di cavo, si conoscevano  $P$ ,  $i$  e la  $f$  alle varie velocità della nave e non rimaneva che sorvegliare continuamente i freni, il dinamometro e l'indicatore di velocità della nave.

Questo procedimento, universalmente adottato, non era tuttavia esente da imperfezioni di ordine pratico; chè mentre esso presuppone la conoscenza della velocità  $v$  vera della nave rispetto al fondo del mare, gli indicatori di velocità non danno che la velocità relativa della nave rispetto all'acqua e nemmeno sempre con molta esattezza; e l'acqua, per suo conto, ha molto spesso una velocità propria rispetto al fondo del mare, soprattutto in certe località (Stretto di Messina, di Gibilterra, ecc.) ed in certe epoche, velocità tutt'altro che trascurabile.

Il Siemens (1879) indicò anche qui un perfezionamento assai importante, consistente nel posare contemporaneamente al cavo, e senza imbandito, un filo metallico; così otteneva di conoscere con esattezza il cammino effettivamente percorso dalla nave rispetto al fondo, e per mezzo di un dispositivo molto semplice e molto ingegnoso poteva conoscere ad ogni istante il valore dell'imbandito percentuale.

Sebbene tale dispositivo si fosse dimostrato prezioso nella posa del cavo atlantico del 1879, pure esso, a causa di alcuni inconvenienti pratici, non fu subito generalmente adottato e di esso pochi e rari accenni si trovano nella letteratura dei cavi.

La nostra prima nave telegrafica « Città di Milano » ne fu dotata solamente nel 1910 e la nuova « Città di Milano » l'ebbe in occasione della posa del primo tratto di cavo tra l'Italia e l'America, ossia nel 1924.

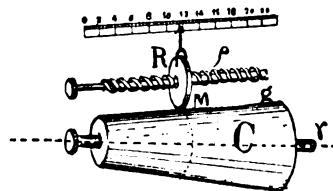


Fig. 3.

Questo dispositivo consta di due parti: una, relativa alla posa del filo, che comprende il rocchetto col filo d'acciaio (che è filo da pianoforte a carico di rottura molto elevato), il freno, il dinamometro, le puleggie di guida, ecc.; l'altra costituita dal

l'indicatore d'imbandito. Il principio sul quale questo è basato è il seguente: Si abbia (fig. 3) un tronco di cono  $C$  girevole intorno al proprio asse  $\gamma$  ed una ruota  $R$  pure girevole intorno al suo asse  $\rho$  che tocchi a pressione in un punto della periferia il tronco di cono; i due assi  $\rho$  e  $\gamma$  trovinsi in uno stesso piano verticale ma non siano paralleli, mentre invece esista il parallelismo tra l'asse della ruota e la generatrice  $g$  del cono che passa pel punto  $M$  in cui esso cono è toccato dalla ruota.

Si vede che facendo girare il cono, esso trascina la ruota e le due velocità periferiche della ruota e del punto  $M$  del cono sono uguali.

Se ora si suppone che l'asse della ruota sia a vite e la ruota possa avvitarsi o svitarsi su di esso e che l'asse stesso della ruota sia animato da un movimento di senso contrario a quello dell'asse del cono (uno destrorso, l'altro sinistrorso) la ruota resterà fissa rispetto al suo asse se la velocità periferica che questo le imprimerebbe qualora essa fosse rigida con esso, sia uguale alla velocità periferica del cono nel punto di contatto con la ruota.

Ma se questo non avviene, se cioè la velocità angolare della ruota trascinata dal cono è diversa da quella del suo asse, tra questo e la ruota vi è velocità relativa e la ruota si avviterà o si sviterà sul proprio asse spostandosi o verso il vertice o verso la base del cono finchè cesserà la velocità relativa ovvero finchè siano uguali le velocità periferiche della ruota e del cono nel punto di contatto.

Se ora si collega con apposito ingranaggio l'asse della ruota con quello del tamburo da cui si svolge il cavo, ed analogamente l'asse del cono con una ruota messa in moto dal filo di acciaio, e se si fa in modo, scegliendo opportunamente i rapporti degli ingranaggi, che le velocità angolari dei due assi stiano a quelle rispettive del cavo e del filo nello stesso rapporto, si ricava facilmente che la quantità di cui si sposta la ruota lungo la generatrice del cono a partire dal punto in cui il diametro della sezione del cono è uguale a quello della ruota è proporzionale all'imbandito percentuale del cavo; e quindi un indice solidale alla ruota, spostandosi su una scala convenientemente graduata, può dare immediatamente, ad ogni istante, il valore del detto imbandito. Non solo, ma è di estrema semplicità registrare continuamente su un foglio di carta, avvolto su un cilindro, l'imbandito stesso.

Quando si debba eseguire una posa piuttosto lunga, oramai l'indicatore d'imbandito, reso pratico con successivi piccoli perfezionamenti di dettaglio, è sempre adoperato, ottenendosi un controllo continuo, sicuro, facile delle operazioni di posa. Esso è installato a poppa. Tuttavia i tratti relativamente piccoli di cavo spesso si posano da prua anzichè da poppa e per essi si continua col sistema antico.

\*

In tutti i casi è indispensabile conoscere ad ogni momento la profondità del mare; chè in base ad essa si assegna il valore dell'imbandito.

Anche qui non è facile, come generalmente può ritenersi, avere tale profondità con assoluta esattezza, almeno con gli scandagli finora usati.

I primi scandagli derivavano da quelli comuni per piccole profondità, costituiti da una ordinaria sagola con un peso di piombo o di ferro. Ma poichè essa offriva troppa presa alle correnti, che la deviavano eccessivamente dalla verticale e presentava forte attrito nell'acqua, nel 1872 W. Thomson introdusse l'uso di un filo di acciaio da pianoforte, resistentissimo (carico di rottura circa 105 kg) del diametro di mm 0,711 e l'impiego di apposito motore per salparlo.

Questo scandaglio, più o meno modificato e perfezionato, soprattutto nel peso che è costituito in modo da prelevare campione del fondo, è anche oggi di uso comune.

Anche lo scandaglio Thomson non è esente del tutto dall'influenza delle correnti marine, le quali, alle varie profondità, possono essere diverse non solamente di intensità, ma anche di direzione (p. es. come nello Stretto di Messina); e si escogitarono altri sistemi di scandaglio ricorrendo a principii diversi.

Così apparecchi ben riusciti furono quelli basati sull'effetto della pressione dell'acqua sulla contrazione di una colonna di mercurio, o d'acqua, o d'aria; dal valore di questa contrazione (corretto specialmente per la temperatura) si deduce il valore della pressione al fondo del mare e quindi la profondità.

Un altro sistema più recente consiste nel far cadere in mare una bomba preparata in modo che essa scoppi non appena tocchi il fondo. Misurando il tempo (con procedimento grafico) trascorso dal momento in cui la bomba lascia la superficie del

mare a quello in cui il suono è ricevuto, si può dedurre la profondità del mare.

Ma si cercò di perfezionare la determinazione delle profondità senza fermare la nave. Ed il W. Siemens immaginò il suo bathometro basato sul fatto che, alla superficie di grandi masse d'acqua, l'accelerazione dovuta alla gravità è minore che a terra, poichè la densità dell'acqua di mare è oltre 2 1/2 volte minore di quella della crosta terrestre. Il suo apparecchio, soggetto a molte cause di errore, non dava la profondità vera di un dato punto, bensì una media di un tratto relativamente grande ed in talune circostanze gli errori risultavano maggiori che collo scandaglio Thomson.

Uno scandaglio moderno risponde assai meglio allo scopo; è dell'Ammiraglio inglese e di esso la Società Italiana Pirelli si è servita nel 1926 e nel 1927 per gli scandagli preliminari in occasione della posa dei due cavi dell'Italcable Anzio-Barcellona e Barcellona-Malaga.

Il principio su cui è basato è molto semplice. In un punto dello scafo della nave si produce un suono; esso si propaga esternamente in tutte le direzioni e, dal fondo, è riflesso in alto come eco. Questa eco è raccolta da un ricevitore microfonico situato allo scafo della nave in un punto simmetrico del primo ed ascoltato in un telefono collegato col microfono. Speciali dispositivi sono studiati per misurare il tempo trascorso dalla produzione del suono all'arrivo dell'eco (precisamente al primo arrivo dell'eco); ed il tempo ora detto dà la misura della profondità con molta approssimazione.

Quest'apparecchio costituisce un notevole progresso, in quanto permette di conseguire sufficiente esattezza, di eseguire un gran numero di rilievi in poco tempo pur essendo la nave in moto; faciliterà le operazioni sui cavi sottomarini e contribuirà molto alla più esatta conoscenza del fondo dei mari.

Un altro apparecchio recente è quello dei signori Laugevin e Chilowsky che indica le profondità del mare deducendole dal percorso di un breve ultra-suono che si riflette sul fondo del mare; il suono riflesso provoca una rapida oscillazione della immagine luminosa dell'oscillografo magnetico Dubois, che permette di misurare fino al 1/10.000 di secondo.

L'immagine percorre una scala con velocità uniforme e l'istante della deviazione indica l'intervallo di tempo trascorso dall'emissione del suono al ricevimento dell'eco; quindi è facile ricavare la profondità.

### Riparazione dei cavi sottomarini.

Anche la tecnica della riparazione dei cavi sottomarini ha notevolmente progredito dai primi tempi della telegrafia sottomarina ad oggi; tanto nella localizzazione dei guasti, quanto nelle operazioni a mare per l'esecuzione delle riparazioni.

E' noto che, allorché si manifesta un guasto in un cavo, si procede innanzi tutto ad esperimenti per localizzarlo; conosciutane così la distanza dagli approdi se ne deducono le coordinate geografiche e la nave telegrafica si reca poi a pescare il cavo in prossimità di detto punto. E cioè essa, dopo aver marcato con una boa segnale il punto ove dovrebbe esistere il guasto, ovvero il punto in cui si vuol pescare il cavo stesso, dopo aver preso la profondità del mare, un campione del fondo, essersi assicurata se vi sono correnti, aver tenuto conto del vento, aver riscontrato se il fondo del mare è orizzontale od in pendenza, ecc., si reca ad una certa distanza fuori della linea del cavo (generalmente circa un miglio, ma la distanza può variare anche di molto per varie cause, come la profondità, l'incertezza della vera posizione del cavo, ecc.), cala dalle puleggie di prua un grappino assicurato ad una lunga fune (circa 1/10 più lunga della profondità) di fili di acciaio ricoperti di manilla ed incomincia ad arare il fondo del mare in direzione perpendicolare al tracciato del cavo con velocità assai piccola (da 1 a 2 miglia all'ora) minore in acque profonde, maggiore in acque basse.

La fune d'acciaio (cavo da grappino) è a bordo portata dalla puleggia di prua, attraverso puleggie di guida, al dinamometro e poi, sempre attraverso puleggie di guida, alla macchina di salpamento.

Il dinamometro è necessario, oltre a tutto il resto, anche ad indicare quando il grappino ha preso il cavo; chè il cavo da grappino è sottoposto, durante le grappinate, ad una certa tensione, somma della resistenza incontrata dal grappino nel suo lavoro e dell'attrito del cavo di acciaio contro l'acqua (ed anche, se questo cavo è troppo lungo, dalla resistenza della parte di esso che striscia sul fondo). Durante la grappinata, il dinamometro segna questa tensione risultante; ma allorché il grappino ha preso il cavo, incomincia a trascinarlo con sè, quindi la re-

sistenza aumenta gradatamente e continuamente. E quest'aumento graduale è l'indicazione migliore che il cavo telegrafico è stato preso, poichè se l'aumento non è graduale e continuo, esso è dovuto ad altre cause: per es. se la tensione è solo aumentata, ma costante, può essere variata la natura del fondo del mare (da melmoso divenuto sabbioso, quindi più duro) o la profondità che, se diminuita, causa lo strisciamento sul fondo di una maggiore lunghezza di cavo di acciaio e quindi un maggiore attrito; se aumenta rapidamente, con sbalzi il grappino si è impegnato con qualche scoglio.

Nei primi tempi si adoperava il solo grappino così detto ordinario, simile al vecchio tipo di àncore, cioè costituito da uno stelo di ferro terminante in cinque o sei marre ripiegate, ed avente, in cima allo stelo, un anello per attaccarvi la fune di acciaio; anello snodato, che permetteva al grappino di girare rispetto alla fune, in modo che questa non prendesse torsioni.

Tale grappino è molto buono per fondi poco resistenti, come quelli melmosi o sabbiosi, ed è usato ancora oggi.

Esso è costruito in tutte le grandezze; da quelli del peso di pochi chilogrammi, che si impiegano in profondità minime, nei lavori con barche, a quelli del peso di qualche quintale.

Questo grappino fu poi modificato per i casi in cui il cavo da pescare fosse spezzato.

Allora, adoperando il grappino ordinario, il cavo poteva scorrere sulla marra del grappino e perdersi; per impedire questo scorrimento, le marre si attaccarono al fusto del grappino con un angolo molto acuto, per modo che il cavo, ficcandosi nel fondo della marra, trovava un così forte attrito da non riuscire più a scorrere.

Ma su fondi rocciosi le marre del grappino, impegnandosi sotto gli scogli, si piegavano e spezzavano, quando non accadeva che si spezzasse prima il cavo di acciaio.

E si addivenne ad altro miglioramento facendo marre snodate che, al di là di una certa sollecitazione, si aprivano liberandosi dallo scoglio in cui erano incappate e poi venivano riportate in posizione da adatte molle.

Si fecero pure grappini ordinari a marre sostituibili, e poi il grappino cosiddetto centipede (pure a marre sostituibili), il grappino ad ombrello, ottenuto circondando il fusto con un cono metallico terminante a poca distanza dalle marre ed avente delle molle che, solidali al cono, si appoggiano alle marre, abbandonandole sotto la pressione del cavo telegrafico, il quale può entrare nelle marre, ma non uscirne. Questo grappino passa sugli scogli senza restarvi preso.

Venne poi il grappino tagliente e prensile il quale, una volta preso il cavo, sotto lo sforzo di tensione di esso, lo taglia e ne mantiene afferrato un lato, abbandonando l'altro. Si può preventivamente scegliere il lato del cavo che si vuole afferrare e si può pure regolare lo sforzo che produrrà il funzionamento del grappino.

Questo grappino è molto utile ora che, come si vedrà, si è adottato il sistema di limitare l'imbandito dei cavi nelle grandi profondità.

Si studiarono grappini snodati, adatti per fondi rocciosi, costituiti cioè da elementi identici accoppiati a cerniera l'uno sull'altro, quasi come una catena ed aventi marre fisse, o cedevoli sotto un dato sforzo (Stallibrass). Essi sposano assai bene tutte le ineguaglianze del fondo, dando la maggiore probabilità di afferrare il cavo ed alcuni (Murphy, Reunie) possono portare il cavo proprio sopra coperta, evitando l'operazione lunga e talvolta pericolosa di abbozzare il doppino del cavo pescato fuori bordo. Il grappino tipo Gifford ha dato sulla « Città di Milano » eccellenti risultati su quasi tutti i fondi.

Altri grappini sono studiati per andare a trovare il cavo molto affondato nella melma o nella sabbia.

Con tutti i grappini finora detti, l'indicazione della presa del cavo è data dal dinamometro; essa può non essere data subito, o affatto, come per es. quando il cavo è poco resistente e, trascinato sul fondo dal grappino, si spezza. Si immaginò perciò anche un grappino che elettricamente indica il momento in cui il cavo, entrato nella marra del grappino incomincia ad essere tesato.

Miglioramenti notevolissimi sono stati apportati nella macchina di rilevamento, la quale schematicamente è costituita da un grosso tamburo, al quale si avvolge il cavo da salpare in 3, 4 o più giri, a seconda dello sforzo e dello stato della superficie del cavo stesso.

Il tamburo è mosso da una macchina a vapore, poichè la forza occorrente per salpare il cavo è spesso di parecchie tonnellate e talvolta si avvicina a poco meno del doppio del carico di rottura del cavo, ossia a più di dieci tonnellate.

Anche nelle altre parti del macchinario, degli attrezzi e meccanismi, sono stati apportati perfezionamenti; tuttavia v'è ancora oggi parecchio da migliorare; per esempio il dinamometro non è ancora perfetto, perchè dà indicazioni statiche; e non tenendo esso conto della velocità del cavo, le sue indicazioni sono approssimate sia durante la posa, sia durante il salpamento, essendo buone solo quando il cavo è fermo; cioè per es. durante le corse di grappinaggio.

Il calcolo degli sforzi cui vanno soggetti durante il salpamento il cavo telegrafico e quello da grappino, si può fare in via approssimativa con semplici considerazioni geometriche; o, più esattamente, partendo dall'equazione della catenaria. In ogni caso, nella determinazione dell'imbandito entrano in considerazione: la profondità del mare ( $f$ ), il peso unitario del cavo in acqua ( $p$ ), la tensione  $T$  nel punto più alto del cavo, cioè quello in cui esso è stato preso dal grappino, tensione che non deve mai superare il carico di sicurezza.

Nei due casi le formule anzidette sono rispettivamente:

$$i = -1 + \sqrt{\frac{T^2}{T^2 - 4p^2f^2}} \quad (a)$$

$$i = \frac{-9 + 3 \frac{T}{T - pf} \sqrt{12 + 24 \frac{T}{T - pf}}}{15} \quad (b)$$

ma, quest'ultima, in pratica, per semplicità di calcolo, può essere vantaggiosamente sostituita dall'altra, molto approssimata, che il compianto Ing. Brunelli ricavò, pure partendo dall'equazione della catenaria:

$$i = \frac{pf}{3(T - pf)} \quad (c)$$

essa è molto più approssimata della (a) al valore vero (b).

Il concetto che serve di base per istituire il calcolo dell'imbandito è il seguente.

E' noto che il cavo telegrafico deve sempre adagiarsi sul fondo del mare; e se, una volta posato, dovesse restarvi per sempre, lo si potrebbe distendere in modo che esso avesse lunghezza uguale alla distanza dei due punti che congiunge, misurata sul fondo. Ma il cavo va soggetto a guasti e deve essere ripescato; e quando esso è preso in un punto  $A$  e portato alla superficie, si dispone d'ambo i lati del punto medesimo secondo due archi di catenaria  $A_1 B$ ,  $A_1 C$  sospesi in acqua (fig. 4).

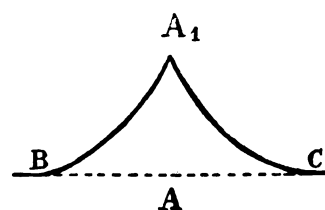


Fig. 4.

La somma delle due mezze catenarie  $A_1 B$ ,  $A_1 C$  è maggiore di  $BC$  e tutte tre le lunghezze variano col variare della tensione cui è sottoposto il cavo, allontanandosi i punti  $B$  e  $C$  con l'aumentare della tensione.

E' chiaro che per poter sollevare il cavo fino in  $A_1$ , è necessario posarne tra i punti  $B$ ,  $C$  una quantità  $L$  maggiore della distanza  $l$  che corre tra  $B$  e  $C$  ed è precisamente la quantità

$$\frac{L - l}{l}$$

che chiamasi imbandito.

Risulta che, tanto più piccolo è l'imbandito, tanto più grande è la tensione sopportata dal cavo nel punto  $A$ ; e siccome questa tensione è limitata dal carico di sicurezza del cavo, ne viene che bisogna dare un conveniente valore all'imbandito.

Tutto ciò va bene finchè le profondità ed il peso unitario del cavo non sono molto grandi; ma si arriva poi a valori dell'imbandito assai forti, che non sono compatibili col buon funzionamento delle lunghe linee e nemmeno con le buone condizioni meccaniche del cavo; perchè la maggiore lunghezza del cavo conduce ad una, proporzionalmente, molto maggiore lentezza di trasmissione; e, dal lato meccanico, l'eccesso di cavo, nello scendere in mare e nel poggiarsi sul fondo, si raccoglie in cocche, le quali, quando il cavo viene salpato per ripararlo, si stringono e deteriorano o spezzano il cavo stesso.



In conseguenza si è addivenuti ad un miglioramento consistente nell'adozione di un valore massimo per l'imbandito (tra il 5 e l'8 %; e laddove esso è troppo piccolo per salpare senza eccessiva tensione il cavo, tagliare questo col grappino tagliente e prensibile, tirandone a bordo un lato alla volta. Così, durante il salpamento è possibile spostare la nave lungo la linea del cavo e far salire questo quasi verticalmente, con tensione non molto superiore al proprio peso.

### Localizzazione dei guasti.

I cavi sottomarini vanno soggetti a numerosi guasti, anche nelle maggiori profondità, dove sembrerebbe che la tranquillità assoluta colà regnante e la mancanza di vita dovessero garantire continuamente il loro buono stato elettrico.

Le cause che producono tali guasti sono molte ed i guasti stessi (intendendosi qui per guasti solamente tutti i difetti che interessano la parte elettrica) possono raggrupparsi in due grandi categorie principali:

- 1) Rottura del conduttore;
- 2) Derivazione a terra senza rottura del conduttore.

Ognuna di queste presenta sottocasi, per ciascuno dei quali si hanno metodi di misura appropriati.

Sarebbe interessante trattare di detti metodi e di tutti i successivi perfezionamenti che si può dire abbiano portato la tecnica della localizzazione dei guasti all'altezza dello sviluppo che ha preso la rete sottomarina. Ma è necessario limitarsi a pochi cenni, sufficienti per dare un'idea del cammino fatto.

Innanzitutto due parole sui progressi realizzati negli apparecchi adoperati nelle misurazioni.

Da principio s'impiegarono le semplici bussole, in uso sulle linee aeree, e pile anche assai forti; ben presto si capì la necessità di non sottoporre i cavi immersi a voltaggi forti, perchè questi aggravano e rendono manifesti i difetti incipienti, con grave pregiudizio dei cavi stessi. L'impiego di correnti molto deboli trasse con sé la necessità di apparecchi molto sensibili.

Il Thomson ideò subito il suo galvanometro a riflessione, che, con qualche modificazione per adattarlo alle esigenze di bordo, è in uso, a bordo, anche oggi, sebbene si sia trovato vantaggioso di sostituirlo con galvanometri a bobina mobile, tipo Deprez-D'Arsonval, i quali sono quasi indipendenti dai campi magnetici esterni e non sentono i giri della nave, sono robusti, sono smorzati elettromagneticamente, e, salvo presso i limiti estremi della scala, danno deviazioni sensibilmente proporzionali alle intensità delle correnti.

E' superfluo dire che, in generale, i galvanometri sono a riflessione, meno in pochi casi speciali, per le misure a terra, laddove non esistono casotti; chè allora è necessario servirsi di galvanometri ad indice, dei quali se ne hanno pure di notevole sensibilità (Weston, Paul, Siemens, ecc.).

A bordo, il galvanometro d'uso universale è il Sullivan, del tipo, s'intende, a bobina mobile. I movimenti di rullio e di beccheggio della nave sono risentiti dal galvanometro e provocano continui spostamenti, sulla scala, dell'immagine luminosa riflessa dallo specchietto, che è solidale con la bobina mobile.

Tali spostamenti si eliminano in gran parte disponendo le cose in modo che l'asse di sospensione della bobina passi, quanto più possibile, per il centro di gravità del sistema mobile: il che si ottiene in vari modi; per es. con delle sottili strisciole di piombo applicate allo schermo metallico della bobina; ovvero, con minuscole viti che possono essere più o meno internate dentro lo schermo stesso (Telegraph Construction e M. C.), ecc.

In generale gli altri apparecchi che si adoperano a bordo sono i soliti che trovansi nei gabinetti elettrici. Molto in uso è uno shunt universale a quadranti costruito sul principio della resistenza a cursore Varley-Thomson, che offre il modo di avere 10.000 valori diversi per lo shunt, ed è prezioso per vari altri usi.

Grande è il numero delle chiavi di svariati tipi, che rispondono ad esigenze speciali e sono di un'utilità preziosa, data specialmente la grande rapidità che, a bordo, è condizione sine qua non per la buona riuscita delle esperienze.

Fanno parte del corredo di bordo anche campioni di condensatori, di megohm, di pile ed una quantità abbondante di apparecchi di misura di tutti i generi.

Il grande nemico che si ha a bordo è l'umidità e quindi non sono mai troppe le minuziose precauzioni che si prendono per isolare soprattutto le pile e poi tutti gli apparecchi.

I guasti dei cavi sottomarini si differenziano, per loro caratteri peculiari, da quelli che si hanno sulle linee aeree, e richiedono metodi e procedimenti loro propri. Ciò dipende prin-

cipalmente dal fatto che, ove il conduttore di rame va a contatto, più o meno diretto e completo, con l'acqua di mare, si manifestano alcuni fenomeni, ognuno dei quali interviene nella misurazione; e cioè, la resistenza che si misura contiene:

- 1) la resistenza del rame tra il punto dove si misura ed il guasto;
- 2) la resistenza del contatto rame-acqua;
- 3) la resistenza apparente dovuta alla f. e. m. di polarizzazione;
- 4) la resistenza apparente dovuta alla f. e. m. della pila costituita dalla coppia rame-ferro in acqua salina;
- 5) la resistenza apparente dovuta alla corrente tellurica (differenza di potenziale tra i due punti, quello dove si misura e quello dove trovasi il guasto).

A questi elementi si aggiungono anche:

a) in caso di una derivazione prodotta da un foro nell'isolante, la resistenza della colonnina liquida, costituita dall'acqua che è nell'isolante;

b) nel caso in cui tra il rame e l'acqua, o tra il rame ed il nastro d'ottone vi sia un velo di gutta-perca, la resistenza di questo velo, che è di natura elettrolitica;

c) in caso che nel punto del guasto il cavo sia sepolto in fango, sabbia, ecc., la corrente negativa sviluppa idrogeno che, se non riesce a sfuggire, provoca grandi o grandissime resistenze, con sbalzi enormi, ecc.

La grandissima maggioranza dei guasti si localizzano con metodi impieganti la corrente continua, con grande predominanza della negativa, mentre la positiva è adoperata solo in pochi casi speciali.

A causa dell'elettrolisi che si produce al contatto del rame con l'acqua nel punto del guasto, se la corrente inviata è positiva, il rame si ricopre di uno strato di sali poco conduttori, che aumentano la resistenza del guasto, la quale non sembra seguire più alcuna legge ben definita, che possa riuscire utile nelle misurazioni.

Di quest'aumento di resistenza si profitta talvolta per migliorare temporaneamente la corrispondenza in un cavo difettoso; cioè, nei cavi brevi, esercitati con una sola corrente, si adopera la sola corrente positiva la quale, come si usa dire, chiude, sigilla più o meno il difetto. Ma questo sistema è pericoloso, chè accelera l'interruzione completa del cavo. Difatti, l'acqua del mare scioglie i sali di rame depositati dalla corrente positiva (con maggiore rapidità se l'acqua è in movimento), ed essi tornano a formarsi a spese del conduttore di rame, che si va corrodendo gradatamente, finchè si spezza, interrompendo del tutto la comunicazione.

La preferenza che si dà alla corrente negativa nelle misurazioni sui cavi sottomarini deriva dal fatto che tale corrente riduce i sali di rame, depositando sul conduttore rame metallico o sviluppando idrogeno; ed allora, quando la superficie esposta è sufficiente, è possibile determinare alcune leggi sperimentate (Kennelly, Schaefer, Black) alle quali rispondono i guasti, entro però certi determinati limiti, ed in condizioni, pure bene determinate, sul modo di condurre le esperienze.

Non sempre si riesce a vedere quanto tali leggi possano conciliarsi tra loro; sta di fatto però che, a correnti negative maggiori i guasti offrono resistenze minori, e che tali leggi in pratica danno origine a metodi, i quali, applicati rispettando le condizioni in base alle quali furono trovate le leggi su cui si fondano, rispondono assai bene; e forse a tali leggi non conviene dare significato diverso da quello di leggi empiriche.

Moltissimi metodi di misura impiegano il falso zero; ma esso richiede, nei cavi sottomarini, cautele speciali e molta esperienza per essere eseguito a dovere, a causa delle difficoltà derivanti, oltre che dalle variazioni più o meno continue e più o meno rapide della corrente tellurica, dall'influenza della polarizzazione e della capacità del cavo.

La somma delle f.e.m. esistenti su un cavo guasto prima che vi si applichi la pila d'esperimento danno una certa deviazione al galvanometro del ponte; se, come al metodo ordinario, si tiene questa deviazione come falso zero, si commette errore, perchè la corrente di misura provoca lo sviluppo di una forza contro elettromotrice, che si sovrappone alle f. e. m. preesistenti. E quindi il falso zero a cui ci si deve riferire è quello che si ha dopo l'invio della corrente.

Ma alla esattezza della misura si oppone, anche con quest'accorgimento, la grande rapidità con la quale, tolta la pila d'esperimento, decresce la f. e. m. di polarizzazione; prima che il galvanometro abbia il tempo di passare dalla deviazione con corrente di misura alla deviazione del falso zero di riposo, la f. e. m. di polarizzazione è scesa di molto.

A complicare e rendere più difficile, e quindi più incerta la misura, interviene anche la capacità del cavo, la quale, allorchè si toglie la pila per prendere la deviazione del falso zero, dà una corrente di scarica, forte all'inizio e rapidamente decrescente, che si sovrappone alla corrente di polarizzazione, soverchiandola assai in principio.

Vi è un certo momento in cui la deviazione che producono globalmente queste cause è uguale a quella che avrebbe prodotto la sola f.e.m. di polarizzazione se la si fosse potuta misurare proprio all'istante in cui cessò l'invio della corrente di misura; tale momento varia da cavo a cavo, da guasto a guasto, a seconda della corrente inviata, ecc.; l'apprezzarlo è difficile e richiede molta esperienza.

Allorchè la capacità è piccola, cioè si abbiano da sperimentare brevi tratti di cavo, come p. es. quando il cavo è guasto non molto lontano, la misura al falso zero è facilitata e la si esegue in modo diverso; ossia mentre ordinariamente, al ponte, si include prima la pila, poi il galvanometro, e viceversa si esclude prima il galvanometro, poi la pila, per evitare che le forti correnti di carica e scarica danneggino il galvanometro, qui si tiene invece costantemente incluso il galvanometro.

Disponendo le cose in modo che al lato variabile del ponte sia inclusa una resistenza un po' maggiore di quella che si presume avrà il cavo, allorchè si inserisce la pila il galvanometro ha due movimenti; uno, in un senso, dovuto al non equilibrio del ponte (lato variabile più resistente del lato incognito) l'altro, in senso contrario, (lato variabile meno resistente del lato incognito) dovuto al manifestarsi della forza contro elettromotrice di polarizzazione che si comporta apparentemente come una resistenza. Si modifica dunque il lato variabile, finchè, quando si include la pila, il primo movimento appena svanisce: cioè l'immagine luminosa esiti un momento e poi si precipita da una parte.

Il valore così ottenuto è quello giusto perchè, nel primo istante, si ha l'equilibrio al falso zero dovuto alle varie f.e.m. meno quella di polarizzazione; appena essa interviene, l'immagine si sposta.

Analogamente quando si toglie la pila.

Una grande facilitazione nella esecuzione delle misure al falso zero sui cavi fu apportata dal Black.

I suoi esperimenti l'avevano condotto alla constatazione che la f.e.m. di polarizzazione varia proporzionalmente alla radice quindicesima della intensità della corrente che la provoca:

$$\varepsilon = K \sqrt[15]{i}$$

e quindi, per due correnti diverse  $i$  ed  $ni$ , il rapporto delle due f.e.m. di polarizzazione  $\varepsilon$  ed  $E$  risulta

$$\frac{\varepsilon}{E} = \frac{K \sqrt[15]{i}}{K \sqrt[15]{ni}} = \sqrt[15]{\frac{1}{n}}$$

Questi due valori delle f.e.m. di polarizzazione in pratica non sono molto diversi; chè, generalmente, si prende  $n = 2$ , nel qual caso  $\varepsilon = 0,95 E$ .

Il Black assume come falso zero la deviazione permanente che si ha con la corrente più debole; cioè fa in modo che la lettura sulla scala del galvanometro quando si invia la corrente di esperimento, sia uguale a quella che si ottiene dopo, riducendo ad  $\frac{1}{n}$  tale corrente.

Così le letture sono più esatte perchè la depolarizzazione è molto minore, sono molto più fisse di quelle possibili col metodo ordinario, e si elimina l'incertezza derivante dalla capacità del cavo, perchè la seconda lettura, quella con corrente ridotta ad  $\frac{1}{n}$ , si fa dopo aver lasciato compiere la scarica del cavo stesso.

Accennerò ora sommariamente ai vari metodi di localizzazione dei guasti, limitandomi solo ai principalissimi, d'uso corrente, ed arrestandomi alle sole linee generali.

#### Rottura del conduttore.

Si può spezzare l'intero cavo, ovvero il conduttore solo, ed avere i seguenti casi.

a) il conduttore va a contatto diretto col nastro di ottone di protezione e con l'armatura di ferro.

b) il conduttore va a contatto diretto con l'acqua del mare.

c) il conduttore rimane bene isolato dentro la gutta.

d) il contatto con l'acqua del mare è imperfetto.

a)

Quando il conduttore è a contatto diretto col nastro d'ottone o con l'armatura, se ne ha subito la prova dalla mancanza di polarizzazione e dalla stabilità e facilità delle misurazioni. In tal caso tutto si riduce ad una determinazione di resistenza nel rame.

b)

Quando il conduttore è rotto ed a contatto diretto con l'acqua, si incomincia a pulire la rottura con l'invio di corrente negativa, alternandola, se occorre, con brevi emissioni positive. Dal modo di comportarsi del guasto si ha idea della sua grandezza e della sua resistenza, e quindi come deve essere trattato durante le misure.

Una prima misura approssimata si ricava col metodo del Lumsden, che consiste nel coprire il conduttore, alla rottura, con un sottile deposito di sali di rame, inviando corrente positiva; poi, invertendo la corrente, si misura continuamente la resistenza del cavo, la quale va gradatamente diminuendo a mano a mano che i sali si sciolgono.

Nel momento in cui essi scompaiono del tutto, la resistenza è minima, poi subito sale, a causa dell'idrogeno che si sviluppa per elettrolisi. Bisogna cogliere il momento in cui essa è minima.

Il valore così ottenuto non dà la distanza del guasto, chè alla resistenza del conduttore si aggiungono quelle apparenti dovute alle varie f.e.m. esistenti al guasto stesso; ma esso è sempre un elemento molto comodo a conoscere, chè la pratica può mettere in grado di apprezzare quale approssimativamente può essere il valore di queste resistenze aggiuntive.

Dopo ciò, si procede alla localizzazione con metodi più precisi.

*Metodo Kennelly.* — E' basato sulla legge dello stesso autore.

$$r = \frac{K}{\sqrt{i}}$$

dove  $r$  è la resistenza del guasto ed  $i$  la corrente negativa inviata. La legge vale finchè la superficie del rame non sia troppo piccola, o ricoperta di sali di rame, o sepolta in fango, sabbia, ecc.; o comunque vale finchè l'idrogeno sviluppato dalla corrente è libero di svilupparsi. Altrimenti le resistenze aggiunte non seguono alcuna legge.

Le misure vanno fatte al falso zero, per cui, supponendo costanti, durante l'esperimento, le altre varie f.e.m. esistenti alla rottura, esse vengono eliminate, e la resistenza misurata con una corrente forte (non più di 25 milliampères sul cavo) avrà l'espressione

$$R_f = x + \frac{K}{\sqrt{i}}$$

dove  $x$  è la resistenza del conduttore.

Si ripete la stessa misura con una corrente più debole  $\frac{i}{n}$  ottenendosi un valore più grande  $R_d$ :

$$R_d = x + \frac{K}{\sqrt{\frac{i}{n}}}$$

dalle quali si ricava

$$x = R_f - \frac{R_d - R_f}{\sqrt{n} - 1}$$

e, per le resistenze dei due guasti:

$$\frac{K}{\sqrt{i}} = \frac{R_d - R_f}{\sqrt{n} - 1} ; \quad \frac{K}{\sqrt{\frac{i}{n}}} = (R_d - R_f) \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n} - 1}$$

In pratica conviene assumere  $n = 4$  perchè la formula che dà  $x$  diventa:

$$x = 2R_f - R_d$$

Le misurazioni devono essere fatte rapidamente per ottenere che la lettura al falso zero trovi la corrente tellurica non cambiata; il che invece accade frequentemente ed aggiunge difficoltà a quelle del falso zero precedentemente accennate.

Quindi si devono fare parecchie di queste coppie di esperimenti e prendere la media.

Una ingegnosa modificazione al metodo fu apportata dal nostro compianto Ing. Jona. Egli volle sfruttare della preziosa proprietà che hanno le rappresentazioni grafiche dei fenomeni, di far risaltare cioè, e correggere i piccoli errori che si commettono in ognuno dei punti che servono a determinare le curve rappresentative dei fenomeni stessi; e volle, con procedimento grafico, evitare noiosi calcoli, giungendo rapidamente al risultato cercato.

La relazione del Kennelly

$$R = x + \frac{K}{\sqrt{i}}$$

rappresenta una curva del terzo ordine tra le variabili  $R$  ed  $i$  (chè qui  $x$  e  $k$  sono costanti poichè  $x$  rappresenta la resistenza del conduttore e  $k$  la resistenza del guasto per la corrente unitaria).

Questa curva ha un asintoto parallelo all'asse delle  $i$  (la cui equazione è  $R = X$ ) il quale incontra l'asse delle  $R$  ad una distanza corrispondente ad  $X$ . Ma in pratica non si possono ottenere tanti punti della curva quanti ne occorrerebbero per poter tracciare l'asintoto, perchè se, matematicamente parlando, si possono dare ad  $i$  tutti i valori possibili, fisicamente vi è un limite, oltre il quale la legge non vale.

L'Ing. Jona, con adatta sostituzione di variabile, trasformò la curva del terzo ordine in una retta; ossia sopra uno degli assi lasciò le  $R$ , sull'altro portò i valori  $\frac{1}{\sqrt{i}} = x$ ; l'equazione

diventa allora

$$R = x + kx$$

che è di primo grado tra le variabili  $R$  ed  $x$ , entrambe determinabili sperimentalmente.

Per  $x = 0$ , cioè  $i = \infty$ , la retta incontra l'asse delle  $R$  nel punto  $X$ .

Come si vede, basterebbero due punti per determinare la retta e quindi  $X$ ; in pratica se ne prendono parecchi, facendo variare le intensità da 3 a 25 milliampère.

In generale i vari punti non risultano esattamente su una retta, a causa degli errori sperimentali, ed anche perchè la legge  $r = \frac{K}{\sqrt{i}}$  non è sempre assolutamente corretta; ma è facile tracciare la retta che più ad essi si avvicina; essa, prolungata, determina il valore della  $X$ .

La legge del Kennelly conduce anche ad un metodo di misura allo zero vero; ma allora sono necessarie tre misure di resistenze ( $R_1, R_2, R_3$ ) con correnti diverse, rispettivamente  $i, ni, mi$ ; e la formola è più laboriosa:

$$x = \frac{(mR_3 - R_1)(\sqrt{n} - 1) - (nR_1 - R_2)(\sqrt{m} - 1)}{(m-1)(\sqrt{n} - 1) - (n-1)(\sqrt{m} - 1)}$$

sebbene si possa anch'essa semplificare prendendo  $n = 4$ ,  $m = 9$  chè allora:

$$x = \frac{R_1 + R_3}{2} - 4(R_2 - R_3)$$

e si può, pure col procedimento Jona, trattare graficamente questo metodo; ma la curva, anche con la sostituzione di variabile, non è più una retta.

Per la complicazione della formola e del metodo grafico, perchè implica l'uso di correnti forti (fino a 50 milliampère) non consigliabili su lunghi cavi ed anche perchè richiedendo tre misure, cioè maggior tempo, è più soggetto ad errori a causa della maggiore possibilità di variazione della corrente tellurica durante l'esperimento, questo metodo delle tre correnti è meno in uso dell'altro a due correnti, sebbene su di esso abbia alcuni vantaggi, come maggiore facilità di esecuzione, indipendenza dagli errori del falso zero e poca sensibilità, per ragioni algebriche, agli errori derivanti dalle deviazioni alla legge del Kennelly, allorchè l'idrogeno che si sviluppa al guasto non è completamente libero di svolgersi e produce variazioni nella quantità della superficie del rame a contatto con l'acqua.

Il metodo Kennelly tende generalmente a dare valori leggermente minori del vero.

Metodo Schaefer. — Si basa sulla legge

$$r = \frac{K}{\sqrt[1.3]{i}}$$

che congloba i due fenomeni della resistenza propria del guasto e di quella apparente dovuta alla polarizzazione, e si esperimenta con lo zero vero; in conseguenza si deve tener conto delle altre f.e.m. esistenti al guasto; ed analogamente al metodo Kennelly a tre correnti, si devono anche qui fare tre misure, ottenendosi tre equazioni:

$$x + \frac{K}{\sqrt[1.3]{i}} + \frac{\varepsilon}{i} = R_1$$

$$x + \frac{K}{\sqrt[1.3]{ni}} + \frac{\varepsilon}{ni} = R_2$$

$$x + \frac{K}{\sqrt[1.3]{mi}} + \frac{\varepsilon}{mi} = R_3$$

dove  $\varepsilon$  è la somma delle f.e.m. esistenti al guasto, esclusa quella di polarizzazione.

Si ricava

$$x = \frac{(R_3m - R_1)\left(\sqrt[1.3]{n} - 1\right) - (R_2n - R_1)\left(\sqrt[1.3]{m} - 1\right)}{(m-1)\left(\sqrt[1.3]{n} - 1\right) - (n-1)\left(\sqrt[1.3]{m} - 1\right)}$$

Qui pure la formola è troppo laboriosa e quindi lo Schaefer ha modificato il suo metodo, misurando direttamente la somma  $\varepsilon$  delle f.e.m. del guasto (che, si ripete, non comprende quella di polarizzazione), ed allora bastano due soli esperimenti:

$$x + \frac{K}{\sqrt[1.3]{i}} = \left(R_1 - \frac{\varepsilon}{i}\right) = A$$

$$x + \frac{K}{\sqrt[1.3]{ni}} = \left(R_2 - \frac{\varepsilon}{ni}\right) = B$$

$$x = \frac{A\sqrt[1.3]{n} - B}{\sqrt[1.3]{n} - 1}$$

ovvero, facendo figurare le quantità misurate:

$$x = R_1 - (R_1 - R_2) \frac{\sqrt[1.3]{n}}{\sqrt[1.3]{n} - 1} + \left[ \left( \frac{\varepsilon}{i} + \frac{\varepsilon}{ni} \right) \frac{\sqrt[1.3]{n}}{\sqrt[1.3]{n} - 1} - \frac{\varepsilon}{i} \right]$$

Bisogna fare molta attenzione, naturalmente, al segno della  $\varepsilon$ .

Anche qui si può procedere graficamente col metodo Jona, cioè prendendo per asse delle ordinate la resistenza e riportando su quelle delle ascisse i valori  $\frac{1}{\sqrt[1.3]{i}}$ ; con questa sostituzione di variabile l'equazione diventa

$$x + kx = A$$

cioè quella di una retta.

Così il metodo diventa semplice e spedito; ma è poi estremamente semplice e rapido, quando il guasto non è eccessivamente lontano; chè allora si possono trascurare i termini di correzione  $\frac{\varepsilon}{i}, \frac{\varepsilon}{ni}$ , cioè mettere invece di  $A$  le resistenze misurate  $R_1, R_2$ . In tal caso, in un paio di minuti si riesce ad avere 6 o 7 punti della retta, cioè a fare una buona e completa localizzazione.

Bene applicato, il metodo dello Schaefer dà anche risultati più precisi di quello del Kennelly.

Metodo Black. — Impiega il falso zero già descritto e si basa su alcune leggi sperimentali trovate dal Black.

1) La resistenza del contatto del rame con l'acqua non

varia nè con la polarizzazione nè con la intensità della corrente negativa, ma varia solo in ragione inversa della superficie di rame esposta quando la densità dell'acqua rimanga costante.

2) Quando la superficie di contatto è costante, la resistenza varia in ragione inversa della densità dell'acqua del mare.

3) Rimanendo costanti la superficie di contatto e la densità dell'acqua, la f.e.m. di polarizzazione prodotta da corrente negativa varia proporzionalmente alla radice quindicesima della corrente:

$$e = K \sqrt[15]{i}$$

4) L'effetto resistenza della polarizzazione (cioè la resistenza apparente dovuta ad essa) varia in ragione inversa della radice di indice 1.07 dell'intensità della corrente:

$$r = \frac{K}{\sqrt[1.07]{i}}$$

(questa 4ª legge è conseguenza della 3ª).

Con la scorta di queste leggi e considerando che la f.e.m. dovuta alla coppia rame (conduttore) ferro (armatura del cavo) in acqua salata è in direzione opposta alla polarizzazione ed in gran parte la neutralizza; che essa, come pure le correnti telluriche non sono influenzate dalla corrente di esperimento; e che, approssimativamente, la resistenza di un miglio di cavo è uguale alla resistenza di contatto  $W$  rame acqua allorchè la densità dell'acqua è 3.5 (media del Pacifico e dell'Atlantico), il Black ideò un metodo che comporta due misure di resistenza; una,  $R_1$ , al falso zero Black, con correnti  $mi$  ed  $i$ ; l'altra,  $R_2$  pure al falso zero Black, con correnti  $m$  ( $ni$ ), ( $ni$ ) e giunse alla formula seguente:

$$x = \frac{a}{b} \left( \frac{n R_2 - R_1}{n - 1} \right) - \frac{W}{d} \times 3,5$$

dove:

$x$  è la distanza in ohm del guasto,  $a$  rapporto dei lati del ponte  $n$  rapporto di ciascuna delle due correnti della coppia alta alle corrispondenti della coppia bassa  $d$  densità dell'acqua del mare.

Come si vede, il rapporto  $m$  delle due correnti usate nella prima misura ( $R_1$ ) deve essere identico a quello delle due correnti usate nella seconda misura.

E' questo del Black un metodo molto rapido, che dà risultati assai buoni. Ha subito alcune modificazioni, di cui una, dello Young, per renderlo più spedito, riducendolo ad una sola misura di resistenza. Lo Young fa una misura al falso zero Black, con due correnti, nel rapporto 2 ad 1 ( $m = 2$ ) ed adopera la formula:

$$x = R - \frac{100}{i} - W \cdot \frac{3,5}{d}$$

dove  $i$  è espresso in milliampère.

**Metodo Lloyd.** — Il Lloyd invece osservò che vi è una legge tra la resistenza del contatto rame acqua e la differenza tra i valori ottenuti con due misure di resistenza col falso zero Black; cioè, tanto più piccola è la superficie di contatto, tanto più grande è questa differenza purchè, s'intende, le correnti restino sempre le stesse; ed in seguito ad esperienze, trovò un coefficiente  $P$  che, moltiplicato per la detta differenza, dà la resistenza del guasto con la corrente più debole.

Nella tabella da lui data, tale coefficiente,  $P$ , vale per esperimenti così condotti:

1ª misura Black	con 20 milliampère ridotti a 10
2ª » »	con 10 » » » 5

e la formula, semplicissima, diventa

$$x = R_2 - (R_2 - R_1) P$$

**Altro metodo Lloyd.** — E' un metodo in cui trovano applicazione la legge del Kennelly circa la resistenza del contatto rame-acqua, ed il falso zero Black.

Si eseguono due misure allo zero: la prima, con corrente 20 milliampère,  $R_1$ ; la seconda con corrente 10 milliampère,  $R_2$ .

Si ha:

$$R_1 = x + z_1 + \frac{\varepsilon}{n c}$$

$$R_2 = x + z_2 + \frac{\varepsilon}{c}$$

dove  $z_1$  e  $z_2$  sono le resistenze del guasto,  $\varepsilon$  la somma delle f.e.m. esistenti al guasto.

Ponendo  $z_2 - z_1 = \delta$  e sostituendo al posto di  $c$  ed  $n c$  rispettivamente 20 e 10 milliampère (cioè  $n = 2$ ) si ricava:

$$x = 2 R_1 - R_2 - (z_2 - 2 \delta).$$

Si tratta di valutare il termine  $z_2 - 2 \delta$ , o, il che vale lo stesso, la resistenza del contatto rame acqua.

Se si fanno due misure al falso zero Black, si ottengono due valori:

$$\alpha = x + z_1 \text{ con corrente 20 milliampère ridotta a 10.}$$

$$\beta = x + z_2 \text{ con corrente 10 milliampère ridotta a 5.}$$

cioè:

$$\alpha - \beta = z_1 - z_2 = -\delta ; z_1 = z_2 + \delta$$

Per la legge di Kennelly:

$$z_2 = \frac{K}{\sqrt{e}} ; z_1 = \frac{K}{\sqrt{n c}} = z_2 + \delta$$

$$z_2 = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n} - 1} \delta.$$

E' da tener conto che nelle due equazioni la somma delle f.e.m. al guasto è stata mantenuta costante ( $\varepsilon$ ) mentre invece essa varia con la corrente, perchè varia la f.e.m. di polarizzazione; donde un piccolo errore, che si può correggere, come indica l'esperienza, prendendo per valore di  $z_2$  quello ora trovato aumentato di  $\delta$ , ossia prendendo:

$$z_2 = \frac{\sqrt{n}}{\sqrt{n} - 1} \delta + \delta$$

e siccome  $n = 2$  risulta:

$$z_2 = 4,41 \delta$$

$$z_2 - 2 \delta = 2,41 \delta$$

per cui:

$$x = 2 R_1 - R_2 - 2,41 \delta$$

ovvero

$$x = 2 R_1 - R_2 + 2,41 (x \delta -)$$

Questo metodo del Lloyd è molto preciso, e dà risultati generalmente approssimati più del 2 per mille.

c)

#### Rottura con isolamento del conduttore.

Se l'isolamento è buono si procede a misure di capacità, ed i metodi più generalmente usati sono 3.

##### 1) Metodo della deviazione.

E' il solito metodo di paragone; cioè, con una data pila  $E$  ed un dato condensatore di capacità  $K$ , si ottiene una deviazione di carica  $d$  al galvanometro balistico con shunt di potere moltiplicatore  $m$ ; con pila  $e$  e shunt di potere moltiplicatore  $M$  si ottiene deviazione di carica  $D$  quando si esperimenta il cavo  $C$ . Si ha:

$$C = K \frac{E}{e} \cdot \frac{D}{d} \cdot \frac{M}{m}.$$

La misura richiede alcune cautele e una correzione.

La formula sarebbe esatta se la bobina del galvanometro avesse tale momento d'inerzia da non spostarsi sensibilmente finchè non sia passata tutta la carica del cavo; ma, sui cavi lunghi, occorre un certo tempo perchè essi si carichino e l'ago può essersi spostato troppo innanzi che sia trascorso il periodo di carica. Si aggiunge anche il noto fenomeno cosiddetto dello assorbimento, che è più sensibile con i cavi lunghi, per cui questo metodo si applica, con buoni risultati, ai cavi relativamente corti, p. es. non maggiore di 500 o 600 km.



Bisogna osservare che, adoperando uno shunt ordinario, il potere moltiplicatore non è quello comunemente calcolato

$$\frac{s+g}{g}$$

perchè, avendosi impulsi di corrente, per essi l'impedenza del galvanometro è maggiore della sua resistenza ohmica  $g$ , ossia è  $(g + g_1)$  mentre quella dello shunt resta uguale alla resistenza ohmica.

Questo potere moltiplicatore effettivo si ottiene molto facilmente per via sperimentale. Si carica cioè un condensatore con un certo voltaggio  $V_1$  in modo da avere sul galvanometro non shuntato una deviazione  $d_1$  paragonabile a quella che si avrà sul cavo.

Si ripete l'esperienza con tensione  $V_2$  con lo shunt  $s$ , procurando di ottenere una deviazione  $d_2$  non molto diversa da  $d_1$ . E' facile ricavare che:

$$\frac{s+g+g_1}{s} = \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{d_1}{d_2}$$

Si può però fare a meno di questa determinazione del vero potere moltiplicatore, adoperando lo shunt universale. In esso il potere moltiplicatore è espresso da:

$$\frac{S+g}{s}$$

dove  $(S + g)$  è una quantità costante per ogni shunt, purchè  $g$  sia costante; cioè i poteri moltiplicatori  $m$  ed  $m_1$  per due shunt  $s$  ed  $s_1$  stanno fra loro inversamente ad  $s$  ed  $s_1$  cioè:

$$\frac{m}{m_1} = \frac{s_1}{s}$$

quindi basta avere l'avvertenza di mantenere poco diverse tra loro le due deviazioni, d'impulso col condensatore e col cavo, variando  $s$  ovvero la pila, o tutti e due; meglio se le due deviazioni si fanno uguali, manovrando lo shunt universale e mantenendo costante la pila; nel qual caso detti  $s$  ed  $s_1$  gli shunt quando si esperimentano rispettivamente il condensatore ed il cavo, si ha esattamente:

$$C = K \frac{S}{S_1}$$

( $C$  = capacità cavo,  $K$  capacità condensatore di paragone).

Finchè il cavo è bene isolato è indifferente leggere l'impulso alla carica od alla scarica; essi risultano eguali. Ma se l'isolamento è basso, allora l'impulso di carica  $i$  è superiore a quello che darebbe la sola capacità, ed è seguito da una deviazione permanente,  $p$ , dovuta alla corrente di dispersione: il vero impulso da introdurre nei calcoli in tal caso è:

$$d = \sqrt{i(i - 2p)}$$

L'impulso di scarica è affetto anch'esso dalla dispersione, che lo rende più piccolo di quello che darebbe la sola capacità.

In tutto quanto è detto sopra è inteso che quando le deviazioni lette sulla scala non sono piccole, bisogna applicare ad esse la nota correzione per la mancanza di proporzionalità tra le deviazioni e le correnti od impulsi.

Per i cavi lunghi sono più indicati i metodi del Thomson e del Gott.

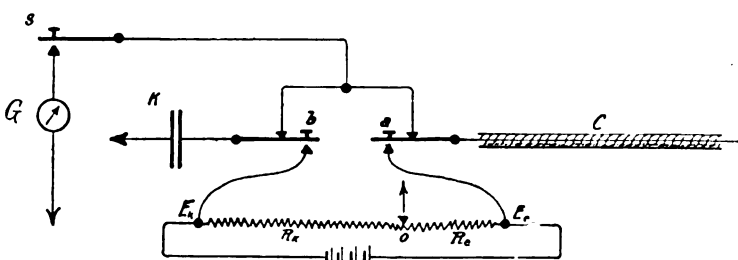


Fig. 5.

**Metodo Thomson.** — Consiste nel caricare il cavo ed il condensatore di paragone con quantità uguali di elettricità ma di segno contrario e scaricarli uno sull'altro.

Lo schema, che permette pure di sostituire misure di resistenze alle misure di potenziali, è il seguente: (fig. 5)

Abbassando contemporaneamente i tasti  $a$  e  $b$  si caricano il cavo ed il condensatore di paragone ai potenziali  $E_c$ ,  $E_k$ . Dopo un tempo stabilito, di cui si deve tenere esatta nota, si

alzano, pure contemporaneamente, i detti tasti, ed allora cavo e condensatore si scaricano uno sull'altro. Dopo un tempo bene determinato è notato, abbassando il tasto  $g$ , il galvanometro  $G$  sarà percorso da corrente se le due cariche non si sono neutralizzate. Si ripete l'esperimento variando i potenziali  $E_c$  ed  $E_k$ , il che si ottiene spostando l'attacco di terra  $O$ , finchè la neutralizzazione sia completa, cioè il galvanometro  $G$  non devii; allora

$$K E_k = C E_c$$

$$C = K \frac{E_k}{E_c} = \frac{R_k}{R_c}$$

Generalmente la resistenza totale  $(R_c + R_k)$  è molto alta, circa 100.000 ohm.

E' necessario notare, come si è detto, i tempi di scarica e di carica, a causa dell'assorbimento, altrimenti i risultati di vari esperimenti non sarebbero confrontabili; il che impedirebbe di avere buone localizzazioni.

Se il cavo non è bene isolato si ha una derivazione sulla resistenza  $R_c$ , il potenziale  $E_c$  è più piccolo di quello calcolato, mentre quello in  $E_k$  è maggiore; il rapporto  $\frac{E_k}{E_c}$  diventa maggiore del rapporto  $\frac{R_k}{R_c}$ ; quindi, se nella espressione

$$C = K \frac{E_k}{E_c}$$

sostituiamo ad  $\frac{E_k}{E_c}$  un valore più piccolo, si ottiene per la capacità del cavo un valore più piccolo del vero.

L'errore che si commette per il difetto d'isolamento è quasi costante quale che sia il tempo di carica; e la correzione approssimativa che si usa in pratica consiste nel sostituire alla resistenza  $R_c$  una resistenza

$$\frac{R_c R_i}{R_c + R_i}$$

dove  $R_i$  è la resistenza vera all'isolamento del cavo, dopo cinque minuti.

Condizione assolutamente indispensabile per la buona riuscita del metodo è il perfetto isolamento della pila e degli apparati; e poichè esso è difficile aversi a bordo, così in generale, al metodo Thomson, si preferisce il metodo Gott.

**Metodo Gott.** — Il metodo consiste nel caricare in cascata il condensatore di paragone ed il cavo, cosicchè essi ricevono la stessa quantità di elettricità, e le loro capacità saranno inversamente proporzionali alle differenze di potenziale tra le due armature.

Anche qui, alle misure di potenziali si sostituisce la misura di resistenze e lo schema è quello di un ponte di Wheatstone, di cui due lati consecutivi sono costituiti da capacità e due da resistenze. (fig. 6)

Si include la pila e dopo un tempo piuttosto lungo (5 a 30 secondi per cavi da 900 a 4000 km circa), sufficiente perchè il cavo si carichi completamente, si include per un breve istante solamente il galvanometro. Se esso devia, si sposta il cursore  $b$  e si include nuovamente, sempre per un breve istante, il galvanometro; e così si continua finchè il galvanometro, nelle sue brevissime inclusioni, resti costante. Allora

$$C = K \frac{R_k}{R_c}$$

Anche in questo metodo, come nel Thomson, è di capitale importanza di tener nota del tempo di carica, perchè, a causa del non perfetto isolamento dei cavi e del fenomeno dell'assorbimento, si trova che il rapporto  $\frac{R_k}{R_c}$  varia con detto tempo.

Tanto il difetto d'isolamento quanto l'assorbimento tendono ad abbassare il potenziale del punto d'unione del condensatore al cavo; quindi  $R_k$  aumenta mentre diminuisce  $R_c$  e si ottiene per  $C$  un valore più grande del vero. Il che si può vedere direttamente, osservando che la quantità d'elettricità che passa nel condensatore  $K$  non va tutta nel cavo, perchè una parte va a terra attraverso l'isolante. Quindi

$$K E_k > C E_c$$

$$K E_k = C E_c + \alpha$$

$$C = \frac{K E_k - \alpha}{E_c} < K \frac{E_k}{E_c}$$

ossia :

$$C < K \frac{R_K}{R_c}$$

ed il valore così calcolato è maggiore del vero.

Partendo dalla legge della perdita di carica di un condensatore non perfettamente isolato, si può calcolare la correzione da apportare alla formola trovata per tener conto del non per-

ancora con emissione di corrente, generalmente positiva, talora negativa, (quando l'idrogeno che si sviluppa non può sfuggire) e si fa una misura di capacità, procurando anche di shuntare il condensatore campione per modo che il prodotto

capacità resistenza isolamento

del condensatore, sia press'a poco uguale a quello del cavo.

Se l'isolamento è eccessivamente basso da non consentire

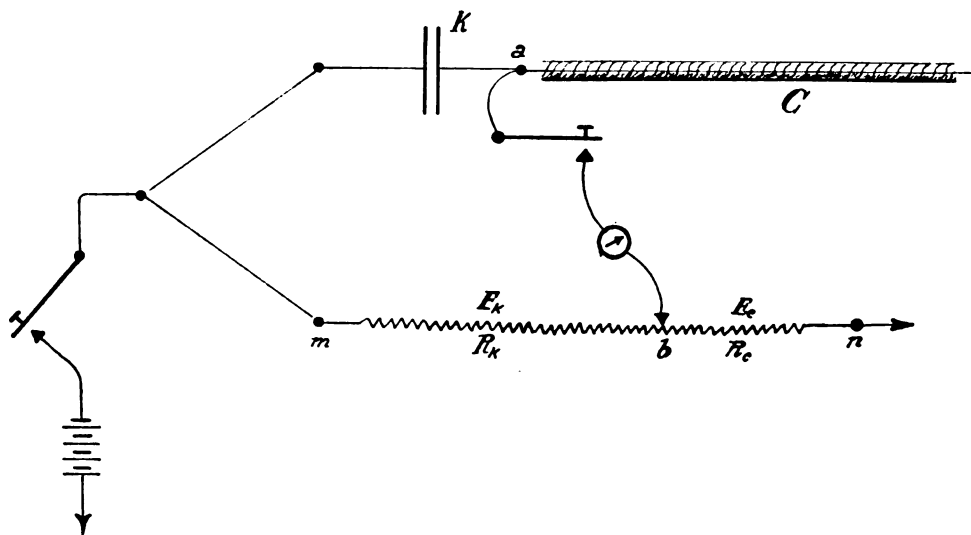


Fig. 6.

fetto isolamento del cavo; essa è data dall'espressione :

$$C_{vera} = C_{apparente} \times \frac{1}{K}$$

dove :

$$\log K = \frac{0,4343 t}{C_{appar.} R_i}$$

$t$  = durata della carica in secondi;

$R_i$  = resistenza all'isolamento quando l'assorbimento è completo, cioè, praticamente, dopo cinque minuti primi.

misure di capacità neanche col ripiego accennato, si tenta di abbassarlo di più per applicare i metodi Kennelly, Schaefer, Black, Lloyd, ecc.

## II.

### Derivazione del conduttore a terra senza rottura del conduttore stesso.

I metodi di localizzazione sono numerosi, applicabili ciascuno in date circostanze; e comportano misure di resistenze, o di potenziali, o di intensità, o contemporaneamente le une e le altre.

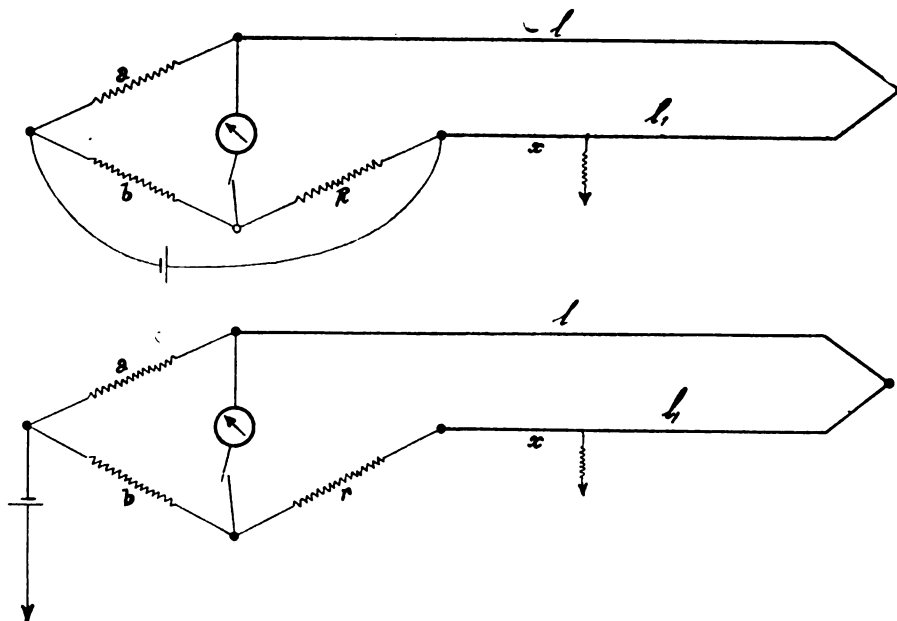


Fig. 7.

Infine, per eliminare per quanto è possibile, l'effetto delle correnti telluriche, si prendono le misure successivamente con i due poli (scaricando completamente il cavo dopo ogni esperienza) e si fa la media.

d

### Rottura con cattivo isolamento del conduttore.

Sono guasti difficili da localizzare.

Se l'isolamento non è molto basso, si cerca di aumentarlo

Tralasciando il caso in cui il rame è a contatto col nastro d'ottone o con l'armatura, ché allora la resistenza del contatto è in generale nulla e tutto si riduce ad una misura di resistenza rame, è da osservare che questi guasti possono consistere : o in perforazione dell'isolante, con penetrazione dell'acqua di mare, o in discentramenti del conduttore, per cui esso è separato dall'ottone da un sottile strato di gutta e dal nastro di tela (che è bagnato), o da gutta che, in seguito ad alterazioni, ha perduto le qualità isolanti, o in caverne prodotte da bolle d'aria, sì che lo strato che isola il rame è assai ridotto, ecc.

A meno che i guasti di penetrazione dell'acqua fino al rame non siano molto grandi, da offrire resistenza molto piccola, non si può applicare ad essi alcuna delle leggi citate del Kennelly, dello Schaefer, del Black, ecc.; chè interviene la resistenza incognita della colonnina d'acqua attraverso la gutta.

**Metodi del doppino.** — Allorchè tra i due estremi del cavo guasto si dispone di altro cavo o conduttore buono, i metodi del doppino, convenientemente corretti quando ne è il caso, sono i migliori di tutti e permettono misure di precisione.

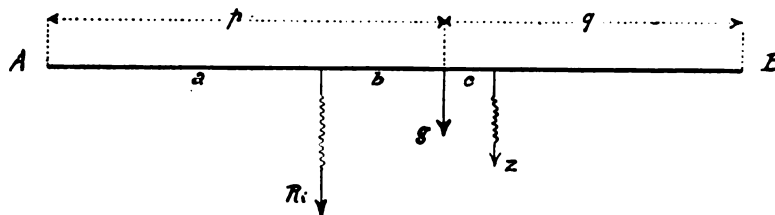


Fig. 8.

Essi sono due: quello del Varley e quello del Murray.

I due schemi seguenti si riferiscono al Varley.

Si eseguono due misure com'è indicato negli schemi stessi ottenendosi:

$$1^{\circ} \text{ caso: } R = \frac{b}{a} (l + l_1)$$

$$2^{\circ} \text{ caso: } r + x = \frac{b(l + l_1 - x)}{a}$$

$$x = \frac{a}{a + b} (R - r)$$

Invertendo gli attacchi di  $l$  ed  $l_1$  al ponte:

$$l + l_1 - x = \frac{a}{a + b} (R - r)$$

e si ha un controllo della distanza trovata, dovendo risultare uguale ad  $(l + l_1)$  la somma dei due valori ricavati.

Le misure possono in generale farsi allo zero vero, perchè le varie f. e. m. esistenti al punto di guasto si sommano con quella della pila; ma talvolta, specialmente nei cavi lunghi, circolano altre correnti, che rendono necessario l'uso del falso zero.

Quando la resistenza d'isolamento del cavo non è grande rispetto a quella del cavo, allora il risultato della misura deve necessariamente essere corretto, altrimenti si commetterebbero errori, che potrebbero anche essere forti.

La correzione che si usa in pratica è basata sulla nozione del *guasto naturale risultante*, (intendendosi, con questa dizione, la resistenza d'isolamento del cavo supposta concentrata in un punto della linea), e su alcune ipotesi.

Cioè si conosce la resistenza vera all'isolamento  $R_i$  misurata prima della manifestazione del guasto dall'estremo A (fig. 8) da dove si localizza il guasto. Si considera questa resistenza come una derivazione di resistenza  $R_i$  a distanza  $a$  dell'estremo A (anche questa distanza si calcola quando il cavo è buono).

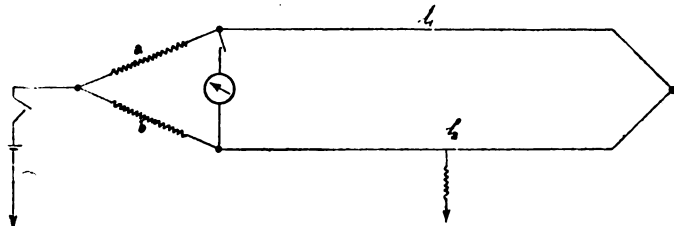


Fig. 9.

Si suppone che il guasto misurato  $g$  (apparente) risulti dalla combinazione del guasto vero  $z$  e di quello naturale risultante

$$g = \frac{R_i z}{R_i + z}$$

e sia situato tra i due, dividendo la resistenza totale tra i due in parti proporzionali alle loro resistenze:

$$\frac{b}{c} = \frac{R_i}{z}; \quad c = z \frac{b}{R_i} = \frac{b g}{R_i - g}$$

e quindi:

$$\text{Distanza del guasto da A} = p + c = \frac{p R_i - a g}{R_i - g}.$$

In quest'espressione:

$a, R_i$

si conoscono dal tempo in cui il cavo è buono;  $p, g$ , sono distanza e resistenza apparenti dal guasto e sono misurate.

Il metodo Murray adopera il seguente schema: (fig. 9)

$$\text{ed } x = \frac{b}{a + b} (l + l_1)$$

Va soggetto alla correzione analogamente al Varley.

È più indicato del Varley allorchè trattasi di cavi brevi perchè, adoperando per la somma delle due resistenze  $a$  e  $b$  un valore elevato (per es. 10.000 ohm) si può ottenere molta precisione.

Quando non si ha a disposizione che il solo cavo guasto si ricorre ad altri metodi.

**Metodo Blavier.** — Si fanno, da un solo estremo A, due misure di resistenza; una col cavo a terra all'estremo opposto B, ( $r$ ), l'altra col cavo colà isolato ( $R$ ). (fig. 10)

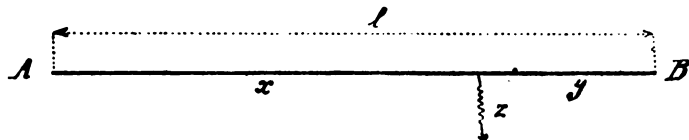


Fig. 10.

Si ha:

$$x + y = l \quad l \text{ è cognito per precedenti misure}$$

$$r = x + \frac{y z}{y + z}$$

$$R = x + z$$

da cui:

$$x = r - \sqrt{(l - r)(R - r)}.$$

Nelle espressioni precedenti si è supposto che la resistenza del guasto,  $z$ , rimanga costante nelle due misure; il che invece non è se si adopera la stessa pila e lo stesso impianto nelle due misure; perchè quando da A si misura col cavo isolato in B, tutta la corrente che parte da A, attraversa il guasto  $z$ , mentre quando il cavo è a terra in B, della corrente che viene da A solo una parte passa per  $z$ ; e si dimostra immediatamente che il guasto è percorso da corrente maggiore quando il cavo è isolato in B.

Poichè, in generale, la resistenza dei guasti è funzione della corrente, così, perchè l'espressione sopra trovata per  $x$  resti valida, occorre misurare le correnti che partono sul cavo e regolarle in modo che il guasto sia attraversato, nei due casi, dalla stessa corrente; il che si ottiene quando:

$$l_1 = l_i \frac{R - x}{r - x}$$

dove  $l_i$  ed  $l_i$  sono le intensità di corrente che partono da A rispettivamente quando in B il cavo è a terra ed è isolato.

Ma per poter calcolare uno dei due valori dato l'altro, è necessario conoscere  $x$ .

Quindi, in pratica, s'incomincia a fare una determinazione  $x_1$  approssimata, mantenendo inalterato l'impianto. Siccome il valore di  $R$  sarà più piccolo di quel che occorrerebbe, perchè la corrente è troppo forte nella misura d'isolamento, risulterà:

$$x_1 > x$$

dove  $x$  è il valore esatto ancora incognito.

Col valore approssimato  $x_1$  si fa una nuova determinazione  $x_2$ , la quale serve per una terza determinazione. E così di seguito; i valori

$$x_1 \quad x_2 \quad x_3$$

si vanno gradatamente accostando al valore esatto. Quando i successivi valori rimangono praticamente costanti si ha il valore esatto  $x$ .

Questo metodo del Blavier riesce meglio quando si esperimenta dall'estremo più lontano dal guasto; e riesce bene finché la resistenza del guasto è relativamente piccola (fino a 200 ohm circa); ma poi, per difficoltà d'ordine sperimentale, dà risultati inattendibili.

**Metodi dell'Overlap.** — Un metodo che, quanto a precisione, si avvicina più di tutti a quelli del doppio, è il cosiddetto « Earth Overlap »; ma richiede misure concomitanti dai due estremi.

Non potendo i due estremi misurare nello stesso momento, essi operano alternativamente a brevi intervalli stabiliti, in modo che l'esperimento dell'uno segua immediatamente l'esperimento dell'altro; cosicchè le condizioni del guasto non siano molto differenti nei due esperimenti successivi.

I due estremi hanno impianto identico cioè il ponte con gli stessi lati di paragone, stessa pila, ecc.

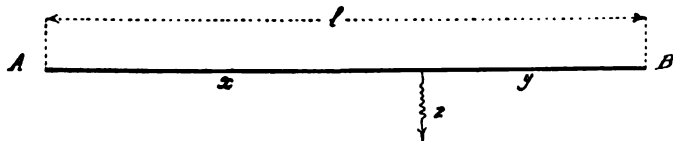


Fig. 11.

Misura per primo per es. l'estremo A, (fig. 11) ottenendo un valore  $a$ , e continuando a misurare fino allo scadere del periodo di tempo stabilito, per es. due minuti; poi immediatamente misura B, ottenendo un valore  $b$ . Si ha:

$$x + y = l \quad (l \text{ cognito anteriormente})$$

$$a = x + \frac{yz}{y+z}$$

$$b = y + \frac{xz}{x+z}$$

da cui:

$$x = \frac{a(l-b)}{a-b} \left\{ 1 - \sqrt{\frac{b(l-a)}{a(l-b)}} \right\}.$$

Ma anche qui, come nel Blavier, la resistenza del guasto,

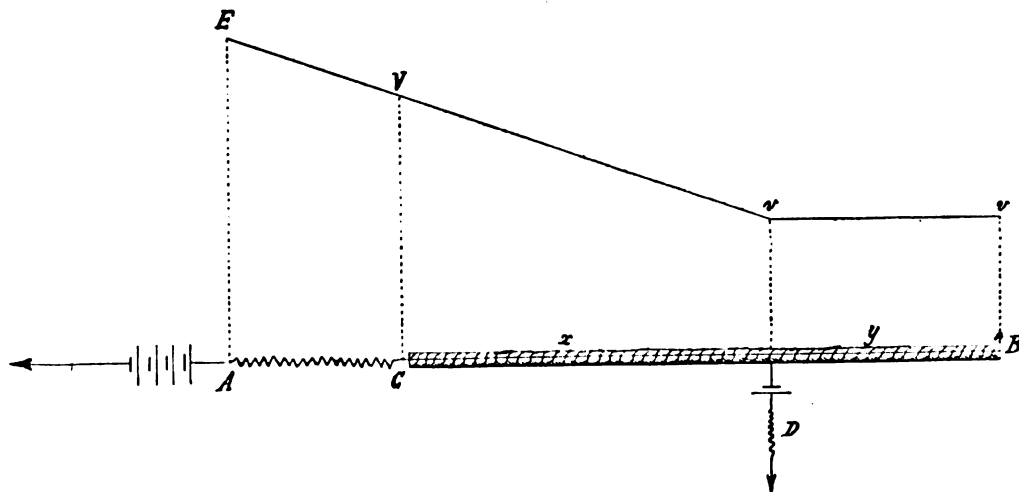


Fig. 13.

nelle due misure, non è rimasta costante ed il risultato non è esatto.

Si cerca, aggiungendo una resistenza  $r$  (fig. 12) dal lato più vicino al guasto, di portare elettricamente il guasto a metà tra i due estremi, cioè si cerca, variando  $r$  di ottenere la stessa lettura  $R$  al ponte, ai due estremi.

Si ha:

$$x + \frac{(y+r)z}{y+r+z} = y + r + \frac{xz}{x+z}$$

e si ricava immediatamente:

$$x = \frac{l+r}{2}$$

$$y = \frac{l-r}{2}$$

Il modo di procedere è il seguente: In un primo esperimento A e poi B misurano in condizioni identiche e trovano due

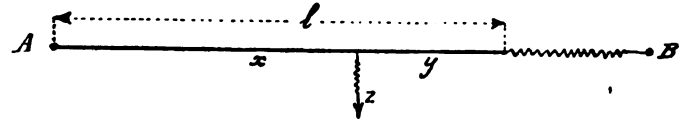


Fig. 12.

valori in generale diversi; per es., riportando qui un caso pratico, trovano:

resistenza aggiunta	$r = 0$	A	2172	B	1185	
B inserisce	$r = 1000$	trovano	A	2352	B	2185
»	$r = 1210$	»	A	2377	B	2395
»	$r = 1200$	»	A	2376	B	2385
»	$r = 1190$	»	A	2376	B	2375

Siccome la linea ha  $l = 2450$  il guasto risulta a:

$$\frac{2450 + 1190}{2} = 1820 \text{ ohm da A}$$

$$\frac{2450 - 1190}{2} = 630 \text{ ohm da B.}$$

Poichè il metodo così eseguito richiede che dopo ogni copia di esperimenti i due sperimentatori si comunichino i risultati, il che implica perdita di tempo e modificazioni del guasto (specialmente se per la corrispondenza è necessario adoperare i due poli), così il metodo stesso fu leggermente modificato, stabilendo a priori quale resistenza debbano trovare i due sperimentatori, il che richiede inclusione di resistenze  $r$  ed  $r_1$  ad entrambi gli estremi. Resta inteso che, sempre, i due impianti di misure sono identici, che B esperimenta immediatamente appena cessa A; ed i valori più attendibili sono l'ultimo trovato alla fine del periodo da A ed il primo trovato da B al principio del suo periodo.

Se quando A e B hanno raggiunto la stessa lettura le resistenze aggiunte sono:

$$r \text{ in A, } r_1 \text{ in B}$$

si ha distanza del guasto:

$$\text{da A ; } x = \frac{l + r_1 - r}{2}$$

$$\text{da B ; } y = \frac{l + r - r_1}{2}$$

Questo metodo si presta bene anche quando il guasto è molto resistente. Digitized by Google



V'è un altro *Overlap*, il *Free Overlap*, nel quale le misure si eseguono tenendo l'estremo lontano isolato anzichè a terra; si esegue come l'*Earth Overlap*; ma è poco adoperato perchè le misure sono meno facili con l'estremo isolato anzichè a terra, e perchè esse risentono maggiormente le variazioni del guasto, a scapito dell'esattezza.

**Metodo Clark.** — E' un metodo nel quale si eseguono misure di potenziale anzichè di resistenze o di intensità, e, se eseguito con discernimento e con le dovute cautele, dà risultati assai buoni, paragonabili a quelli del doppino, mentre ha il grande vantaggio di essere indipendente dalla conoscenza del valore della resistenza della linea: di più, le misure che si eseguono ai due estremi sono contemporanee, cosicchè non si hanno errori per variazioni del guasto nei due esperimenti che entrano in ogni determinazione. Si presta anche per guasti di elevata resistenza.

Le misure di potenziali non si eseguono con l'impiego di elettrometri, ma, ugualmente bene e più speditamente, col galvanometro.

Il principio del metodo Clark (conosciuto col nome di metodo della caduta di potenziale) è il seguente: (fig. 13)

Un estremo *A* mette una pila *E* sul cavo e tra la pila ed il cavo una resistenza *R*; l'altro estremo tiene il cavo isolato.

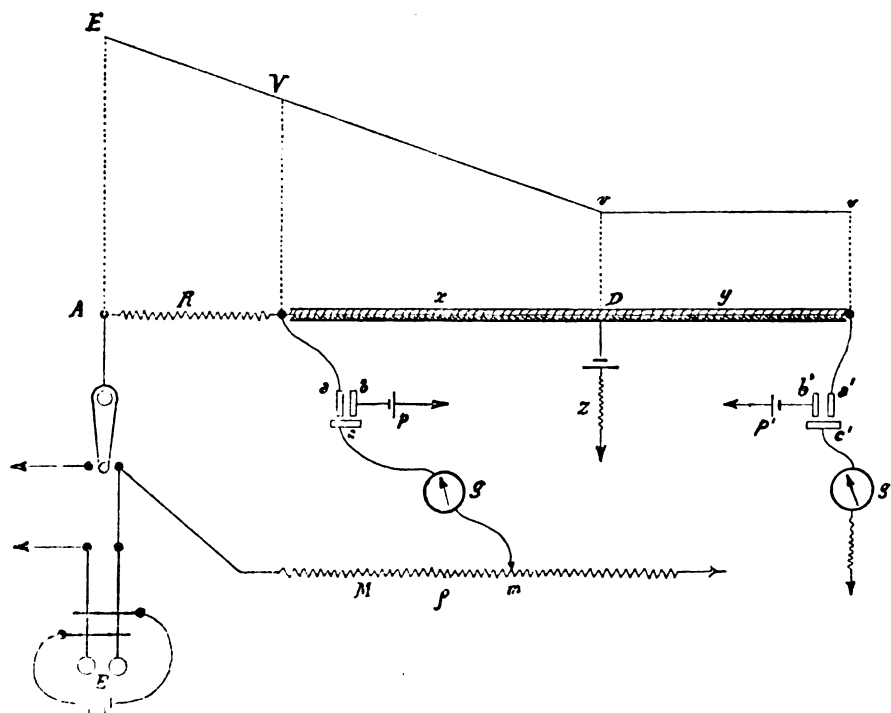


Fig. 14.

Il potenziale cade lungo la resistenza *R* e lungo quella del cavo, fino al guasto (dopo stabilito il regime permanente) secondo una retta *E v*; *A E* rappresenta il potenziale al morsetto di pila, *D v* quello al punto del guasto e *C V* quello all'inizio del cavo.

Siccome questo è isolato in *B*, così anche in *B* si avrà il potenziale *D v*, il quale è funzione, oltre che della pila *E* e delle resistenze *R* ed *x*, anche della resistenza del guasto e delle f. e. m. esistenti in esso.

Si ricava:

$$\frac{E - V}{V - v} = \frac{R}{x}; \quad x = R \frac{V - v}{E - V}.$$

La misure dei potenziali devono essere fatte nello stesso istante; in pratica, siccome si adoperano accumulatori di resistenza interna trascurabile, *E* rimane costante, e lo si può misurare prima o dopo l'esperimento, a comodo, mentre *V* e *v* devono essere contemporanei.

Per la misura dei potenziali con lo impiego di galvanometri si adottano uno dei due soliti metodi: o quello di riduzione a zero, o quello della deviazione di un galvanometro, avente in serie una grandissima resistenza (al minimo  $\frac{1}{2}$  megohm); e generalmente a bordo si impiega il metodo di riduzione a zero, perchè, a causa dei movimenti della nave, è difficile leggere correttamente le deviazioni dell'immagine luminosa.

Quindi, generalmente lo schema dello impianto è il seguente: (fig. 14)

Messa la pila *E* e riuniti i blocchetti *b*, *c*. *A* sposta il cursore *S* in *m*, finchè il galvanometro va a zero. Nel punto *m* si ha un potenziale uguale alla f. e. m. della pila campione *p*.

*B* unisce i blocchetti *b'*, *c'* e legge la deviazione  $\delta$  al galvanometro *g'* prodotta dall'altra pila campione *p'*.

*A* unisce i blocchetti *a* e *C*, *B* unisce *a'* e *c'*.

*A* sposta il cursore *S* fino ad ottenere deviazione nulla in *M*; nello stesso istante *B* legge una deviazione  $\Delta$ .

Se  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon'$  sono le f. e. m. delle pile campioni *p* e *p'*, alle temperature di esperimento,

$$\text{il potenziale } V \text{ sarà } \varepsilon \frac{M}{m}$$

$$\text{il potenziale } v \text{ sarà } \varepsilon' \frac{\Delta}{\delta}$$

$$\text{ed il potenziale } E \text{ sarà } \varepsilon \frac{\varrho}{m}.$$

A causa delle continue variazioni del guasto, i valori *V* e *v* variano continuamente e bisogna seguirli sempre, sfruttando

di un momento di relativa stabilità per fare la lettura; appena fatta questa, *A* toglie la pila e così *B* sa a quale momento deve riferirsi per scegliere la lettura da introdurre nei calcoli.

E' indispensabile una correzione perchè la formula

$$x = \frac{V - v}{E - V} R$$

suppone che i potenziali della terra in *A*, in *B*, in *D* (punto del guasto) siano uguali cioè che le letture di *E*, *V*, *v* siano riferite ad uno stesso potenziale considerato come zero; il che non è in generale, donde un errore.

Ad eliminare questo occorre misurare la differenza di potenziale tra *D* e *B* e quella tra *A* e *D*; il che si ottiene facilmente misurando il potenziale di *D* rispetto alla propria terra in *A* ed in *B*, dopo che, eseguita la prima misura, si è scaricato il cavo. Questa misura si fa col sistema detto sopra. La correzione va apportata solo al numeratore, perchè la differenza *E - V* del denominatore è esatta, essendo riferiti i due potenziali allo stesso zero.

Se dunque, a cavo scarico ed isolato, *A* trova un potenziale ( $\pm p$ ) rispetto ad esso e *B* un potenziale ( $\pm q$ ) la formula diventa:

$$x = R \frac{(V \mp p) - (v \mp q)}{E - V}.$$

Il valore della resistenza *R* si sceglie possibilmente dell'ordine di *x* (si sarà fatta preventivamente, con un metodo qual-

siasi, una grossolana determinazione di  $x$ ) allo scopo di avere letture buone e sufficientemente ampie; ma l'ampiezza è limitata s'intende, dalla grandezza della resistenza del guasto oltre che dalla pila adoperata.

Spesso le variazioni del guasto sono incessanti e non danno un momento di tregua. Allora si fanno parecchie determinazioni di  $V$ ,  $v$  e potenziale del cavo scarico, a momenti ben precisati, e se ne fa la media. Nello scegliere accortamenti i valori da introdurre nelle medie, nella accuratezza delle letture al momento stabilito, sta soprattutto il segreto per la riuscita del metodo; che, affidato a sperimentatore abile, dà risultati ottimi, in caso contrario conduce certamente a valori inaccettabili; per cui non sempre gode il favore degli altri metodi.

\*

I metodi basati sulla misura delle intensità delle correnti sono parecchi, ed in teoria anche buoni: ma all'atto pratico non danno la precisione di quelli descritti e possono servire per ottenere una prima approssimazione. Li tralascio.

\*

Fin qui si è trattato dell'esistenza di un guasto solo in un cavo.

Nel caso che ve ne siano due, vi sarebbe in teoria il modo di procedere alla loro determinazione; ma in pratica il procedimento è molto laborioso e spesso non dà risultati soddisfacenti.

Si tenta talvolta di riportare la misura alla determinazione di un guasto solo: cioè con una corrente appropriata (quasi sempre positiva), si sigillano i due guasti; poi, con l'invio della corrente contraria, si riaprono i guasti. In generale si riapre prima il più vicino; si sorveglia il comportamento e spesso si riesce a scoprire quando il guasto più vicino è aperto mentre il lontano no. Ed allora si fa rapidamente una localizzazione. Il procedimento si ripete più volte.

Quando poi la nave telegrafica avrà riparato questo guasto, si procede alla localizzazione dell'altro.

L'esistenza di due o più guasti, invece di uno solo, è quasi sempre facilmente accusata, ad uno sperimentatore abile, da una quantità d'indizi, di cui alcuni pronti ad ogni metodo di misura: ma spesso essa si rivela per l'instabilità e la variazione delle misure da momento a momento, instabilità e variazione che hanno carattere diverso da quello col quale si presentano i guasti unici.

\*

I pochi metodi descritti per le localizzazioni dei guasti sono i principalissimi, di uso corrente, continuo: ne esistono molti altri, alcuni dei quali assai interessanti, almeno teoricamente; li tralascio, chè la loro trattazione, per quanto tentatrice, porterebbe troppo lontano.

### Esercizio dei cavi.

A differenza delle linee aeree i cavi hanno una capacità molto grande in rapporto alla loro resistenza rame (resistenza ohmica del conduttore) e quindi il loro esercizio richiede metodi ed apparati diversi. In questo campo la tecnica, dopo i grandi passi fatti nei primi tempi dello sviluppo della telegrafia sottomarina, subì una specie di stasi per parecchie decine di anni, e riprese poi un grande slancio poco prima della guerra, sviluppandosi ancora specialmente durante e dopo di essa, con l'introduzione dei cavi con induttanza, delle valvole termoioniche e conseguentemente di dispositivi speciali negli impianti. Talchè si è percorso molto cammino da quando sul primo cavo atlantico, la cui vita fu assai breve (5 agosto-2 settembre 1858) con un apparato Morse, si trasmisero 120 segnali semplici al minuto, al tempo presente che si è raggiunta una velocità più che quindici volte maggiore.

Il primo studio veramente completo della propagazione della corrente sui cavi sottomarini fu quello del Thomson, il quale partì dalla supposizione che il cavo fosse esente da autoinduzione e tenne conto solamente della resistenza del conduttore, della capacità, ammettendo così elevata la resistenza d'isolamento del cavo da poter ritenere nullo il rapporto tra le due resistenze unitarie del rame e dell'isolante.

L'espressione da lui trovata per l'intensità della corrente in arrivo dopo un tempo  $t$  all'estremità ricevente, supposta direttamente a terra, è della forma:

$$i = I \left[ 1 - 2(u - u^2 + u^3 - u^4 + \dots) \right]$$

dove  $I$  è l'intensità costante di regime ed

$$u = e^{-\frac{\pi^2 t}{CR}}$$

essendo  $C$  ed  $R$  la capacità e la resistenza totale del cavo.

Si vede che il rapporto  $\frac{I}{i}$  non dipende che dalle costanti

$C$  ed  $R$ ; o, in altri termini, che in due cavi qualsiasi che abbiano uguale il prodotto  $CR$ ; l'intensità in arrivo è l'identica frazione di quella in partenza, dopo lo stesso tempo  $t$ .

Questo spiega l'enorme importanza che è stata attribuita al prodotto  $CR$ , sul quale è stata basata, fino a non molto tempo addietro, quasi esclusivamente, la specificazione dei cavi.

E si ricaverebbe subito che, in un cavo di dato tipo, la velocità di trasmissione dei segnali sarebbe inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza del cavo stesso.

In pratica si studia l'andamento del fenomeno costruendo la curva che rappresenta il valore dell'intensità della corrente in arrivo in funzione del tempo, prendendo per ascisse, non i valori effettivi del tempo  $t$ , ma quelli di un tempo  $\tau$  dato dalla relazione:

$$\tau = \frac{t}{CR}$$

e così si ha una curva unica, che vale per lo studio di tutti i cavi, intendendosi poi che, in ogni caso particolare, quando si voglia passare ai valori numerici, per l'espressione del tempo bisogna ritornare dalle unità  $\tau$  a quella  $t$  in secondi.

Questa curva è conosciuta col nome di curva Thomson (figura 15).

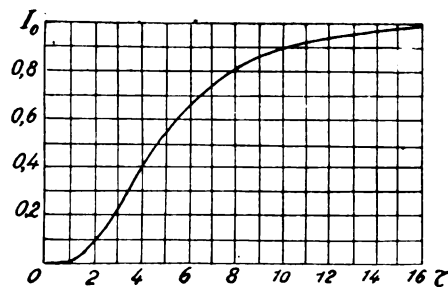


Fig. 15. — Curva d'arrivo (Thomson).

Questa teoria del Thomson, anche se si tiene conto che la resistenza del dielettrico, sebbene molto grande, pure è finita, si dimostrò subito non del tutto esatta, non rispondendo al vero due conclusioni a cui essa conduce, cioè che la velocità dell'elettricità sia infinita e che la velocità di trasmissione sui cavi sia, come sopra si è detto, inversamente proporzionale, per ogni tipo di cavo, al quadrato della lunghezza del cavo stesso.

La discordanza deriva dal non essere stata presa in considerazione, nella teoria del Thomson, l'autoinduzione del conduttore. Il problema fu ripreso in esame e risolto completamente dal Vaschy, dall'Heaviside, dal Pupin, e fu dimostrato quale grande vantaggio si sarebbe ottenuto qualora si fosse potuta aumentare l'autoinduzione dei cavi. Il Wagner ed il Malcolm poi svilupparono una teoria completa della propagazione degli impulsi di corrente nei cavi aventi agli estremi apparati o dispositivi di trasmissione e di ricevimento.

Ma poichè fino a pochi anni or sono non si sapeva aumentare convenientemente l'autoinduzione dei cavi sottomarini, gli studi per aumentare la velocità di trasmissione sui cavi presero altre vie.

Intanto occorreva ridurre quanto più possibile la resistenza del rame ed il potere induttore specifico della gutta. Per il rame si riuscì ad ottenerne di conducibilità superiore a quella del rame Mattiessen ed il Willoughby Smith ottenne della gutta-perca avente potere induttore specifico circa 4/5 di quello della gutta-perca ordinaria.

Recentemente poi il Siemens, in ulteriori perfezionamenti, riuscì a diminuire ancora di più tale potere.

Quanto agli apparati, il Morse fu ben presto abbandonato, non permettendo esso di sfruttare tutta la potenzialità dei cavi; e fu sostituito con apparecchi molto più sensibili, e quindi molto più rapidi, con i quali fu possibile anche di cambiare il codice dei segnali, che riuscirono notevolmente abbreviati.

Con l'apparecchio Morse i segnali elementari che formano con le loro combinazioni le lettere sono due: il punto (emissione breve) e la linea (emissione di corrente lunga tre volte il

punto). Invece, nel codice adottato per i cavi sottomarini, i segnali elementari sono tutti della stessa lunghezza e si distinguono per il senso della corrente, che è per es. positiva per il segno corrispondente al punto dell'alfabeto Morse, e negativa per quello corrispondente alla linea; inoltre, tra due segnali elementari, l'intervallo è da  $\frac{1}{3}$  ad  $\frac{1}{2}$  della lunghezza dei segnali, a spese dei quali è ottenuto; ossia i segnali elementari vengono raccorciati e l'intervallo che resta tra due segnali successivi serve a mettere il cavo a terra. Il vantaggio di questo codice su quello Morse è da 2 a 3 a seconda delle varie lettere; ossia, a parità di lunghezza dei segnali elementari (per la Morse il punto) le varie lettere col codice sottomarino, richiedono per la trasmissione, un tempo da 2 a 3 volte minore che col codice Morse.

Gli apparati che sostituirono generalmente il Morse, furono il galvanometro a riflessione ed il Sifone.

Il galvanometro a riflessione era del tipo Thomson, ad ago magnetico; le letture dei movimenti dell'immagine luminosa su una scala verticale erano fatte in principio, da un impiegato, che dettava ad un altro, poi l'immagine luminosa fu proiettata sul foglio dove il secondo impiegato scriveva e così si poté eliminare il primo impiegato.

Ma questo sistema affaticava soverchiamente, con pregiudizio grave della vista, richiedeva una grande abilità dell'impiegato ricevente, specialmente perchè alla fine di ogni segnale l'immagine non tornava sullo zero ma ne era più o meno discosta a seconda del numero e del senso delle emissioni precedenti, a causa del piccolo smorzamento dell'ago e della scarica lunga del cavo; infine non restava nessun controllo scritto dei segnali ricevuti.

In conseguenza, nel servizio ordinario, quest'apparato fu abolito; ma restò per gli usi di bordo, dove però dovette subire qualche modificazione. E cioè dovette essere reso insensibile al campo magnetico esterno affinché nelle continue variazioni di direzione della nave. l'ago non si spostasse, rispetto alla scala, per mantenersi nella direzione della risultante del campo magnetico terrestre e di quello proprio dello strumento; e fu protetto con uno schermo, costituito da una scatola di ferro. Inoltre si curò minuziosamente che il centro di gravità del sistema mobile fosse sulla linea di sospensione, per evitare deviazioni dell'immagine in seguito ai movimenti di rullo e di beccheggio.

Oggi, a bordo, quest'apparato è assai vantaggiosamente sostituito dal galvanometro Sullivan, che è del tipo a bobina mobile e quindi pressochè insensibile alle variazioni del campo magnetico terrestre.

Il Sifone sostituito, per i cavi non molto brevi, ogni altro apparato ed è anche oggi universalmente in uso. Inventato anche esso dal Thomson, può dirsi consista in un galvanometro a bobina mobile, la quale, invece di portare uno specchietto riflettente un raggio luminoso, agisce su un indice scrivente sopra una striscia di carta (zona) che si sposta sotto la sua estremità, con moto uniforme, mantenuto, tale moto, da un motorino elettrico.

E poichè quest'indice è formato da un sottilissimo tubo di vetro (diametro interno circa un decimo e mezzo di millimetro) a foggia di sifone, entro il quale scorre l'inchiostro, così, da questo particolare, l'apparato ha preso il nome (Syphon Recorder).

Occorreva grandissima sensibilità dell'apparato perchè registrasse correnti assai deboli (generalmente, ora, intorno ai 30 ÷ 50 microampere); dunque il sistema mobile doveva essere assai leggero (la bobina mobile pesa circa 5 grammi) ed avere le minime resistenze passive, le quali, in gran parte, erano costituite dall'attrito sviluppato tra il sifone e la carta. Il Thomson superò questa difficoltà elettrizzando l'inchiostro, il quale, nei movimenti del sifone, veniva spruzzato sulla carta in minutissime goccioline, lasciando la traccia dei movimenti impressi al sifone dalla bobina mobile. Ma bastava un po' di umidità perchè questo dispositivo non funzionasse più, ed esso fu sostituito da un vibratore elettrico, semplicissimo, che, per mezzo di un filo di seta legante l'armatura al sifoncino, fa vibrare questo nel senso normale alla carta.

E' chiaro che si deve poter regolare l'apparato per modo che i periodi propri di oscillazione della bobina, del sifoncino e della successione dei segnali (impulsi) siano uguali.

I segnali del sifone si differenziano dagli altri apparati perchè non sono nè staccati, nè convenzionali (Morse) nè stampati.

Al riposo l'estremità scrivente del sifone si trova nel centro della zona, e, quando questa scorre, il sifone descrive una linea retta mediana. Per le correnti rappresentanti i punti (per

es. positive) il sifone si sposta verso l'alto della zona, per quelle di senso contrario si sposta dalla parte sposta della linea mediana; per cui, teoricamente si dovrebbe avere una spezzata a tratti orizzontali tutti uguali, parte sopra, parte sotto la zona, rappresentanti combinazioni di segnali; inoltre vi sarebbero tratti orizzontali sulla linea mediana, rappresentanti gli spazi tra lettera e lettera, tra parola e parola. (fig. 16).

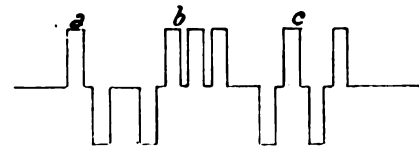


Fig. 15.

Ma un ricevimento siffatto si ha solamente ed approssimativamente su cavi assai brevi, con sifoni adatti aventi non molta sensibilità, grande rigidità di torsione nella sospensione della bobina e grande smorzamento delle oscillazioni; e lo si ha anche nei sifoni di controllo delle trasmissioni. Allorchè il cavo incomincia ad essere discretamente lungo, cioè il KR incomincia ad avere valori discreti, i segnali elementari non restano bene separati l'uno dall'altro come precedentemente, perchè l'intensità della corrente, per una data emissione, variando secondo la curva di Thomson, impiegherebbe, per raggiungere il valore massimo relativo alla durata dell'emissione stessa e poi decrescere fino a zero, più tempo di quello che passa nell'invio di due emissioni successive. Cosicchè una emissione si somma in parte alla precedente, od alle precedenti; ed invece di ricevervi una spezzata si riceve una curva continua simile alla seguente: (fig. 17).

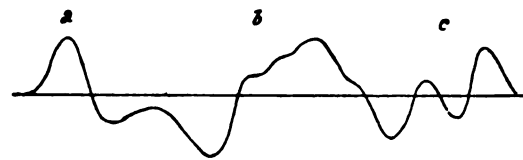


Fig. 17.

La lettura resta tuttavia facile finchè ogni segnale elementare è ben definito; ma è chiaro che, per un dato cavo, tanto più si aumenterà la velocità di trasmissione, tanto più grande sarà l'accavallamento dei segnali, finchè si arriverà ad un punto in cui la distinzione fra l'uno e l'altro (specialmente se si seguono più segnali dello stesso segno) sarà così incerta che la lettura sarà impossibile.

Per aumentare la velocità di trasmissione sarebbe occorso di rendere più rapidi gli aumenti e le diminuzioni dell'intensità della corrente in arrivo, cioè aumentare la rapidità di aumento e diminuzione dell'intensità della corrente (I invece di II). (figura 18).

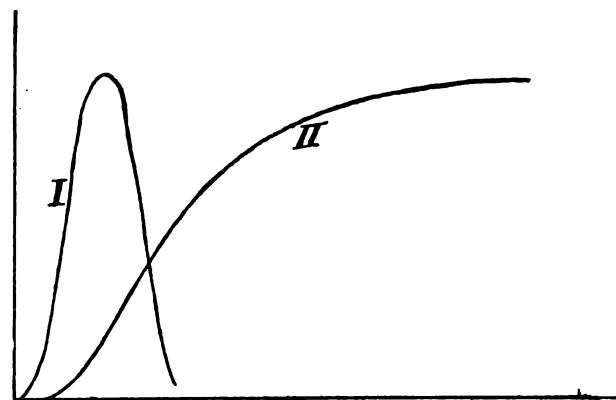


Fig. 18.

Un miglioramento in questo senso si ottenne spezzando il segnale in modo che per la prima porzione di esso venisse inviata corrente, per la rimanente porzione il cavo fosse messo a terra all'estremo trasmittente. Con la scorta della curva Thomson si ricava subito che i segnali arrivano più netti; il che si comprende facilmente perchè tra le due emissioni successive il cavo può in parte scaricarsi; però i segnali, così raccorciati, sono più deboli ed anche qui vi è un limite; in pratica la durata

dell'emissione si teneva tra il 50 ed il 70 per cento della durata del segnale.

Miglioramento maggiore si otteneva inviando un impulso di corrente di senso contrario a quella di segnalazione, sempre nella proporzione anzidetta.

Sistema più efficace è stato quello di interporre a ciascun estremo del cavo prima dell'apparato ricevente o trasmettente, un condensatore (fig. 19). Fisicamente si comprende come questo miglioramento avvenga:



Fig. 19.

Appena si mette il condensatore in comunicazione con la pila, il condensatore  $C$  si carica e le sue due armature acquistano una differenza di potenziale uguale a quello della pila  $E$ : sul cavo si ha un impulso di corrente. A mano a mano che il cavo si carica il potenziale al suo inizio va diminuendo (chè condensatori e cavo sono in cascata) tendendo ad un limite  $V$  facilmente calcolabile, ma che non è raggiunto. E' dunque come se, avendosi il solo cavo, si applicasse al suo estremo trasmettente una f. e. m. costante  $E$  e subito dopo si aggiungesse in opposizione ad essa un'altra f.e.m. variabile e decrescente da  $E$  a  $V$ . Terminato l'invio del segnale, al posto della comunicazione di pila va, per breve tempo, quella di terra, ed il sistema, scaricandosi, produce una corrente inversa sul cavo.



Fig. 20.

Tracciando la curva di carica e sovrapponendovi quella di scarica (spostate naturalmente della differenza di tempo in cui ciascuna ha inizio) si vede che il segnale risultante è molto migliorato nel senso che, all'estremo ricevente, la corrente aumenta e diminuisce molto più rapidamente che senza i condensatori (detti condensatori di blocco).

Ma questi producono un altro grandissimo vantaggio; eliminano cioè quasi totalmente le correnti telluriche. Due punti della terra lontani tra loro (e quindi gli estremi di un cavo) sono in generale a potenziale diverso, e se vengono riuniti con un conduttore, questa differenza di potenziale dà luogo ad una corrente (corrente tellurica), la quale non è costante, ma generalmente varia con relativa lentezza. Se il conduttore (cavo) è in diretta comunicazione col suolo, è percorso da questa corrente, che può intralciare e talvolta impedire la corrispondenza; se vi sono i condensatori di blocco, essi oppongono grandissima impedenza a queste correnti lentamente variabili, le quali divengono innoche.

Altro procedimento efficace come questo dei condensatori di blocco è quello del cosiddetto shunt magnetico, che consiste nel mettere all'estremo ricevente del cavo un'autoinduzione in parallelo con l'apparato ricevente.

La resistenza ohmica di tale autoinduzione è la più piccola possibile.

Dagli studi del Wagner e del Malcolm si ricava che, tanto nel caso dei condensatori di blocco quanto nel caso del condensatore e dell'induttanza, la corrente ricevuta assume, sotto certe condizioni, la forma della curva la cui espressione è quella derivata prima della curva di Thomson; e, se all'estremo trasmettente, l'emissione dura un brevissimo tempo, varia sensibilmente come la derivata seconda della curva di Thomson. (fig. 21).

Dalla figura qui riportata si ha una idea del vantaggio ottenuto. Di fronte a tale vantaggio bisogna però accennare che esso è ottenuto a scapito dell'intensità della corrente, che è tanto più piccola quanto più elevato è l'ordine della derivazione.

In queste condizioni si comprende come gli sforzi dei tecnici dovevano rivolgersi alla ricerca di apparati sempre più sensibili; e furono studiati relais ingegnosi, con qualcuno dei quali si riuscì a ricevere con correnti quattro o cinque volte minori che col sifone, ossia anche fino a cinque microampère (Heurtley).

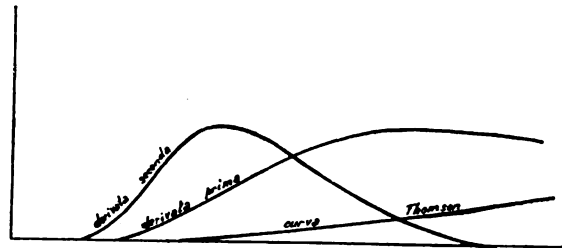


Fig. 21. — (Scala delle ascisse molto maggiore di quella dell'altra curva Thomson).

Sebbene questi relais siano destinati ad essere sostituiti da altri dispositivi comprendenti amplificatori a lampade, pure sono ancora molto in uso, e meritano che di essi sia fatto un cenno.

Il relais a tamburo del Brown è un galvanometro a bobina mobile, come il sifone, e la bobina ha due avvolgimenti, di cui il primo, più resistente, è percorso dalle correnti di linea, che fanno deviare la bobina stessa. (fig. 22)

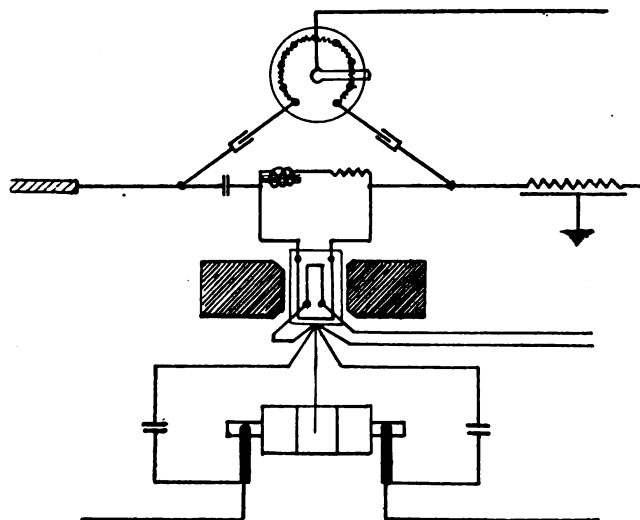


Fig. 22.

Questa porta un indice leggerissimo che poggia sopra un tamburo girevole a tre dischi, di cui il centrale è isolato.

Quando le correnti in arrivo spostano l'indice su un disco estremo, si chiude un circuito locale di cui fanno parte il secondo avvolgimento della bobina del relais, induttanze, resistenze, un sifone di controllo, una pila ed un relais di trasmissione.

Il secondo avvolgimento del relais principale è così percorso da una corrente sussidiaria, che prolunga la deviazione della bobina. Il relais di trasmissione invia una nuova corrente, fornita da un'altra pila, sulla sezione di cavo sulla quale devono essere ripetuti i segnali ricevuti.

Quando la bobina ricevente devia dalla parte opposta, l'indice va sull'altro disco estremo e chiude un circuito locale che che è quello stesso di prima, nel quale però sono sostituiti il relais di trasmissione e la pila. Questa è di senso opposto all'altra, ed il nuovo relais di trasmissione invia sulla linea una corrente opposta a quella di prima.

Questo relais del Brown permette di adoperare sulla linea segnali più raccorciati, e quindi meglio definiti, di quando si adopera il solo sifone; e poichè, allorchando si succedono più segnali dello stesso senso, l'intensità della corrente in arrivo tende a diminuire e la linea mediana (lo zero) non è più retta (zero vagante), l'avvolgimento sussidiario della bobina ricevente corregge in parte questa diminuzione. Ma, perchè ciò possa avvenire efficacemente, è necessario regolare accuratamente i valori delle resistenze e delle induttanze incluse nel circuito locale, per modo che il periodo proprio del medesimo sia il più appropriato alla velocità di trasmissione; e quindi il regolaggio varia col variare di tale velocità.



Altri relais, con dispositivi diversi per assicurare buoni contatti od eliminarli, e per correggere i segnali analogamente a quanto fa il Brown, sono in uso (relais a filo d'oro del Muirhead, relais Bruce, Jockey relais, ecc.).

Ora però sono molto in uso gli amplificatori, che devono essere distinti dai semplici relais. Difatti i relais ricevono una data corrente e ne inviano un'altra di una certa intensità fissa; si prestano bene per gli apparati telegrafici ordinari, nei quali lo zero è invariabile.

Gli amplificatori invece riproducono le correnti ricevute in una scala diversa, ma conservandone la forma; cioè la corrente in arrivo e quella ritrasmessa sono rappresentate da curve, i cui punti hanno uguali ascisse ed ordinate proporzionali.

Per cui gli amplificatori sono specialmente indicati in tutti i casi nei quali deve essere rispettata la forma della corrente, cioè dove lo zero è variabile, come nel sifone.

In pratica i più diffusi amplificatori sono l'Heurtley, quello al selenio e quello a getto d'acqua dell'Orling.

Di tutti è parte principale un ponte di Wheatstone; le correnti di linea fanno funzionare la solita bobina di un galvanometro tipo Deprez-D'Arsonval, ma è diverso il modo di utilizzare il movimento della bobina.

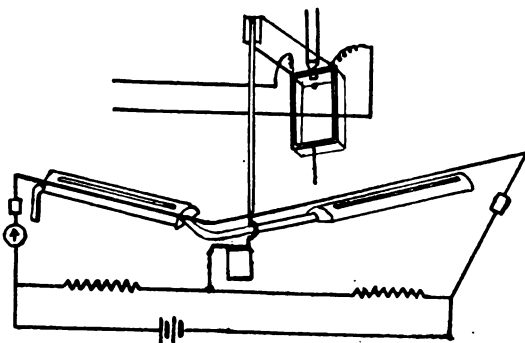


Fig. 23.

Nell'Heurtley (fig. 23) il ponte di Wheatstone ha due lati successivi costituiti da filo di platino sottile e resistente (quasi 8/100 di mm. di diametro e circa 250 ohm di resistenza) e gli altri due da resistenze ordinarie.

Nella diagonale tra gli estremi dei lati a filo di platino è una pila, nell'altra diagonale un sifone.

I due fili di platino giacciono ciascuno superiormente ed in prossimità di un tubo metallico avente una fessura longitudinale, dalla quale esce regolarmente una corrente d'aria fresca; e le cose sono disposte in modo che, spostando in un senso il punto d'unione dei due fili di platino, uno di essi si avvicina, l'altro si allontana dalla corrente d'aria, e viceversa.

Questo spostamento del punto d'unione dei due fili di platino è comandato dalla bobina di un galvanometro, tipo Deprez-D'Arsonval, nella quale circolano le correnti di linea. Essa porta un'indice, unito al punto d'unione ora detto; spostandosi sotto l'azione delle correnti di linea, la bobina del galvanometro, si spostano i due fili di platino.

Poichè la pila locale del ponte riscalda i fili di platino (corrente intorno ai 60 milliampère), quando uno di essi si avvicina alla corrente d'aria fresca si raffredda, mentre l'altro, allontanandosene, si riscalda, la loro resistenza varia, l'equilibrio è rotto e nel sifone passa una certa corrente.

I movimenti del sifone possono diventare circa 10 volte maggiori di quelli del galvanometro, e la velocità di corrispondenza ne è aumentata fino al 45 %.

Nel tipo più recente i due fili di platino si spostano non più rispetto ad una corrente d'aria fredda, ma rispetto ad altri due fili ad essi identici, ugualmente riscaldati.

Questo amplificatore (molto delicato) elimina le difficoltà che derivano dalla formazione dei contatti, che negli altri relais servono a chiudere il circuito di ritrasmissione.

Nell'amplificatore al selenio (fig. 24) il ponte è invece formato da quattro resistenze al selenio A, B, C, D disposte in modo che, allo stato di riposo, un intenso raggio di luce, riflesso dallo specchio del solito Deprez-D'Arsonval, percorso dalle correnti di linea, le illumini ugualmente.

Ad ogni movimento della bobina del galvanometro, e quindi dello specchietto, corrisponde illuminazione di una maggior parte di due resistenze al selenio situate in due lati non adiacenti del ponte ed illuminazione di una minor parte delle altre due.

La resistenza delle prime due diminuisce, quella delle altre due aumenta ed il ponte è squilibrato, ed una corrente locale, prodotta da una pila situata su una diagonale del ponte, circola in un sifone posto sull'altra diagonale.

Anche con questo relais si può aumentare notevolmente la velocità di trasmissione, circa come l'Heurtley e, in casi speciali, anche di più (60 %).

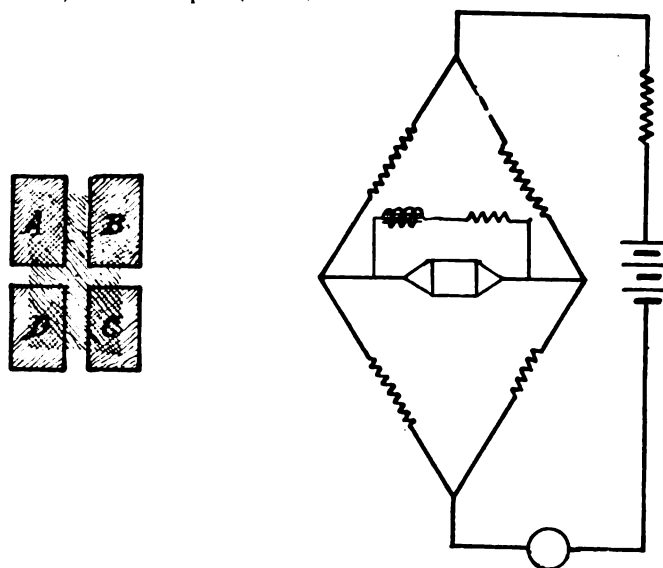


Fig. 24.

Nell'amplificatore Orling (fig. 25) il ponte di Wheatstone ha due lati contigui costituiti da resistenze ordinarie  $R_1$ ,  $R_2$ , gli altri due da resistenze variabili a liquido.

E precisamente la diagonale contenente la pila fa capo da una parte al punto d'unione delle due resistenze  $R_1$ ,  $R_2$ , dall'altro ad un recipiente A contenente acqua salata, dal quale esce un sottile getto regolare di liquido. Questo getto cade esattamente sullo spigolo di un diedro di celuloide B sulle cui faccie sono fissati due elettrodi di carbone C, C, i quali, alla loro volta, sono collegati alle estremità P, Q delle resistenze  $R_1$ ,  $R_2$ . I due filetti liquidi scorrenti sulle faccie del diedro costituiscono così gli altri due lati del ponte. Sull'altra diagonale P Q è il sifone ricevente.

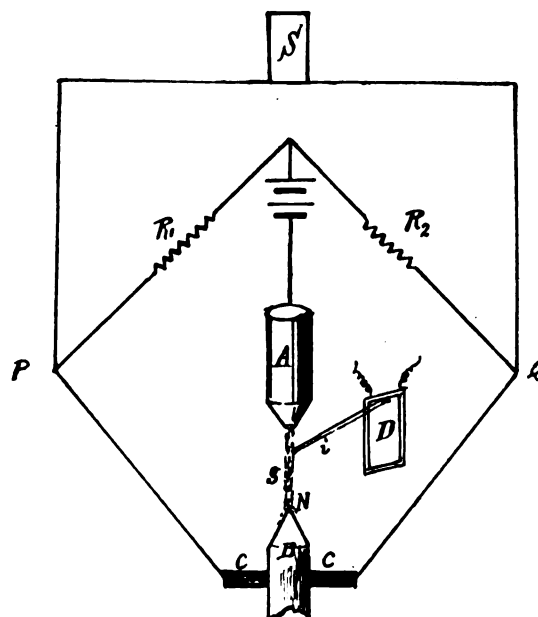


Fig. 25.

La bobina D del D'Arsonval, percorsa dalle correnti di linea, ha un leggerissimo indice d'alluminio, la cui punta, spalmata di cera, tocca il getto g d'acqua. Quest'indice, spostandosi per le correnti di linea, spinge più o meno il getto liquido, che non cade più simmetricamente sullo spigolo N del diedro, ma si divide su di esso in parti più o meno ineguali, e quindi più o meno resistenti.

L'equilibrio del ponte è turbato ed il sifone S funziona.

E' questo un amplificatore robusto, senza organi delicati, che non richiede le cure dei precedenti, e sembra che, sopra

un cavo atlantico, abbia dato un massimo vantaggio, nella rapidità della corrispondenza, del 125 %.

Agli anzidetti relais ed amplificatori meccanici s'incominciarono a sostituire quelli a lampade (3 elettrodi), ottenendosi interessanti risultati.

Essi sono stati impiegati come semplici amplificatori di correnti senza modificazione della curva della medesima. Si presentava una difficoltà al loro impiego, derivante dal fatto che nella lampada, durante gli intervalli di riposo tra un segnale e l'altro, il circuito di placca è percorso da corrente costante; e questa corrente varia di ampiezza, ma non di senso quando arrivano i segnali.

Invece, il funzionamento del sifone esige che negli intervalli di riposo esso non sia percorso da alcuna corrente, mentre per la formazione dei segnali esso ha bisogno dei due sensi della corrente.

Si supera facilmente questa difficoltà p. es. includendo sul circuito di placca un'alta resistenza (p. es. 80.000 ohm) disponendo in derivazione tra la placca ed il punto comune un condensatore seguito dal sifone (fig. 26). Si vede che quando arriva

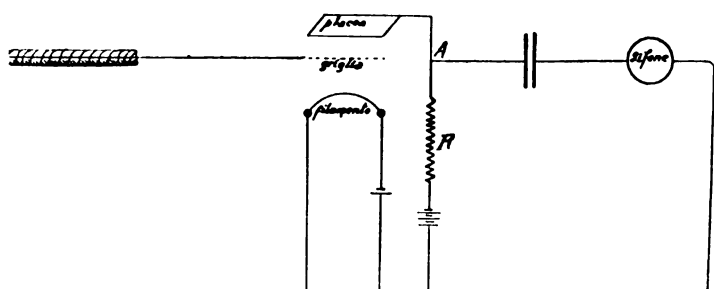


Fig. 26.

un segnale positivo, nel circuito di placca aumenta l'intensità della corrente, ed il potenziale al punto A (estremo dell'alta resistenza) si abbassa; il condensatore si scarica in parte ed il sifone è percorso da una corrente negativa; appena cessa il segnale di linea, si abbassa il potenziale della griglia, diminuisce la corrente di placca, si innalza il potenziale in A, il condensatore si ricarica, una corrente positiva circola nel sifone, riportandolo sulla linea medesima della zona. E' stato tracciato per esempio un punto.

Inversamente nel caso in cui dalla linea giunge un segnale negativo.

Perché l'amplificatore non alteri i segnali, è indispensabile di regolare il potenziale di placca per modo che, allorché il potenziale di griglia è 0, l'asse delle intensità tagli nel mezzo della parte rettilinea la caratteristica della corrente di placca

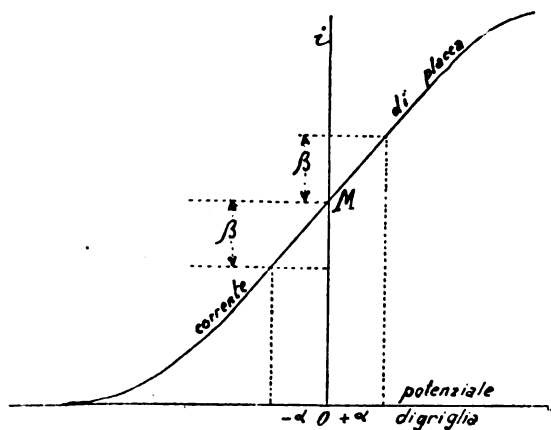


Fig. 27.

(fig. 27). Così per variazioni uguali ( $-\alpha$ ) e ( $+\alpha$ ) del potenziale di griglia, si avranno variazioni uguali  $\pm \beta$  nell'intensità della corrente di placca, e quindi nelle derivazioni del sifone per i punti e per le linee.

Naturalmente questa disposizione schematica si completa e si complica per superare altre difficoltà, per aumentare ancora di più l'ampiezza dei segnali, aumentando il numero degli amplificatori, ecc.

Oltre al miglioramento che si può ottenere riducendo sempre più l'ampiezza dei segnali che si inviano sul cavo riducendo

la tensione della pila, riducendo la durata dell'emissione ed aumentando la durata della messa a terra, e poi amplificando i segnali quasi microscopici allo estremo ricevente, si può modificare la forma della curva ricevuta, facendo in modo ch'essa salga e decresca rapidamente. Quest'andamento rapido presentano le curve rappresentanti le derivate successive della curva di Thomson, ed è tanto più rapido quanto più elevato è l'ordine della derivazione. E quindi, all'estremo ricevente, si mettono dispositivi assai semplici, costituiti da combinazioni diverse di condensatori ed autoinduzioni, mercé i quali la corrente che attraversa il sifone può assumere la forma di una data derivata della curva di Thomson.

Ma anche l'amplificatore a lampade può essere impiantato in modo che oltre ad ingrandire i segnali, li modifichi in una forma conveniente per il ricevimento (Wagner). Il dispositivo è il seguente: (fig. 28)

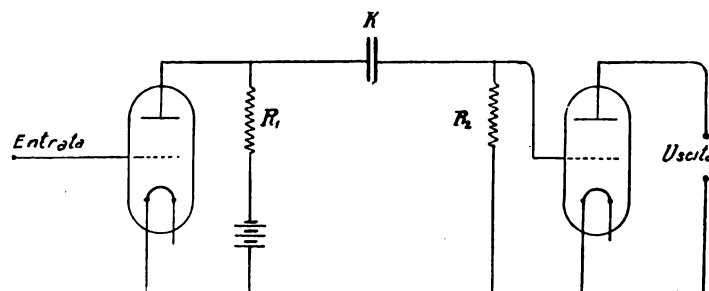


Fig. 28.

Quando il prodotto della capacità  $k$  del condensatore per la somma di valori delle due resistenze ( $R_1 + R_2$ ) supera un certo limite, l'amplificatore, oltre ad ingrandire i segnali, li modifica, e le modificazioni possono essere tanto maggiori quanto maggiore è il numero degli amplificatori adottati.

Si può procedere ad ulteriore miglioramento. Le curve rappresentanti le derivate successive della curva di Thomson non sono costituite da un solo massimo di dato senso ma hanno anche massimi di senso opposto (fig. 29) che disturbano la

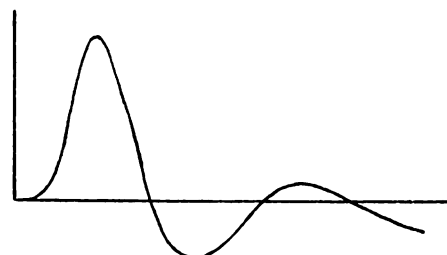


Fig. 29.

formazione regolare dei segnali; occorrerebbe ottenere una curva della forma seguente (fig. 30). Si raggiunge lo scopo combinando insieme alcune derivate della curva di Thomson, mercé l'impiego di filtri elettrici.

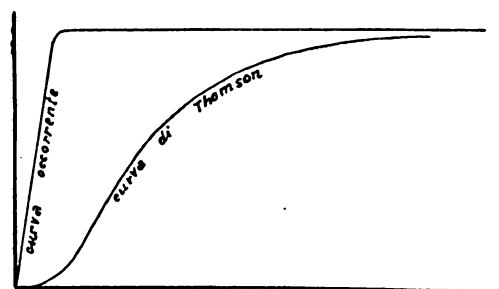


Fig. 30.

Malgrado i perfezionamenti dei dispositivi estremi e degli apparati riceventi, vi è un serio ostacolo all'aumento, oltre un certo limite, della velocità di corrispondenza, limite che è determinato dalle correnti telluriche. Si comprende che bisogna disporre le cose in modo che i segnali in arrivo siano notevolmente più intensi delle correnti disturbatrici telluriche.

L'esperienza ha dimostrato che in generale basta che la intensità dei segnali in arrivo raggiunga i 20 microampere; e per raggiungerla, occorre un certo tempo  $T$  a seconda del tipo e della lunghezza del cavo. Non occorre lasciar trascorrere il

tempo  $T$  tra un segnale e l'altro, perchè, all'arrivo, la corrente, per un certo tempo  $t$ , è debolissima e non è percettibile; basta dunque che l'intervallo tra due segnali sia non minore di  $(T-t)$ . Questo è il limite imposto, con i vecchi cavi, alla velocità di trasmissione.

Per superarlo occorre diminuire  $(T-t)$  ossia bisogna agire sulla stessa costituzione dei cavi.

\*

Già fin da quando il Thomson aveva emesso la sua teoria della propagazione della corrente sui cavi sottomarini prendendo in considerazione i due elementi preponderanti, cioè resistenza e capacità, si sapeva che essa non era completamente rigorosa, perchè non teneva conto di altri due elementi cioè l'induttanza e l'isolamento.

Ed essa conduceva a risultati discordi da quelli ottenuti in pratica cioè, secondo essa, non appena si invia corrente su un cavo di qualsiasi lunghezza i primi indizi di corrente incomincierebbero ad essere ricevuti immediatamente all'estremo opposto; cioè la velocità sarebbe infinita; inoltre la velocità di trasmissione dei segnali sarebbe inversamente proporzionale al prodotto  $K R$  della capacità per la resistenza dell'intera linea (in altri termini inversamente proporzionale al quadrato della lunghezza del cavo) mentre l'esperienza prova che, aumentando il  $K R$ , ovvero aumentando la lunghezza di un dato cavo, la velocità è maggiore di quel che risulterebbe dall'anzidetta legge del quadrato; e sembra seguire una legge intermedia tra la proporzionalità inversa alla lunghezza semplice e quella inversa al quadrato della lunghezza.

Si è dunque introdotta la considerazione dell'induttanza e della perditanza e si sono trovate formole che risolvono più completamente il problema e che in molti casi si semplificano trascurando la perditanza che, nei cavi sottomarini in buone condizioni, ha poca importanza.

Nei cavi ordinari, per l'effetto preponderante della capacità e della resistenza, la corrente varia lentamente, sia al principio come alla fine del segnale in arrivo; ma, aumentando l'induttanza, questa diminuisce tanto l'alterazione, quanto lo smorzamento dei segnali, e conferisce alla curva che rappresenta la corrente in arrivo, una forma più conveniente per il funzionamento rapido degli apparati telegrafici.

Si trova che le variazioni dell'intensità e della tensione si propagano lungo la linea con velocità finita  $= \frac{1}{\sqrt{LC}}$  (in unità assolute) o, in km, uguale a  $\frac{10^8}{\sqrt{LC}}$  dove  $L$  e  $C$  sono allora l'induttanza in Henry e la capacità in microfarad per km di cavo.

Si trova pure che, in un dato punto della linea supposta di lunghezza infinita, la corrente provocata da una f. e. m. costante resta nulla per un certo tempo  $T$  dopo l'applicazione della detta f. e. m., indi salta bruscamente ad un certo valore  $I$ , prende poi un andamento espresso da una formola piuttosto complicata.

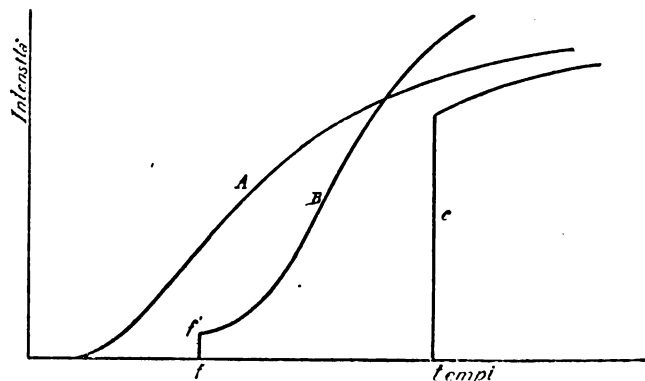


Fig. 31.

Naturalmente il tempo  $T$ , l'intensità  $I_0$ , la forma della curva sono funzioni delle costanti del cavo e le curve possono rappresentarsi come qui sotto: (fig. 31)

La curva  $A$  vale per valori piccoli dell'induttanza e si avvicina alla curva Thomson tanto più quanto più essi sono piccoli. Aumentando l'induttanza le curve prendono la forma  $B$ , che si va modificando gradatamente secondo la forma  $C$  per valori ancora crescenti dell'induttanza. E' qui da tener presente che la resistenza da introdurre nelle formole non è la sola resistenza ohmica; ma ad essa vanno applicati i seguenti aumenti:

1) Resistenza del conduttore di ritorno. Per la corrente continua e per le correnti a lentissima frequenza essa è nulla a causa della buona conducibilità dell'acqua di mare, ma per correnti di frequenza elevata e che variano bruscamente le linee di flusso si addensano sempre più in vicinanza del cavo e si concentrano in parte nei fili dell'armatura; cosicchè la sezione del conduttore di ritorno non è più grandissima ma diviene finita e può raggiungere il valore di qualche decimo a chilometro.

2) Resistenza per le correnti di Foucault.

3) Resistenza per l'isteresi magnetica.

Analogamente per l'induttanza: la corrente di ritorno che si concentra nell'armatura produce una diminuzione dell'induttanza propria del cavo, diminuzione che, a seconda delle frequenze, può raggiungere anche il valore di uno o due millihenry a km.

Adottando per valore dell'induttanza un valore tale per cui il fronte dell'onda  $f'$  assuma il valore di 0,002 dell'intensità finale, si ricava che cessa l'influenza delle correnti telluriche sulla velocità di trasmissione.

E' chiaro allora che, giunti a questo punto, non conviene, per ragioni economiche, di aumentare di più l'induttanza.

Anche nei cavi caricati d'induttanza si può provvedere, analogamente a quanto si è detto per i cavi Thomson a migliorare la curva di ricevimento mercè dispositivi che modificano la corrente, facendole assumere la forma delle successive derivate.

L'aumento dell'induttanza nei cavi poteva ottenersi in due modi. Il primo (Pupin) consiste nel mantenere il tipo comune del cavo, includendo su di esso, a distanze ben determinate, delle induttanze pure convenientemente calcolate, cioè realizzando una distribuzione discontinua dell'induttanza. Il secondo consiste nell'avvolgere sul conduttore, per tutta la sua lunghezza, uno o più strati di filo o piattina di materiale magnetico.

Col sistema Pupin è possibile applicare il valore che più conviene per l'induttanza, ma vi sono grandissime difficoltà per posare i cavi appena si lasciano le piccolissime profondità.

Col sistema Krarup invece spariscono queste difficoltà d'ordine meccanico, ma non si riesciva ad ottenere sufficienti valori per l'induttanza poichè si adoperava il ferro per l'avvolgimento magnetico; e date le deboli forze magnetizzanti, la permeabilità di esso era troppo piccola per ottenere un valore dell'induttanza che permettesse un aumento della velocità di trasmissione sufficiente a compensare del maggior costo del cavo.

La tecnica della costruzione dei cavi non progredì sensibilmente finchè, per l'avvolgimento Krarup, non si trovarono materiali magnetici che presentassero sul ferro una maggiore permeabilità, soprattutto iniziale, una resistenza specifica elevata (per diminuire le correnti di Foucault) una debole isteresi.

Tali materiali, scoperti in questi ultimi anni, consistono in leghe di ferro e nichel con l'eventuale aggiunta di qualche altro elemento; e le loro peculiari proprietà dipendono, non solamente dalle proporzioni degli elementi componenti, ma anche dal trattamento termico da essi subito.

La prima lega al ferro-nichel impiegata per i cavi Krarup fu il permalloy della Western Electric; essa comporta il 78,5 di nichel, il 21,5 di ferro. Viene scaldata per un'ora a 900° C, raffreddata lentamente, riscaldata di nuovo fino a 600° e riporata da 600° a 300° secondo una progressiva bene stabilita.

La permeabilità iniziale è circa 30 volte maggiore di quella del miglior ferro dolce; la resistenza specifica circa  $190 \times 10^6$  (quella del ferro è circa  $11 \times 10^6$ ) l'isteresi e la forza coercitiva assai piccola. Col suo impiego, la velocità di trasmissione è diventata da 4 a 5 volte maggiore.

In Germania sembra sia preferita un'altra lega detta « invariante » o « invar », che ha il 47 % di nichel ed il 53 % di ferro, rispetto al permalloy, ha una permeabilità quasi metà, ma ha una resistenza specifica quasi 2, 3 volte maggiore, isteresi pure debole; e, soprattutto, avrebbe l'altro vantaggio che la permeabilità sarebbe pochissimo influenzata dall'intensità del campo, mentre nel permalloy la permeabilità varia molto con detta intensità.

Questa variazione è dannosa per due ragioni principali; perchè appiattisce il fronte dell'onda e quindi diminuisce la velocità di trasmissione; e perchè aumenta le difficoltà del sistema duplice, come vedremo.

\*

I cavi sottomarini non vanno soggetti ai disturbi che colpiscono le linee aeree; all'intuori delle correnti telluriche, essi non risentono quasi altre influenze perturbatrici; e le stesse cor-

renti telluriche hanno generalmente una variazione lenta, talchè si riesce molto spesso ad arrestarle con i condensatori di blocco.

I cavi sottomarini inoltre giacciono in un mezzo che, esclusi i tratti prossimi agli atterraggi, rimane a temperatura invariabile; per cui le loro costanti non subiscono variazioni notevoli nelle varie ore del giorno e della notte, nelle varie stagioni dell'anno.

Ne segue che i cavi sottomarini sono particolarmente indicati per essere esercitati in duplice, ossia con trasmissioni contemporanee nei due sensi; e si ottiene un doppio vantaggio: di raddoppiare quasi il rendimento, e di avere maggiore rapidità. Difatti, con la trasmissione ordinaria (in semplice, cioè in un solo senso alla volta) per dare ed ottenere notizie relative all'andamento del servizio, ad errori, ripetizioni, ecc., bisogna attendere la fine della trasmissione di una serie di telegrammi; ed in caso di cattivo andamento, di un incidente qualsiasi, non si può interrompere il corrispondente ed arrestare la trasmissione, che così è fatta a vuoto.

Col sistema duplice tutto ciò può farsi immediatamente, con vantaggio della rapidità del servizio e con ulteriore beneficio del rendimento per le evitate perdite di tempo.

E' noto il principio del sistema duplice: disporre gli apparati in modo che in ognuna delle due stazioni estreme l'apparato ricevente rimanga insensibile alle correnti di trasmissione e risponda solo a quelle di ricevimento.

I sistemi più generalmente in uso sono due; il differenziale e quello a ponte di Wheatstone; ma ve ne sono altri; come quelli risultanti da combinazioni dei due anzidetti, quello dello Squier, ecc.

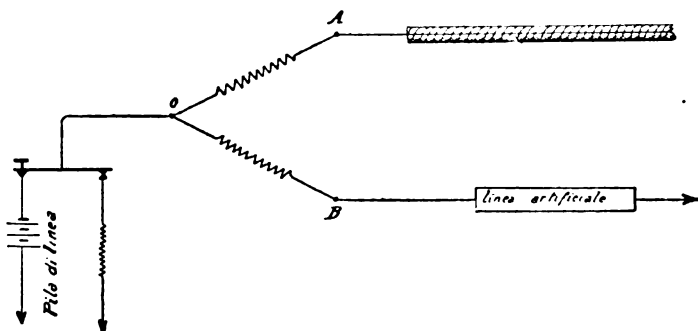


Fig. 32.

Nel sistema differenziale (fig. 32) l'apparato ricevente ha le bobine con due avvolgimenti identici; le correnti emesse dalla pila di linea li percorrono in senso contrario. Se all'estremo B si unisce una linea artificiale (cioè un complesso di resistenze, capacità, induttanze, derivazioni a terra) identica elettricamente al cavo, le correnti provocate dalla pila di linea sui due avvolgimenti OA ed OB sono sempre uguali e di senso contrario; l'apparato ricevente resta insensibile per esse. Ma qualunque corrente che provenga dal cavo passa quasi interamente per lo avvolgimento OA e fa funzionare l'apparato.

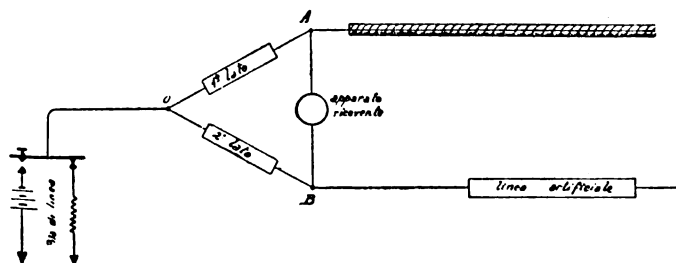


Fig. 33.

Nel sistema a ponte (fig. 33), il cavo e la linea artificiale costituiscono due lati di un ponte i cui altri due lati OA, OB sono costituiti da resistenze, o da induttanze, o da capacità, o da loro combinazioni diverse.

Se la linea artificiale rappresenta bene il cavo con l'insieme del gruppo di apparati all'estremo opposto, e se si regolano convenientemente i due lati OA, OB del ponte, le correnti emesse dalla pila di linea provocano sempre uguaglianza di potenziali in A ed in B (quali che siano i valori assoluti di detti potenziali) e lo apparato ricevente non è percorso da alcuna corrente; invece, una corrente qualsiasi che provenga dal cavo provoca differenze di potenziale tra A e B, ossia passa in gran parte per l'apparato ricevente e lo fa funzionare.

Come nel caso della duplice differenziale, quando i due estremi trasmettono contemporaneamente, le correnti sulla linea si sommano algebricamente, anche i loro effetti si sommano algebricamente, ed ogni apparato funziona solamente in corrispondenza della corrente inviata dall'estremo opposto.

In generale, e specialmente sui lunghi cavi, è preferito il sistema a ponte con i lati fissi costituiti da condensatori (condensatori di blocco), perchè questi condensatori, in primo luogo si oppongono alle correnti telluriche e poi migliorano i segnali come si è già visto, anzi il miglioramento rispetto al ponte con resistenze è accresciuto dal fatto della eliminazione delle resistenze stesse, che, trovandosi in serie col cavo ad ogni estremo, contribuiscono a ritardare l'accrescimento della corrente, appiattendone la curva di arrivo e quindi diminuendo la velocità di corrispondenza. Sono anche queste, principalmente, le ragioni per le quali la duplice a ponte è preferita al sistema differenziale.

Quale che sia il sistema duplice adottato, esso non può riuscire se la linea artificiale non permetta un'estrema accuratezza di regolazione, soprattutto quando gli apparati estremi siano i più sensibili e quando vi siano amplificatori; in altri termini, perchè ad ogni istante la corrente emessa possa ripartirsi in parti esattamente uguali sul cavo e sulla linea artificiale, è necessario che questa offra in ogni istante alla corrente, la stessa impedenza che offre il cavo e per tutte le frequenze. L'importanza di tale estrema accuratezza di regolaggio appare manifesta considerando che la corrente in arrivo sui cavi, può diventare anche la 80.000 esima parte di quella in partenza.

Un difetto d'equilibrio rende disuguali le correnti emesse sul cavo e sulla linea artificiale ed il loro effetto differenziale sull'apparato dell'ufficio trasmettente corrisponde a quello di una corrente risultante uguale alla differenza delle due correnti ora dette. Perchè non sia disturbato il ricevimento, occorre che questa corrente risultante disturbatrice sia praticamente insensibile all'apparato ricevente, ossia che la sua intensità non superi press'a poco il quinto della corrente di ricevimento; e siccome questa è piccolissima rispetto alla corrente trasmessa (può essere come si è detto, anche la 80 millesima parte) così, la corrente ricevuta deve dividersi in due parti che non differiscano tra loro più di  $\frac{1}{5} \times \frac{1}{80.000} = \frac{1}{400.000}$  della corrente trasmessa, sul cavo.

E' questo un caso limite che si riferisce a cavi molto lunghi, serviti con amplificatori, ma che dimostra come, anche nei cavi di lunghezza media, la perfezione della linea artificiale debba essere grandissima.

In pratica non è necessario che tutta la linea artificiale risulti elettricamente identica al cavo reale. Per es. una variazione che si faccia nella capacità della linea artificiale è risentita tanto più presto, cioè modifica la curva che rappresenta la corrente nella linea artificiale tanto più vicino all'origine, quanto più essa è fatta in vicinanza dell'estremità trasmettente. Nel cavo reale stesso, sia che esso venga messo a terra ovvero che sia tenuto isolato, le due curve, per un discreto lasso di tempo, coincidono; e coincidono per un tempo ancora maggiore se, all'estremità lontana, invece di passare addirittura dalla terra all'isolamento, si interpone una resistenza od una capacità.

Se poi si tiene presente che gli apparati riceventi risentono molto le variazioni rapide della corrente e poco quelle lente, quelle che si manifestano dopo un discreto tempo (a causa di condensatori in serie col sifone e shunt magnetici in derivazione sul medesimo) si comprende come la parte della linea artificiale che bisogna regolare con molta cura è quella prossima all'estremità ricevente.

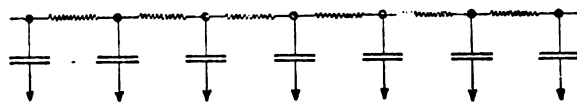


Fig. 34.

Le linee artificiali esclusivamente adottate fino ai tempi recenti erano basate solamente su combinazioni di resistenze e capacità, senza prendere in considerazione l'induttanza della linea; per questa ragione era molto laborioso, in pratica, l'ottenere un regolaggio sufficientemente approssimato.

Le prime linee artificiali erano composte di un grande numero di piccole resistenze aventi in derivazione tra l'una e l'altra piccole capacità. (Varley-Stearns) (fig. 34); all'inizio della linea le sezioni erano numerosissime e assai piccole, poi



diventavano più grandi. Si capisce che in questo modo si poteva ottenere una buona approssimazione; ma il grande numero di contatti e la difficoltà di mantenere un buon isolamento erano fonte di continui sregolaggi.

Subentrò un altro sistema di linea artificiale, ideato dai Signori Taylor e Muirhead, nel quale la capacità è uniformemente distribuita (fig. 35).

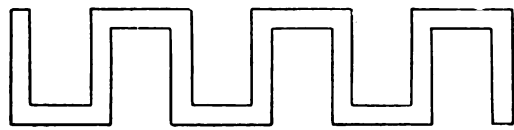


fig. 35.

La resistenza è costituita da tanti nastri di stagnola, foggianti a zig-zag, uno sovrapposto esattamente all'altro e separati l'uno dall'altro da un foglio di carta paraffinata; i nastri di posto pari sono collegati tra loro e costituiscono il conduttore di linea; quelli di posto dispari sono collegati pure tra loro e costituiscono il conduttore di terra.

Questa linea artificiale deve essere costruita volta per volta, appropriata al cavo per il quale deve servire; e va soggetta a notevoli variazioni con la temperatura, a causa del grande coefficiente di temperatura della stagnola.

Attualmente è assai in uso una linea artificiale (Dearlove) che è una modificazione della prima descritta; essa è composta di varie sezioni, ciascuna rinchiusa in una cassetta; le resistenze sono costituite di filo a piccolo coefficiente di temperatura. Si regolano accuratamente i valori delle capacità e delle desistenze, poi si eseguono le saldature ai punti di contatto, si riempie di isolante e si chiude ermeticamente la cassetta. Così sono evitati i difetti di cattivi contatti e quelli di isolamento.

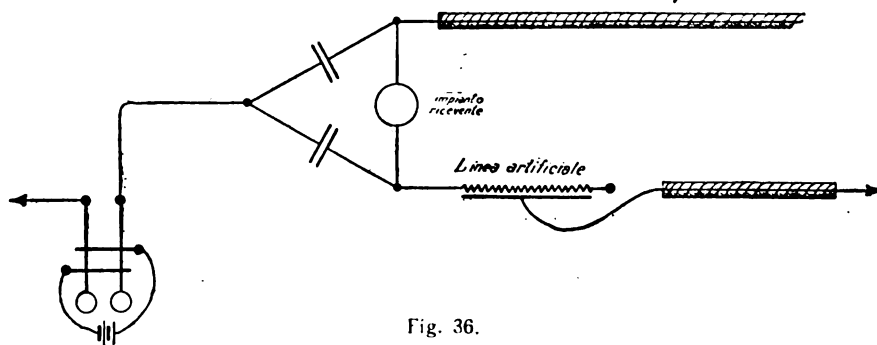


Fig. 36.

Devesi qui rilevare un grave inconveniente che si manifesta nei cavi krarupizzati al permalloy. Poichè la permeabilità di questo varia notevolmente col campo, soprattutto per piccoli valori di questo, ognuna delle due correnti, in partenza ed in arrivo, modifica l'induttanza del cavo, e si contrariano reciprocamente. Da qui grandissima difficoltà del servizio duplice. Questo difetto è comune a tutti i cavi krarupizzati, ma sembra che lo sia in minor misura con la lega ferro-nichel al 47 % di nichel (invariante).

Poichè le correnti di esercizio dei cavi sono estremamente piccole, non si possono esercitare i cavi con uffici lontani dagli approdi prolungando i cavi medesimi con linee aeree; chè i disturbi che si manifestano in queste sono d'ampiezza maggiore di quelle d'esercizio dei cavi e le coprirebbero.

Con le linee sotterrate l'inconveniente è minore, ma in un caso e nell'altro si preferisce o esercitare i cavi proprio all'approdo o separarli dalle linee terrestri mediante appropriate trasmissioni.

La presa di terra è fatta allora all'armatura del cavo.

Poichè però a terra si hanno spesso impianti d'energia elettrica (luce, trasporto energia, tramways, linee telegrafiche e telefoniche, ecc.), le terre di questi impianti o le correnti vaganti producono miscugli con la terra presa all'armatura, ed il servizio ne è danneggiato. Si è rimediato prendendo lontana la terra per le comunicazioni degli apparati con i quali si esercita il cavo; ed, alla prima sezione del cavo a conduttore unico, a partire dall'approdo, si è sostituito un cavo a due conduttori identici, avvolti ad elica tra loro: uno di questi conduttori si prolunga col conduttore del rimanente cavo e costituisce il conduttore di linea; l'altro, all'estremità in mare, è saldato all'armatura. La lunghezza di questo cavo a due conduttori varia a seconda dei casi; spesso è di circa 10 miglia.

Questa speciale comunicazione di terra è utile anche nella duplice; si vede facilmente che, disposta come nel disegno, (fig. 36) compensa automaticamente le variazioni di resistenza cui, per effetto della temperatura, va soggetto il cavo all'approdo.

In alcuni casi si hanno parecchi cavi, tutti vicini tra loro, per es., nella stessa trincea, agli approdi; allora vi è pericolo che si disturbino tra loro. Si adopera in tal caso un cavo a tre conduttori, avvolti ad elica, di cui due sono collegati come nella figura precedente, ed il terzo costituisce la presa di terra della batteria. La corrente in questo terzo conduttore è la somma delle delle correnti negli altri due conduttori e di senso opposto; e se la sua capacità unitaria è identica a quella degli altri due conduttori, è eliminato ogni disturbo di questo cavo sui vicini.

In Germania sono in corso studi per perfezionare il sistema duplice. Poichè i segnali telegrafici sono impulsi aperiodici, si possono studiare scomponendoli in tante semionde col metodo di Fourier. Le componenti di frequenza più elevata si smorzano, lungo la linea, più delle componenti a frequenza bassa, ed, oltre un certo limite, esse giungono così indebolite rispetto a queste ultime, che non influiscono più sensibilmente sulla forma del segnale.

Esse allora, poichè esse disturbano la duplice se l'equilibrio non è perfettamente raggiunto converrebbe eliminarle; così la linea artificiale potrebbe essere più facilmente ottenuta, bastando che essa rappresenti il cavo reale solo per le frequenze inferiori al suddetto limite.

Mercè l'impiego di filtri, che lasciano passare le frequenze inferiori ad un dato valore, si è constatato che, sopprimendo tutte le frequenze superiori ad  $1.6 f_m$  (dove  $f_m$  è la frequenza telegrafica media, ossia la frequenza delle alternazioni regolari positive e negative) i segnali rimangono perfettamente leggibili. Questo dunque è il limite cercato per le frequenze utili.

Gli esperimenti eseguiti con le direttive ora dette hanno condotto a risultati molto incoraggianti.

Sulle linee aeree e specialmente su quelle sotterrate, sono d'uso comune i sistemi duplex e quadruplex; il primo comporta due trasmissioni contemporanee nello stesso senso, il secondo quattro trasmissioni contemporanee, due in un senso, due nell'altro.

Sui cavi sottomarini, a meno ch'essi non siano di breve lunghezza, questi sistemi non sono in uso, perchè richiedono, per una delle due trasmissioni nello stesso senso, una corrente molto più forte dell'altra.

Ma recentemente questa difficoltà è stata superata con l'impiego di due correnti, una fornita da una pila, l'altra da un alternatore, e si ha un sistema che permette di scambiare simultaneamente tre trasmissioni, due con la duplice ordinaria, una, con segnali a corrente alternata, che ha luogo alternativamente, non simultaneamente, nei due sensi.

Il sistema, a schema assai semplice, è in uso sui cavi Gibilterra-Malta (circa km 2100).

✱

A complemento delle brevi notizie sommarie sullo sviluppo tecnico della telegrafia sottomarina, sia permesso di darne qualcuna pure sommaria sulla rete telegrafica mondiale, la quale ha coperto tutti gli oceani, tutti i mari e continua ad estendersi ora, malgrado i meravigliosi progressi della telegrafia (e telefonia) senza fili, che riserbano ogni giorno sorprese che hanno del fantastico e che si apprestano ad aprire campi fin qui non solo inesplorati, ma in gran parte neanche concepiti.

La Nomenclatura ufficiale dell'Ufficio Internazionale di Berna dava esistenti, nel 1925 in tutto il mondo, 3642 cavi,

con uno sviluppo totale di km 613.653 ossia più di quindici volte la lunghezza del meridiano terrestre. Di essi, 3162 appartengono ad amministrazioni governative (sviluppo 151.377 km), 476 a Compagnie private (km 452.122) e cinque (sviluppo km 10.154) ancora non attribuiti, sono cioè, questi cinque, cavi che, in seguito alla ultima grande guerra, devono essere ripartiti tra gli alleati. Questa lista non è però completa, chè, tra l'altro non vi figurano i cavi posati posteriormente, come per es., i cavi nostri dell'Egeo (km 140.191), della Compagnia Italiana di Cavi Sottomarini da Malaga per l'America del Sud, (km 11.787) nè i due recentissimi cavi Anzio-Barcellona e Barcellona-Malaga (km 1932), l'importantissimo raddoppio della linea imperiale inglese del Pacifico, ecc.

La grande maggioranza dei cavi che esistono nel mondo è inglese ed appartiene a Compagnie private e quindi l'Inghilterra si trova in una posizione privilegiata e di grande superiorità in caso di guerra.

Tuttavia il Governo imperiale inglese, d'accordo con quelli del Canada, dell'Australia e della Nuova Zelanda, decisero di rendere le loro comunicazioni indipendenti anche dalle Compagnie inglesi, costituendo una grande rete imperiale collegante la metropoli con le più lontane colonie.

S'incominciò col cavo del Pacifico, che riunì l'Australia al Canada, proseguendo, con linea terrestre inglese, fino ad Halifax sulla costa dell'atlantico. Scoppiata la guerra europea, uno dei cavi tedeschi Emden-New York fu tagliato alle due estremità, dal lato americano fu portato ad Halifax (Nuova Scozia) con l'aggiunta di 300 miglia di cavo, dal lato della Manica fu portato a Penzance, sull'estrema punta meridionale occidentale dell'Inghilterra. Da Penzance a Londra la comunicazione è terrestre.

Questa prima grandissima linea, che unisce due antipodi fu, molto recentemente, raddoppiata nel Pacifico, ed ora essa è costituita come nell'unito schema (fig. 37).

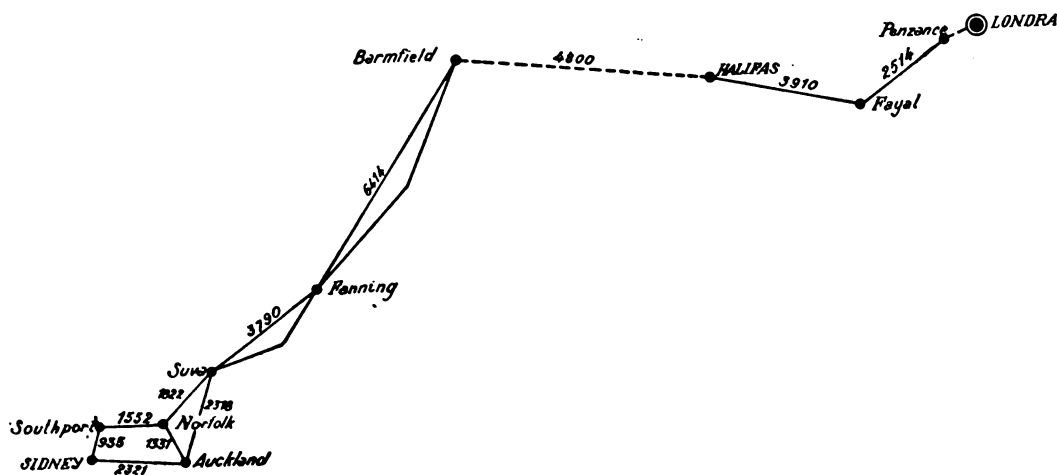


Fig. 37.

Il Governo inglese ha anche deciso di raddoppiare la comunicazione atlantica.

E' interessante conoscere l'organizzazione del servizio su questa grande linea imperiale inglese che, per la via più corta, da Penseance a Sydney, è lunga km 25.737 (oltre al tratto terrestre Penzance-Londra che non conosco).

Da una comunicazione del Sig. A. Avery si ricava innanzi tutto che i vari tratti di cavo sono esercitati in duplice, come pure funziona in duplice, con 8 stazioni di relais, il lungo tratto terrestre (km 4800) attraverso il territorio canadese.

A Londra e ad Halifax si trasmette con l'apparecchio automatico Judd e Fraser; ad Halifax l'apparato ricevente è un sifone a vibratore. In senso inverso invece i segnali giungono a Fayal (Azzorre) dove una specie di relais, detto interpolatore e rigeneratore, che è in sincronismo col trasmettitore automatico di Halifax, differenzia i segnali ricevuti, ritrasmettendoli a Penzance dopo averli, per così dire, rimessi a nuovo; ossia con delle pulsazioni di corrente così nettamente separate come quelle che erano partite da Halifax. A Penzance un relais li ritrasmette automaticamente, così come arrivano, sulla linea terrestre, a Londra dove, oltre al solito sifone ordinario, essi azionano due relais, che funzionano uno con le correnti corrispondenti ai punti, l'altro con quelle corrispondenti alle linee dell'alfabeto Morse. E questi relais azionano in locale, con forte corrente, dei relais selettivi, i quali fanno funzionare gli elettro-

magneti per punti e per linee di un perforatore per cavi. Si hanno così i segnali Syphon trasformati in segnali Morse perforati. La zona contenente i segnali Morse perforati viene poi passata in un apparato stampante Creed, che li trasforma in lettere stampate ordinarie.

Da Halifax a Barmfield, attraverso il territorio canadese, si adopera l'apparato Wheatstone in duplice; nei cavi del Pacifico il Sifone (sempre in duplice).

\*

La rete italiana governativa dei cavi sottomarini comprende 117 cavi per uno sviluppo di km 6.993 ed è la terza tra quelle delle nazioni europee (il Governo francese ha 96 cavi per 31.160 km, l'inglese 272 cavi, km 19.702, lo spagnolo 35 cavi, km 6.900); e fra tutti i Governi del mondo, l'Italia, per sviluppo di cavi di proprietà dello Stato, occupa il sesto posto (Statistica ufficiale, Berna 1925).

La rete governativa italiana è tutta nel Mediterraneo, chè i due vecchi cavi del Mar Rosso (Massaua-Assab ed Assab-Perin furono abbandonati da molti anni) e comprende molti cavi piccoli che allacciano le isole. Data la breve lunghezza di questi e l'entità del traffico, l'apparato in uso è l'ordinario Morse. Ma vi sono anche numerosi cavi lunghi, importanti, i quali sono serviti con apparati diversi a seconda del traffico, e cioè l'apparato Wheatstone per le diramazioni alla Sardegna dei resoconti parlamentari, dei telegrammi circolari, ecc., (in media 17 mila parole al giorno), l'apparato Hughes, l'apparato Baudot quadruplo sui due cavi Napoli-Palermo, sul Trieste-Venezia, sul Trieste-Ravenna-Roma, sul Roma-Sassari-Cagliari, la Baudot dupla duplice sul Roma-Genova, la Baudot tripla duplice o quadrupla duplice sul Genova-Mentone, il Syphon sul Siracusa-Tripoli e in caso di bisogno, sul Siracusa-Bengasi.

Ed ora l'Amministrazione attiverà pure, a Baudot dupla in duplice il cavo Roma-Messina (km 546 circa) ed a Baudot quadrupla duplice i due cavi Napoli-Palermo, disponendo così di venti settori (o canali) tra il Continente e la Sicilia. Per tal modo le comunicazioni della Sicilia saranno ampiamente assicurate e migliorate, chè saranno sottratte alle vicende atmosferiche, causa di continui disturbi al servizio. E con l'impiego di ritrasmettitori automatici, i venti settori suddetti formeranno le cinque comunicazioni (di quattro settori ciascuna) Roma-Palermo, Milano-Palermo, Napoli-Palermo, Napoli-Catania, Roma-Messina. Quest'ultima potrà essere trasformata in scaglionata, destinando due settori al traffico Roma-Messina e due a quello Roma-Catania o Roma-Siracusa, con l'utilizzazione dei cavi Messina-Catania, Catania-Siracusa.

Saranno pure attivati a Baudot quadrupla in duplice i cavi Venezia-Trieste e Trieste-Ravenna, per dare a Trieste due altre comunicazioni di grande traffico; e, se ne fosse sentito il bisogno, si attiverà pure a quadrupla-duplice il cavo Roma-Terranova-Pausania, che potrebbe dare due comunicazioni di quattro settori ciascuna di Roma con Cagliari e Roma con Sassari.

Su alcuni cavi brevi sono state attivate anche simultaneamente telegrafiche telefoniche, e cioè sul cavo per l'isola del Giglio, sul Terracina-Ponza, sul Milazzo-Lipari e su altri cavi dai quali poi furono tolte perchè le esigenze del traffico consigliavano la posa di cavi telegrafici.

\*

I cavi italiani non governativi appartengono alla Compagnia Italiana dei cavi telegrafici sottomarini, la cui rete è la seguente (fig. 38):

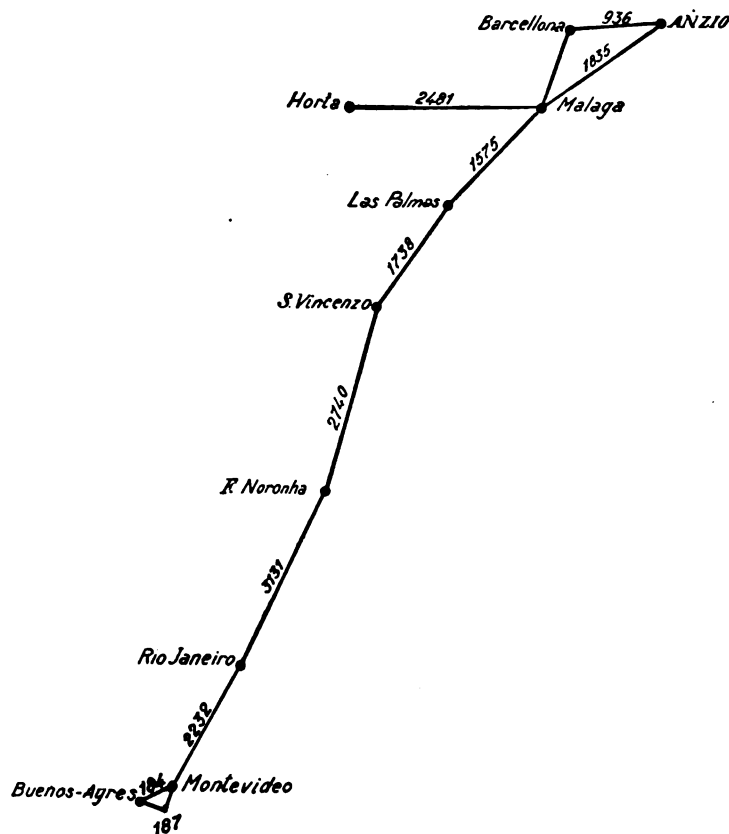


Fig. 38.

1) Anzio-Malaga . . . . .	km	1.835
2) Anzio-Barcellona . . . . .	»	936
3) Barcellona-Malaga . . . . .	»	996
4) Malaga-Las Palmas . . . . .	»	1.575
5) Las Palmas-S. Vincenzo Capo Verde . . . . .	»	1.738
6) S. Vincenzo-Noronha . . . . .	»	2.740
7) Noronha-Rio Janeiro . . . . .	»	3.131
8) Rio-Montevideo . . . . .	»	2.232
9) Montevideo-Buenos Ayres Nord . . . . .	»	184
10) Montevideo-Buenos Ayres Sud . . . . .	»	187
11) Malaga-Horta . . . . .	»	2.481

Totale km 18.035

Questo sarà notevolmente ingrandito se si effettueranno alcuni progetti allo studio.

Il cavo Anzio-Malaga e quello Malaga-Horta (Azzorre) sono esercitati in dupla duplice (ossia due canali o settori in un senso e due nell'altro).

I cavi Anzio-Barcellona e Barcellona-Malaga sono esercitati a quadrupla duplice (quattro canali o settori in un senso e quattro nell'altro).

Tutti gli altri cavi sono esercitati in duplice, cioè con due trasmissioni contemporanee, una in un senso, una nell'altro.

Qui appresso sono riportate integralmente alcune notizie sull'organizzazione del servizio nei vari uffici della rete telegrafica della Compagnia Italiana dei cavi sottomarini, favoritemi dalla Compagnia medesima.

**ANZIO.** — Amplificatori, relais, rigeneratori, cabloscillo-grafi locali su entrambi i canali in duplice. Autotrasmettitori. Sistema di sintonizzazione indipendente.

**BARCELLONA.** — Provvisoriamente cavi in duplice, estesi su relais e linee locali all'ufficio di città.

Futuro: Comunicazione in quadrupla duplice.

**Cavo Anzio-Barcellona:**

- 2 canali per traffico italo-inglese;
- 1 canale per traffico italo-spagnolo;
- 1 canale per traffico Italia-Sud America.

**Cavo Barcellona-Malaga:**

- 1 canale per traffico Catalogna-Americhe;
- 1 canale per traffico locale;
- 1 canale per traffico Italia-Sud America;
- 1 canale per traffico locale.

**MALAGA.** — Amplificatori, relais, rigeneratori in duplice.

**Canale A:** permanentemente diretto per traffico Italia Nord America.

**Canale B:** permanentemente su riperforatori per Sud America.

Trasmettitori automatici traffico Italia-Sud America ed addizionale Italia-Nord America, Spagna, Americhe.

**Due quadruple Baudot:** 2 settori Madrid, due settori Barcellona, 2 settori Siviglia, 2 settori Malaga città.

**HORTA.** — Amplificatori, relais, rigeneratori, cabloscillo-grafi locali su entrambi i canali in duplice, ritrasmissioni sul cavo caricato della Western Union dal 13 ottobre 1926 con tre canali stampanti.

**LAS PALMAS.** — Amplificatori quasi costantemente e relais e rigeneratori, altrimenti su cabloscillo-grafi locali, sempre in duplice. Autotrasmettitori sul cavo.

Trasmissione ad Hughes agli uffici di La Suz e di Las Palmas.

**S. VINCENZO CAPO VERDE e FERNANDO NORONHA.** — Amplificatori, relais, rigeneratori in duplice permanentemente inseriti. Piena e continua ritrasmissione automatica.

**RIO JANEIRO.** — Amplificatore, relais, rigeneratori o fra le sezioni del cavo o fra queste e le linee con la città. Autotrasmettitori e cabloscillo-grafi anche nelle linee per San Paolo e Santos.

**SAN PAOLO.** — Relais per la ritrasmissione a Santos. Autotrasmettitori e cabloscillo-grafi.

**SANTOS.** — Autotrasmettitori e Sifone.

**MONTEVIDEO.** — Amplificatore, relais, rigeneratore permanentemente inseriti tra il cavo fluviale ed il cavo per Rio.

Traffico per Uruguay e locale sullo altro cavo fluviale. Autotrasmettitori e cabloscillo-grafi locali.

**BUENOS AYRES.** — Autotrasmettitori e Sifone.

## SUL COLLEGAMENTO DEL NEUTRO A TERRA NEGLI IMPIANTI AD ALTA TENSIONE

□ □ □ □ □ □ □  
G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### PREMESSA.

Il problema della messa a terra del neutro negli impianti di trasmissione non è nato contemporaneamente al sorgere di questi: infatti nel periodo che va dal 1890 al 1910 raramente nella letteratura si trovano accenni alla pratica del collegamento a terra del neutro.

In quel periodo si annetteva la massima importanza al vantaggio permesso dall'isolamento del neutro di funzionare anche con una fase a terra, mentre si poneva a svantaggio della messa a terra del neutro la preoccupazione di frequenti corti circuiti, i quali, per la tecnica meno avanzata dei macchinari e apparecchi di manovra, erano temuti, forse, più delle sovratensioni.

Coll'estendersi delle reti e con l'elevarsi delle tensioni si notò che la « terra » su una fase provocava gravi perturbazioni e sollecitazioni, con guasti nel macchinario; mentre il temuto corto circuito raramente si evitava per il conseguente adescarsi di archi nelle fasi sane.

Nacque così il problema della messa a terra del neutro ne-

gli impianti ad alta tensione, dando luogo specialmente in quest'ultimo decennio a importanti lavori comparsi nella letteratura tecnica ed a vivaci discussioni.

La questione non appare tuttora definita: manca un orientamento deciso nelle pratiche applicazioni, regna una grande incertezza nel campo teorico.

## CAPITOLO I.

### Tendenze ed applicazioni pratiche.

Le tendenze pratiche appaiono diverse e più o meno decise da paese a paese.

Senza dubbio in America l'orientamento si mostra più netto che altrove e pertanto esaminiamo dapprima quanto è dato rilevare nella moderna letteratura americana.

Gli Autori americani sono quasi tutti concordi nell'ammettere che il collegamento a terra del neutro in maniera diretta apporti grandi benefici; i principali vantaggi che gli attribuiscono sono:

a) Fissare, nelle condizioni normali di esercizio, le tensioni contro terra a quelle stellate impresse dai generatori;  
b) Limitare le pericolose sovratensioni dovute all'arco intermittente a terra e proteggere le linee aeree dalle cariche statiche indotte;

c) Migliorare le condizioni di funzionamento dei relais di protezione;

d) Ridurre l'isolamento delle linee, dei cavi e degli apparecchi, con notevole beneficio economico.

Gli AA. americani asseriscono inoltre che i vantaggi di un funzionamento con neutro isolato sono, per le attuali grandi reti ad A. T., del tutto effimeri. Ricordiamo che tali vantaggi sono:

a) Possibilità di funzionare con una fase a terra, almeno per un certo tempo occorrente alla ricerca del guasto, senza creare gravi perturbazioni al servizio.

b) Possibilità di adottare trasformatori a triangolo con il vantaggio indiretto, usando trasformatori monofasi, di continuare l'esercizio a triangolo aperto o a V, in caso di guasto a una delle unità.

I tecnici americani dicono che tali vantaggi trovarono nei primi tempi, e con tutta probabilità continueranno a trovare, rispondenza nel pratico esercizio di reti molto piccole e bene isolate: ma poichè la messa a terra accidentale è assai raramente franca, le sovratensioni dovute all'arco intermittente resero ben presto illusorio il primo vantaggio appena le reti assunsero una certa estensione, e d'altra parte il secondo vantaggio, minore del primo, ha perduto sempre più della sua importanza mano che i servizi affidati alle linee di trasmissione di energia elettrica divennero più importanti e delicati e richiesero l'adozione di larghe e complete riserve.

Circa lo svantaggio, derivante dalla messa a terra franca del neutro, di frequenti e dannosi corti circuiti, essi osservano che la corrente di guasto a terra, nel caso sia a temersi per il suo eccessivo valore, può attenuarsi con opportuna resistenza e che nelle reti con neutro isolato, all'atto di « terre » accidentali, il corto circuito tra due fasi raramente si evita e più difficilmente si limita nel suo valore di corrente.

La messa a terra del neutro ha poi dei riflessi non trascurabili sulla coesistenza dei parallelismi con linee telegrafiche e telefoniche, ma gli AA. americani non mostrano di preoccuparsene molto, forse perchè non risentono forti opposizioni da parte delle Amministrazioni dei servizi di comunicazione. Alcuni di essi poi, senza peraltro entrare in dettagli di prove o calcoli, pongono in dubbio che le perturbazioni provocate all'atto di una messa a terra su reti isolate siano minori di quelle dovute agli impianti con neutro a terra.

Per quanto riguarda l'applicazione pratica del collegamento a terra del neutro, in America suol farsi una distinzione fra le reti che vengono alimentate con la stessa tensione dei generatori e gli impianti che trasmettono energia a tensione più alta di quella di generazione mediante l'interposizione di trasformatori. Distinzione viene anche fatta tra le reti sotterranee e quelle aeree, ma in parte queste suddivisioni si sovrappongono giacchè le reti alimentate direttamente dai generatori sono in maggioranza sotterranee mentre quelle ad alta ed altissima tensione sono aeree.

Statistiche recenti mostrano che degli impianti alimentati direttamente alla tensione generata, la maggioranza ha il neutro a terra attraverso una resistenza; alcuni sono con neutro isolato e pochissimi sono quelli con neutro francamente a

terra. Non risulta che alcun impianto abbia impiegato il collegamento induttivo. Il neutro isolato si riscontra specie nelle reti più giovani e relativamente poco estese e con tensioni minori. La pratica di usare resistenze nel collegamento del neutro a terra è derivata naturalmente dalla necessità di limitare le correnti di corto circuito, le quali possono essere particolarmente violente non essendo limitate dall'impedenza dei trasformatori e particolarmente dannose per la conservazione dei cavi sotterranei.

Per gli impianti invece alimentati a tensione più alta di quella di generazione e costituiti essenzialmente da linee aeree, le statistiche relative alla quasi totalità delle Società esercenti impianti elettrici mostrano che la pratica americana è in maggioranza per il collegamento franco del neutro dei trasformatori sul lato dell'alta tensione; che un minor numero di esempi è dato da impianti con neutro isolato, che poche sono le reti funzionanti con collegamento a terra attraverso una resistenza e pochissime quelle che usano il sistema a derivazione induttiva secondo i concetti di Petersen. In ogni modo i casi di messa a terra indiretta del neutro isolato sembrano riguardare le reti meno estese ed esercite a tensione non altissima.

Riassumendo quindi potremo dire che la tendenza è per la messa a terra franca del neutro in tutti quei casi in cui le forti correnti che hanno origine per c. c. all'atto di una messa a terra non siano particolarmente da temere; mentre le resistenze di limitazione si trovano essenzialmente nelle reti direttamente collegate ai generatori o costituite da cavi sotterranei.

Nel dimensionamento della resistenza di limitazione regnano tuttora le maggiori incertezze: il suo valore dovrebbe dipendere da una grande quantità di fattori, di cui è difficile valutare quantitativamente l'influenza. In ogni modo, gli AA. americani considerano come fondamentali al dimensionamento delle resistenze le seguenti finalità:

a) Sufficiente limitazione delle sovratensioni;

b) Attenuazione della corrente di corto circuito a valori ammissibili per la conservazione dei materiali e per le perturbazioni al servizio, specie per quanto riguarda l'uscita « fuori passo » dei motori sincroni;

c) Ottemperanza delle condizioni imposte per un sicuro funzionamento dei relais di protezione.

Essi asseriscono che per la limitazione delle sovratensioni e per il sicuro funzionamento dei relais, la resistenza al neutro dovrebbe essere quanto più piccola possibile; per la limitazione delle correnti di c. c. e l'uscita fuori passo dei motori sincroni converrebbe naturalmente che la resistenza fosse quanto mai elevata. Si tratta perciò di trovare una giusta via di mezzo atta a temperare gli opposti interessi e precisamente il limite superiore del valore della resistenza deve essere scelto con riguardo alla limitazione delle sovratensioni, il limite inferiore in relazione alle massime correnti di c. c. che si possono ammettere. Con riferimento a questo ultimo limite gli americani sogliono spesso nella loro pratica basarsi su un dato caratteristico definito dalla dizione « Volt per Ohm » e che rappresenta il rapporto tra la tensione di esercizio normale stellata e la resistenza del neutro. Esso evidentemente indica il valore massimo della corrente di terra, non limitato cioè nè dalla impedenza del generatore nè da quella degli altri organi interposti nel circuito. L'esame delle pratiche applicazioni eseguite da una gran quantità di compagnie esercenti impianti elettrici mostra che tale rapporto varia notevolmente da Società a Società: un valore medio, ma entro scarti notevoli, appare essere intorno a 2000. Definito così quello che potrebbe chiamarsi il limite inferiore della resistenza, sotto il quale cioè non si può scendere senza preoccupazioni di danni al materiale, secondo gli americani il valore della resistenza  $R$ , superando la quale potrebbero nascere timori per pericolose sovratensioni, è definito dalla relazione semiempirica

$$(I_a + 5 + 25 L_b) f \times R = K$$

dove  $L_a$  e  $L_b$  sono le lunghezze in miglia delle linee aeree e delle linee in cavo, elettricamente collegate nella rete,  $f$  la frequenza ed  $R$  la resistenza di tutto l'impianto di messa a terra;  $K$  è una costante caratteristica. La formula si basa sul concetto che per la limitazione della sovratensione la resistenza di terra dovrebbe assumere valori inversamente proporzionali alla corrente di capacità ed è semplificata dall'ammissione che la capacità unitaria è poco influenzata dalle dimensioni trasversali della linea aerea e che quella dei cavi è circa 25 volte maggiore della prima.



La costante  $K$  ha valori diversi a seconda che si tratta di sistemi alimentati direttamente alla tensione di generazione o a mezzo di trasformatori elevatori; la differenza nei valori di  $K$  è per tener conto, in certo modo, della maggiore o minore impedenza interposta nel circuito della corrente di terra.

Nell'esame dei valori che risultano dall'applicazione della formula a un certo numero di casi pratici già realizzati in esercizio, si notano forti variazioni per la costante  $K$ . Mediamente e a titolo di orientamento si può adottare per tale costante il valore  $10^6$  per linee alimentate direttamente dai generatori; ed un valore circa metà per sistemi che trasmettono a tensione superiore a quella di generazione.

Il valore pratico della resistenza da adottare dovrà pertanto essere compreso tra i due limiti, inferiore e superiore, calcolati nei due modi specificati. Gli scarti assai forti che si notano intorno ai valori medi indicati, sia per i « Volt per Ohm » che per la costante caratteristica  $K$ , mostrano che si è ancora nel campo di una grande incertezza e che taluni hanno dato maggior peso ai pericoli delle sovratensioni, altri a quelli delle sovracorrenti.

D'altra parte tali scarti sono anche giustificabili dalla considerazione che il dimensionamento della resistenza derivata al neutro deve dipendere da tanti altri fattori, di cui le formule pratiche indicate non tengono conto, come la potenza in kVA dei generatori, il numero dei punti di messa a terra, le condizioni locali per la massima corrente di c. c. ammissibile, il caso di reti alimentate in parte da centrali locali direttamente collegate e in parte da energia proveniente da stazioni lontane e che subisce almeno due trasformazioni. La resistenza stessa del contatto a terra nel punto di presa può avere spesso un valore non indifferente nel dimensionamento della resistenza di limitazione. Per tali ragioni qualche autore ritiene che più che al dato dei « Volt per Ohm » ci si debba riferire al rapporto tra la corrente di terra in caso di corto circuito e la corrente di pieno carico di tutti i generatori del sistema. Per tale valore il Dewey consiglia di adottare il rapporto unitario, con risultato che in molti casi si può notevolmente discostare da quello delle precedenti formule.

I tipi di resistenze praticamente più usati in America sono quelli a griglia di ferro; meno usate sono le resistenze ad acqua. Circa la capacità termica esse vengono proporzionate in maniera da poter sopportare la corrente massima di c. c. per un tempo che mediamente risulta di 45 secondi, nei quali viene raggiunto il limite ammissibile di temperatura, mediamente assunto in  $400^\circ$ . Se tali valori si possono ritenere come medi, pur tuttavia è dato riscontrare che alcuni adottano come limite di tempo per il raggiungimento della temperatura massima ammissibile il valore minimo di 10 secondi, altri il valore, che sembra un massimo, di 10 primi; per la temperatura massima alcuni pongono  $300^\circ$  altri  $600^\circ$ . Come si vede non pare si sia giunti ancora ad una « standardizzazione » di tali condizioni, che hanno enorme riflesso sul costo e ingombro, spesso elevatissimi, di tali resistenze, a causa della grande quantità di energia che esse sono chiamate a dissipare.

Un altro fattore da tenere presente è il numero dei punti di messa a terra; la pratica al riguardo sembra più decisamente orientata per il caso di reti alimentate direttamente dalle generatrici che non nel caso di reti ad alta ed altissima tensione. Per le prime si pone a terra un generatore per ogni centrale; per le seconde alcuni consigliano la messa a terra di uno o più trasformatori alla sola stazione di alimentazione, altri anche a una estremità ricevitrice, alcuni ancora a tutte le stazioni di trasformazione derivate. Naturalmente anche qui la mancanza di orientamento è derivata non solo dalla complessità del problema che, specie dal punto di vista delle sovratensioni sfugge finora ad analisi di carattere teorico, ma anche dalla influenza di condizioni locali tra cui specialmente la possibilità di maggiore o minore circolazione di correnti armoniche terze e la importanza delle perturbazioni da queste provocate in maniera permanente.

Nei casi in cui i trasformatori abbiano avvolgimenti collegati a triangolo o in casi particolari in cui si voglia creare un punto neutro ausiliario, viene usato un trasformatore di messa a terra connesso a zig-zag o a stella-triangolo di capacità adatta a sopportare la corrente di c. c. a terra.

Una sintesi circa le tendenze pratiche negli altri paesi riesce assai più difficile, perchè mancano lavori statistici sulle applicazioni realizzate, essendo meno deciso l'orientamento generale.

Tuttavia sembra che in Giappone per le reti alla tensione « standard » di 154.000 volt si tenda ad adottare il

collegamento a terra attraverso forti resistenze, allo scopo principale di limitare le perturbazioni sulle linee a correnti deboli. Ma il metodo non appare ancora sanzionato da dati di esercizio, specie per quanto riguarda i timori da alcuno affacciati circa la limitazione delle sovratensioni e la sicurezza di funzionamento dei relais.

La tendenza giapponese ora accennata appare però relativa alla sola rete a 154.000 Volt: per le altre reti risulterebbero indifferentemente adottati i diversi sistemi.

Uno sguardo generale alla letteratura tecnica europea di questi ultimi anni, la quale si presenta più ricca di lavori teorici specifici che non di relazioni pratiche riassuntive, ci porta a rilevare le seguenti osservazioni:

a) Le preoccupazioni sulle perturbazioni indotte dalle linee di energia sulle linee a corrente debole sono in Europa assai più sentite che in America, e maggiori si presentano i timori di dannose influenze che l'esercizio con il neutro a terra potrebbe far risentire sulle linee di telecomunicazioni.

b) In maggior numero che in America sono in Europa gli impianti che hanno adottato i sistemi di derivazione induttiva, secondo i noti brevetti di Petersen, Bauch, Jonas, Oerlikon, ecc., e la tendenza appare sviluppata specie in Germania e nei paesi Scandinavi. Alle pratiche applicazioni fanno anche riscontro numerosi lavori teorici e sperimentali sull'argomento.

c) Il problema della messa a terra diretta secondo la pratica americana comincia più che mai ora a diventare di grande importanza con lo svilupparsi delle altissime tensioni.

Con ciò si vuol dire, non che il problema non sia stato finora esaminato e prospettato, ma che in questi ultimi tre o quattro anni la letteratura tecnica ne tratta più diffusamente.

La necessità da qualcuno prevista di dover costruire a breve scadenza in Europa trasporti alle più alte tensioni attualmente di pratica applicazione e l'opinione che la messa a terra del neutro sia conveniente, dati i modesti coefficienti di sicurezza con cui si sanno ora costruire gli apparecchi e le macchine per detti impianti, hanno spinto i tecnici a porre sul tappeto in modo chiaro e deciso il problema del neutro francamente a terra. E ciò precipuamente allo scopo di vincere le opposizioni che sinora in quasi tutti i paesi le Amministrazioni Telegrafiche e Telefoniche hanno fatto alla messa a terra diretta del neutro e di eseguire in larga scala sulle reti attualmente esistenti serie esperienze di preparazione alla tecnica avvenire.

Invero la bobina Petersen, che tra i metodi a derivazione induttiva è quella che ha avuto le più larghe applicazioni, sembra non trovare efficace impiego per le più alte tensioni e per le più lunghe linee e non ha riscosso, per diverse ragioni più o meno fondate, generalità di consenso nemmeno per le reti attuali.

In alcune discussioni avvenute, specialmente in Germania, non mancano naturalmente i detrattori della messa a terra del neutro: però sul recente desiderio di iniziare sistematiche pratiche esperienze con il consenso dei tecnici delle correnti deboli l'accordo sembra generale.

## CAPITOLO II.

### Considerazioni generali.

Le incertezze che ancora regnano nel campo pratico trovano principalmente riscontro nella mancanza di sicure basi scientifiche e sperimentali.

In questo capitolo prenderemo rapidamente in esame i principali argomenti che hanno attinenza con la questione di cui ci occupiamo e ci essenzialmente per porre in rilievo i punti che ancora sembrano oscuri e i problemi che richiedono una soluzione.

§ 1. - **Sovratensioni.** — La pratica della messa a terra del neutro nelle sue varie forme è sorta specialmente per la protezione contro le dannose sovratensioni dovute agli archi intermittenti a terra; non manca però qualche tecnico che ritiene tale pratica atta a limitare le perturbazioni dovute alle sovratensioni in genere.

a) *Sovratensioni provocate da cariche deposte per contatto.* - Cariche statiche possono venire deposte su una rete aerea per contatto con corpi elettrizzati, quali la pioggia, la neve, la grandine, la sabbia, ecc. Per effetto di queste cariche una rete perfettamente isolata potrebbe assumere potenziali comunque. La messa a terra del neutro nelle sue di-

verse forme, diretta o indiretta, provoca il passaggio alla terra delle cariche statiche depositate e mantiene il potenziale medio della linea al valore di quello della terra. In realtà non sappiamo quanto siano dannose tali forme di sovratensioni e di conseguenza non sappiamo di quale importanza sia il beneficio arrecato dal neutro a terra.

*b) Sovratensioni di origine atmosferica.* - Se si esclude il caso di fulmine diretto, in cui viene completamente distrutta la parte di impianto direttamente colpita, le sovratensioni di origine atmosferica più temibili sono generalmente quelle dovute alla rapida scomparsa, in particolari condizioni, del campo elettrico investente la linea e provocato da una nube temporalesca.

E' evidente che una linea in presenza di una nube fortemente elettrizzata, si trova immersa nel campo elettrico da questa prodotto: talchè viene indotta in una porzione della linea nell'immediata vicinanza della nube una carica eteronima e nelle porzioni più lontane una carica omonima a quella posseduta dalla nube se la linea è isolata; se per contro la linea è messa a terra in un punto, le cariche omonime si disperdono a terra. Nel primo caso la carica totale separata sulla linea è evidentemente nulla e il potenziale indotto, a nube immobile, dovrà essere lo stesso in tutti i punti della linea ed uguale in valore a quello competente alla superficie equipotenziale passante per la linea di limitazione delle masse eteronime indotte; nel secondo caso invece la somma delle totali cariche rimaste sulla linea non è più nulla, e questa, per essere in contatto con la terra, dovrà forzatamente assumere un potenziale indotto nullo.

Conseguirebbe quindi un grande vantaggio per linee con neutro a terra, sia direttamente che indirettamente, rispetto a quelle isolate, se i potenziali così indotti staticamente dalle nubi temporalesche su queste ultime potessero assumere valori pericolosi.

Sta il fatto però che, salvo il caso rarissimo in cui la linea sia così corta da rimanere quasi per intero immersa nel campo elettrico prodotto dalla nube, i potenziali assunti per induzione dai sistemi isolati nella maniera anzidetta, sembrano essere in generale molto modesti. Del pari sono in generale modeste le sovratensioni prodotte dal passaggio lento di una nube nelle vicinanze di una linea perchè in questo caso le cariche separate per induzione si spostano lentamente per neutralizzarsi senza provocare oscillazioni pericolose.

Le sovratensioni pericolose sembrano apparire invece quando lo stato elettrico della nube si modifica bruscamente in conseguenza di una scarica tra questa nube e la terra o un'altra nube. In questo caso infatti le cariche accumulate sulla linea in vicinanza della nube rimangono libere ed elevano bruscamente il potenziale di questa parte ad un valore che può essere notevole in dipendenza della quantità di cariche separate e della capacità elettrostatica di filo sul quale esse si trovano. Ne consegue uno spostamento verso le porzioni di linee contigue, di tali cariche, le quali nel caso di sistema isolato da terra tendono a neutralizzare le cariche di nome opposto e danno luogo a onde mobili di sovratensioni che si propagano verso le due estremità della linea e generano delle oscillazioni più o meno rapidamente smorzate.

Un fenomeno pressochè analogo deve avvenire quando il neutro è a terra, salvo che in questo caso le onde di scarica hanno un fronte probabilmente più ripido a causa del fatto che le cariche preesistenti sulla linea erano dello stesso nome e quindi non potrà, all'atto della liberazione, avvenire alcuna neutralizzazione durante il tragitto dell'onda di scarica, sibbene un passaggio a terra di essa attraverso il collegamento con la terra.

Ad un primo esame sembra pertanto che le prime spire delle macchine siano più sollecitate nei sistemi con neutro a terra; non bisogna però dimenticare che in questo caso la durata delle sollecitazioni è minore, per essere le oscillazioni rapidissimamente decrescenti in ampiezza, in dipendenza del passaggio delle cariche alla terra attraverso il collegamento. Da altra parte appare noto che la sollecitazione di un isolante, specialmente solido, almeno entro certi limiti, dipende oltre che dalla grandezza dello sforzo anche dalla sua durata.

Per quanto riguarda la sollecitazione contro terra sembra che l'impianto con neutro in comunicazione col suolo si trovi in migliori condizioni di quello isolato. Invero le osservazioni più recenti hanno mostrato che le scariche atmosferiche sono aperiodiche o per lo meno così rapidamente smorzate da poter ritenere trascurabile la seconda alternanza rispetto alla prima, e in ogni caso sono multiple, cioè si ripetono a piccolissimi in-

tervalli di tempo assai regolarmente spaziate. Si comprende allora come le oscillazioni cui si è accennato in precedenza, riproducendosi ad ogni scarica, possano in particolari condizioni produrre, per una specie di risonanza, degli accrescimenti delle sovratensioni. Con neutro a terra questi accrescimenti saranno evidentemente minori a causa del più rapido smorzamento delle oscillazioni naturali.

Le sovratensioni originate da fenomeni atmosferici raggiungono dei valori indipendenti dalle tensioni della linea e sono quindi tanto più temibili quanto più basse sono le tensioni di esercizio; mentre se gli impianti sono alimentati con alte tensioni, specialmente al disopra di 100 kV, tali sovratensioni sono meno preoccupanti a causa del maggiore isolamento di tutto il sistema. Comunque il limite delle sovratensioni non potrà superare in ogni caso il valore della tensione di accensione dell'arco superficiale degli isolatori, perchè appena raggiunto tale limite l'arco s'innescerà e convoglierà a terra le cariche che mantenevano la sovratensione. A seguito di questo arco però si produrrà, per raggiungere il nuovo regime dei potenziali, una nuova serie di oscillazioni di tensione atte generalmente a provocare nuove sovratensioni: e qui più che mai sembra che il neutro a terra faccia sentire i suoi benefici effetti per la costante azione che tale sistema esplica nello smorzare più rapidamente le oscillazioni.

*c) Sovratensioni dovute all'arco intermittente a terra.* - Come abbiamo già accennato sono queste le sovratensioni per opporsi alle quali, in ispecial modo, è stato concepito ed attuato il collegamento franco del neutro a terra e, in un secondo tempo, il collegamento induttivo nella ideazione di Petersen.

In una rete con il neutro perfettamente isolato dal suolo i potenziali dei diversi fili verso terra non sono legati alle tensioni stellate corrispondenti, ma dipendono anche dalle capacità e dispersioni dei conduttori verso terra: tali potenziali contro terra possono, in dipendenza di cariche preesistenti o indotte, sopraelevarsi di una quantità costante. Non vogliamo qui parlare degli squilibri che nelle tensioni nascono a causa delle normali dissimmetrie delle costanti di linea, squilibri che si verificano nell'esercizio continuativo e che per il loro valore non possono considerarsi come temibili sovratensioni; accenneremo soltanto alla condizione limite di tale dissimmetria nelle capacità e dispersioni, che si manifesta accidentalmente in occasione della messa a terra di una fase.

A seconda della resistenza di tale contatto con la terra, i potenziali dei fili, supposto il fenomeno a regime, assumeranno contro terra una certa distribuzione. Essa si può in ogni caso determinare senza difficoltà, calcolando la tensione che assume il punto neutro in dipendenza della condizione che la somma delle correnti di capacità e dispersione dei tre fili erogate dal generatore deve essere nulla all'origine della linea: in altre parole, in dipendenza della condizione di impossibilità da parte della macchina di generare corrente di sequenza zero. Nel caso più semplice che la resistenza del contatto a terra sia trascurabile, i due fili sani assumono verso terra tensioni che, a parte le cadute, non differiscono dai potenziali concatenati e il filo a terra assume il potenziale nullo. In ogni caso è facile determinare e calcolare anche la corrente che attraversa il contatto a terra. Per le attuali reti normali, specie aeree, tale corrente non assume valori dannosi o pericolosi per l'esercizio; onde, considerato il fenomeno al suo stato di regime, è facile rendersi ragione della preferenza che si aveva per l'esercizio delle reti a neutro isolato nei primi tempi quando si pensava che bastasse proporzionare l'apparecchiatura alla tensione concatenata per poter continuare il servizio anche con una fase a terra per un tempo indeterminato. E in realtà, come abbiamo detto già altra volta, i vantaggi sperati si sono verificati finchè le reti rimasero di modeste proporzioni e tensioni. Se non è difficile determinare le tensioni contro terra dei tre fili nei due stati di regime, l'uno con le tre fasi isolate, l'altro con una fase a terra, non ugualmente facile riesce l'esame del periodo transitorio di passaggio da una distribuzione di tensioni all'altra. La modificazione dei potenziali deve avvenire, secondo la concezione comune dei fenomeni transienti, a mezzo di onde di scarica e di carica atte a ristabilire il nuovo regime; riflettendosi però tali onde parzialmente o totalmente, a seconda delle condizioni dei circuiti, esse danno luogo a oscillazioni generali della rete intorno al regime stazionario finale, al quale il sistema giunge dopo un certo tempo più o meno lungo in dipendenza del più o meno energico smorzamento delle onde stesse. A tali oscillazioni generali per tutta la rete si sovrappongono oscillazioni locali dovute alle riflessioni parziali.

La teoria semplificata per il caso di contatto a terra franco,

in condizioni di riflessioni totali e di smorzamento nullo, mostra che la sovratensione più alta si raggiunge quando il filo tocca la terra nell'istante in cui la sua tensione verso terra è massima. In tal caso tale sovratensione massima, per sistemi simmetrici, assume il valore 2,5 E, cioè supera di circa il 45 % quella competente al periodo stazionario finale. Allorché poi il contatto a terra del filo cessa, la nuova modificazione dei potenziali si può concepire ancora verificarsi con analogo meccanismo di onde di carica e di scarica, che riflettendosi ai punti caratteristici danno luogo a sovratensioni e quindi a nuove sollecitazioni anormali dell'isolamento di tutta la rete verso terra e di una spirale degli avvolgimenti verso la contigua.

Le condizioni poi sono in pratica generalmente peggiorate dal fatto che il contatto a terra non è franco, ma avviene nella maggioranza dei casi attraverso un arco che, innescatosi per sollecitazioni anormali di qualsiasi genere o per la presenza di qualche punto di deficiente isolamento, si mantiene alimentato dalla corrente di capacità e di dispersione delle fasi sane. E le condizioni sono peggiorate non solo per la frequente ripetizione delle sollecitazioni agli isolanti, ma anche e più per il fatto che tali sollecitazioni vengono ad assumere valori maggiori in dipendenza delle caratteristiche dell'arco.

Il fenomeno è molto complesso, perché molto complessa è la legge di variazione della resistenza apparente dell'arco, in funzione della corrente che lo attraversa e della frequenza di oscillazione di questa, nonché delle condizioni di ambiente in cui l'arco stesso si sviluppa. Invero l'arco nell'aria, mantenuto da corrente continua o a bassa frequenza, si presenta come un conduttore di terza classe o a resistenza negativa: in altri termini la caduta di potenziale ai suoi capi diminuisce con l'aumentare della corrente. Tale proprietà si muta se la corrente che percorre l'arco è di alta frequenza: infatti, se la corrente varia rapidamente, essa raggiunge il suo minimo valore quando il potenziale non ha ancora raggiunto il suo massimo. Per variazioni rapide si nota cioè un ritardo che aumenta con l'aumentare della frequenza; di modo che si può dire che la caratteristica transiente o dinamica dell'arco è diversa dalla caratteristica permanente o statica.

Una teoria delle sovratensioni che nascono per l'arco intermittente a terra dovrebbe tenere conto del comportamento dell'arco in tutta la sua complessità e considerare in corrispondenza di ogni variazione così derivante nelle costanti della rete verso terra il fenomeno transiente che scaturisce dalle onde di carica e di scarica necessarie alla modificazione del regime dei potenziali. Stabilire una teoria matematica che rispecchi il fenomeno nella sua reale complessità non è cosa agevole né forse possibile allo stato attuale delle conoscenze, specie nei riguardi del comportamento dell'arco: neppure cosa agevole è controllare il fenomeno a seguito di una serie sistematica di prove pratiche per il pericolo di danni agli impianti. D'altronde il laboratorio non può riprodurre fedelmente le condizioni delle linee industriali comuni. Per tali ragioni allo stato attuale manca ancora la piena conoscenza del complesso fenomeno; le teorie che si possiedono sono tutte semplificate, specialmente dalla sostituzione dell'arco con un interruttore che si suppone in derivazione tra un filo e la terra, per chiudersi all'atto dell'innescarsi dell'arco ed aprirsi all'atto dello spegnimento. Con ciò si suppone che l'arco, una volta acceso, mantenga la sua resistenza costante ed uguale a zero per passare bruscamente ad avere una resistenza infinita, per tutto il periodo che rimane spento.

Le teorie più accreditate sono tre: tutte e tre, oltre alla ammissione precedente, si basano sulla ipotesi che l'arco si accenda quando la tensione è massima nei suoi diversi valori che, durante il transiente, raggiunge e si spenga quando la corrente passa per il suo valore momentaneo zero. Esse suppongono ancora che l'arco sia mantenuto dalla sola corrente di capacità a terra, la quale, com'è noto, nei sistemi trifasi di cui ci occupiamo risulta in quadratura con il potenziale impresso al filo a terra; considerano ancora le linee perfettamente simmetriche.

Una prima teoria suppone che l'arco si accenda e si spenga sincronicamente con la frequenza della tensione impressa dalle macchine industriali, suppone cioè che nelle oscillazioni di alta frequenza che si verificano all'atto della messa a terra nel meccanismo delle onde di scarica e di carica, l'arco non si spenga, a causa della sua caratteristica dinamica. In tutto il circuito in oscillazione, per l'ipotesi fatta, manca allora il conduttore di terza classe a resistenza negativa e, in dipendenza della selfinduzione capacità e resistenza uniformemente distribuite nel circuito, le oscillazioni, naturalmente di forma molto

complessa, risulteranno rapidamente smorzate. L'arco si spegnerà quindi allorché la corrente passerà per il valore zero: in questo momento il potenziale contro terra dei fili sani presenta un valore maggiore di quello competente al regime iniziale. Si troveranno perciò su questi fili immagazzinate delle cariche supplementari, che andranno a sopraelevare ugualmente il potenziale dei tre fili contro terra, sempre a seguito di oscillazioni rapidamente smorzate. A queste tensioni costanti contro terra si sovrapporranno le oscillazioni forzate impresse dalle macchine e perciò i potenziali contro terra delle tre fasi si troveranno in un regime diverso da quello primitivo, ma sempre permesso dalla condizione dell'isolamento dei tre fili. Si può facilmente seguire il fenomeno nella successione delle accensioni e degli spegnimenti; per una rete trifase simmetrica, con le condizioni poste, i fili sani raggiungono verso terra la tensione massima di 3,5 volte la tensione stellata e il filo che intermittenemente è a terra la tensione massima 2 E. Tali tensioni già si manifestano alla seconda riaccensione, per ripetersi poi periodicamente per tutta la durata dell'arco intermittente.

Una seconda teoria è quella che si fonda sul fatto che l'interruttore sostituito l'arco sia chiuso sincronicamente con la frequenza industriale al verificarsi della massima tensione di ogni ciclo e sia aperto appena praticamente smorzato il treno di oscillazioni di alta frequenza immediatamente seguente la messa a terra. Si suppone cioè che l'arco si mantenga durante le oscillazioni ad alta frequenza, ma si spenga alla fine di queste perché la corrente industriale in quadratura con la tensione, ancora molto prossima al valore massimo, ha grandezza così limitata da non poter mantenere l'arco. Svolgendo la teoria non è difficile vedere che le tensioni massime, che si verificano alla chiusura e apertura dell'interruttore sostituito l'arco, tendono rapidamente ad un limite che per un sistema trifase simmetrico è 7,5 volte la tensione stellata per i fili sani e 6 volte la stessa tensione per il filo intermittenemente a terra.

Una terza teoria è quella che suppone che le accensioni e gli spegnimenti dell'arco seguano sincronicamente le oscillazioni di alta frequenza. In base alle ipotesi ammesse, le tensioni in questo caso dovrebbero assumere valori sempre crescenti, senza alcun limite definito, come avviene di fatto in un circuito oscillante alimentato da una f.e.m. in cui è inserito uno speciale conduttore di terza classe con resistenza variabile bruscamente dal valore zero (interruttore chiuso) al valore infinito (interruttore aperto).

Come si vede le tre teorie, ora assai brevemente ricordate, si basano sugli stessi presupposti semplificativi, ma giungono a risultati discordanti, per diverse ipotesi sul comportamento dell'arco.

La prima teoria appare, almeno per i casi più comuni e allo stato attuale delle conoscenze, la più attendibile ed ha trovato parziale conferma in alcune esperienze di laboratorio eseguite in America dai Sigg. Peters e Slepian. Infatti per le alte frequenze che si verificano nelle oscillazioni naturali dovute alle onde di carica e scarica sembra che l'arco non segua le alternanze di corrente, ma rimanga acceso per tutta la durata del treno di oscillazioni. E' noto invero come si debbano adottare speciali dispositivi per ottenere l'arco oscillante ad alta frequenza, là dove occorre come nel convertitore Poulsen. Mantenutosi l'arco durante il periodo transiente, la prima teoria ammette che esso rimanga acceso, alimentato dalla corrente di capacità a terra di frequenza industriale; la seconda teoria si basa invece sul concetto che tale corrente è prossima al suo valore zero e insufficiente ad alimentare l'arco.

A questa seconda teoria si può obiettare che appena spentosi l'arco le condizioni della tensione dovrebbero essere tali da riaccenderlo, onde sembra logico, in via generale, di fronte alla prima e seconda teoria, ammettere che l'arco si accenda, definitivamente alimentato dalla corrente di frequenza normale, di cui seguirà le alternanze, dopo una serie di treni di oscillazioni consecutivi dovuti a consecutive accensioni e spegnimenti. In particolari condizioni di piccolo smorzamento e di ambiente ionizzato basterà un treno di oscillazioni ad alta frequenza per far sì che la corrente di bassa frequenza abbia assunto quel valore necessario a mantenere l'arco: in tal caso troverà rispondenza la prima teoria.

Alla terza teoria si può soprattutto obiettare che l'arco normale non sembra, come abbiamo già accennato, poter seguire con i suoi spegnimenti e le sue accensioni le oscillazioni della corrente ad alta frequenza. La sostituzione dell'arco con un interruttore appare troppo semplicista nelle prime teorie; nella terza sembra addirittura inesatta e poco convincente.

Scaturisce da ciò il desiderio, da noi già espresso, di una teoria che tenga realmente conto delle caratteristiche dell'arco come conduttore di terza classe a caratteristica dinamica e statica diverse. C. P. Steinmetz in uno dei suoi ultimi lavori tracciò le basi di una trattazione analitica riguardante i circuiti oscillanti che contengono conduttori di terza classe. Alla luce di questa teoria, come del resto doveva aspettarsi fisicamente, si vede come le ampiezze delle oscillazioni non vanno crescendo costantemente in progresso di tempo ma raggiungono un limite stazionario di ampiezza costante con l'annullarsi del fattore di smorzamento, ciò che si ha quando la resistenza negativa dovuta all'arco uguaglia in valore la resistenza ohmica equivalente del circuito oscillante. La teoria analitica è stata però dallo Steinmetz limitata ad un caso molto semplice di circuito e non ci risulta che essa sia stata applicata al caso di una rete trifase. Tale estensione, che soddisferebbe il desiderio da noi sopra formulato, si presenta come uno dei più difficili problemi della fisica matematica e di incerta, e forse impossibile, applicazione numerica a casi pratici per la grande variabilità delle caratteristiche, poco conosciute, dell'arco da caso a caso, in dipendenza delle diverse variabili che presiedono al comportamento dell'arco stesso. Pur tuttavia, per essa, si intuisce senz'altro che nei diversi fili del sistema possono raggiungersi potenziali che non sono in relazione costante con la tensione stellata di esercizio, ma dipendono, anche e specialmente, dalla natura dell'arco e dalle costanti della linea.

Tale teoria potrebbe forse liberarci di molte tra le ipotesi troppo semplificative e darci ragione del fatto fondamentale, ormai sanzionato dalla pratica, che le sovratensioni derivanti dall'arco intermittente a terra sembrano strettamente dipendere dal valore della corrente di capacità a terra.

Finora abbiamo esaminato quanto riguarda i sistemi a neutro isolato: la messa a terra del neutro, nell'esame dei fenomeni transienti derivanti dall'arco a terra, complica evidentemente il problema. Manca tuttora, almeno nell'ambito delle nostre conoscenze, una teoria anche semplificata del fenomeno, per cui appare chiaro che gli americani hanno praticato la messa a terra franca del neutro spinti più dalla conoscenza dei fenomeni stazionari e dalla intuizione che le sovratensioni dovessero venir limitate, che non da logiche deduzioni di carattere teorico.

Pur tuttavia l'intuizione non appare infondata se si pone mente alle considerazioni che seguono:

1) le cariche statiche residue, dopo ogni intermittenza dell'arco, si disperdono alla terra attraverso il collegamento del neutro e risultano perciò limitate le sovratensioni nei periodi successivi.

2) la fase della corrente che alimenta l'arco non risulta più in quadratura in anticipo con la tensione del filo malato ma spostata di un certo angolo, generalmente in ritardo in dipendenza della fase e grandezza della corrente di corto circuito che si sovrappone a quella di capacità. Questa, per altro, deve risultare diminuita di fronte a quella erogata dalle fasi sane, per la nuova via parallela che il collegamento del neutro presenta. Per conseguenza le sovratensioni risultano attenuate, perchè il carattere oscillatorio dell'arco sarà molto diminuito: basterà pensare che all'atto di ogni spegnimento la energia elettrostatica immagazzinata è minore che non nel caso di corrente d'arco in quadratura.

3) la frequenza delle oscillazioni naturali nel circuito del filo a terra è certamente più elevata che nel caso a neutro isolato, perchè qui l'oscillazione avviene sempre per mezza onda, anzichè per quarto di onda; negli altri due fili, i quali d'altra parte per quanto sopra si è detto sono meno perturbati, la frequenza delle oscillazioni è pure maggiore. Ne risulta che tutte le oscillazioni, in questo caso, sono costituite di treni più rapidamente smorzati.

Quanto ora abbiamo detto può ripetersi, con dovute considerazioni, per il caso che il neutro sia a terra attraverso ad una resistenza: sotto il riguardo delle sovratensioni questo caso appare presentarsi come un « quid medium » tra il neutro isolato e il neutro francamente a terra.

Tanto più bassa sarà la resistenza, tanto più le condizioni saranno simili a quelle che scaturiscono dal collegamento diretto; è da tener presente però, nell'esame della messa a terra del neutro come mezzo protettivo per le sovratensioni, che la resistenza intercalata è sorta, almeno nel concetto degli americani, per la necessità di limitare le sovracorrenti di corto circuito. In ogni modo, nei riguardi delle sovratensioni, appare che la resistenza debba far risentire notevolmente la sua in-

fluenza per la variazione di fase che essa provoca per la corrente di arco.

Quanto alla bobina Petersen, che può considerarsi come il prototipo dei dispositivi a derivazione induttiva, si può dire senz'altro che dal punto di vista teorico essa si presenta come il sistema più razionale. Infatti essa dovrebbe permettere l'immediato spegnimento dell'arco intermittente a terra, comunque formatosi, esercitando così azione preventiva se trattasi di arco formatosi accidentalmente in ambiente di dielettrico autocicatizzante e la cui persistenza genererebbe anche qui sovratensioni pericolose. In mancanza di una teoria esatta e alla stregua delle osservazioni fatte potremo dire che la propagazione e la riflessione delle onde di carica e di scarica avviene in maniera non dissimile di quella relativa ai sistemi con neutro isolato, ma le sovratensioni appaiono qui più limitate in dipendenza della fase della corrente di arco, che, per essere prossima a zero, è particolarmente favorevole a limitare le oscillazioni seguenti lo spegnimento. Per ciò il dispositivo di Petersen dovrebbe ancora permettere, di seguito allo spegnimento dell'arco a terra, il ripristinamento graduale dei potenziali di linea, con che si eviterebbero bruschi cambiamenti di regime e quindi pericoli di sovratensioni. Invece la bobina Petersen nella sua concezione originale ha dato luogo ad alcuni inconvenienti. Ogni dissimmetria delle ammettenze della linea contro terra ha per effetto di generare uno squilibrio delle tensioni nelle condizioni normali di esercizio e creare quindi un pericolo permanente per l'isolamento della rete. Inoltre si possono verificare sovratensioni per risonanza, assai pericolose in particolari casi di condizione dei circuiti che possono crearsi alla rottura di fili o per imperfetta chiusura o apertura degli interruttori di manovra. Per attenuare il primo inconveniente sono state ideate alcune modificazioni, consistenti principalmente nella bobina dissonante di Jonas e nella bobina smorzante Oerlikon; per limitare i pericoli derivanti dalle sovratensioni per risonanza vennero impiegate le bobine a ferro più o meno saturato e studiate quelle con capacità derivata secondo il concetto di Yasusi Watanabe. Circa l'applicabilità del dispositivo nei casi pratici possiamo dire che esso per linee piccole e medie, alimentate con tensioni moderate, sembra potersi applicare con efficacia. Per linee di grande lunghezza ed alimentate con tensioni elevate il sistema non appare invece sempre efficace, potendo la corrente residua per alcuni o tutti i punti di messa a terra in un ciclo completo di guasti assumere, anche nel caso di perfetta risonanza, valori tali per cui l'arco viene mantenuto. Oltre un certo limite di lunghezza e di tensione sembra ozioso parlare di impiego del sistema Petersen, specie perchè in questi casi, data la grande capacità del sistema, la selfinduzione di linea e di macchina potrà già essere tale da assicurare o superare la condizione di risonanza: il collegamento a terra franco appare allora, anche considerato come limite di questo dispositivo, il metodo più razionale di protezione dei grandi sistemi di trasmissione.

d) *Sovratensioni dovute alle inserzioni e disinserzioni.* — Sono come è noto le sovratensioni che nascono all'atto dell'inserzione a piena tensione di una linea o di una macchina e alla disinserzione di queste dal circuito di lavoro, in corrispondenza di un valore finito della corrente. Tali sovratensioni sono provocate dalle oscillazioni delle onde di carica e di scarica e sono in generale poco temibili, in quanto all'atto dell'inserzione la sovratensione teoricamente potrebbe raggiungere al massimo il valore doppio della tensione di esercizio, e all'atto dell'apertura raramente essa si verifica per la proprietà ben nota degli interruttori in olio di aprire i circuiti al passaggio della corrente alternata per lo zero. Il fenomeno può essere notevolmente aggravato dalla riflessione di queste onde nei punti singolari e in casi particolarmente sfavorevoli le sovratensioni possono essere esaltate fino a produrre scariche distruttive; la mancanza di simultaneità nel funzionamento degli interruttori, come pure la potenza e la saturazione dei motori e trasformatori derivati dal circuito sono fattori che sembrano far risentire la loro complessa influenza sul fenomeno.

Il collegamento a terra del neutro nelle sue diverse forme, salvo la conseguente modificazione della frequenza delle oscillazioni e quindi del loro smorzamento, non sembra portare un sensibile beneficio per questa specie di sovratensioni, per le quali la tecnica si è già orientata verso altri mezzi di protezione (resistenze di inserzione agli interruttori).

e) *Sovratensioni dovute a fenomeni di risonanza.* — Una linea con costanti ripartite in modo uniforme può oscillare naturalmente per una serie infinita di frequenze multiple di una fondamentale secondo i numeri dispari o pari dipendentemente dall'essere la linea aperta o chiusa alle due estremità. Una



linea industriale potrebbe considerarsi come tale, se si facesse astrazione dalla inevitabile presenza di costanti concentrate (macchine, apparecchi di protezione e manovra, ecc.). Ne consegue quindi che per le tensioni industriali, le quali non sono mai prive di armoniche superiori, possono facilmente presentarsi fenomeni di risonanza. Essi però, salvo il caso in cui tale risonanza non si verifichi per la oscillazione fondamentale naturale del sistema, non sono molto temibili a causa dell'energico smorzamento delle oscillazioni di frequenza superiore. Se per avventura però si verifica la risonanza dell'armonica fondamentale di tensione o di una delle sue armoniche superiori con l'onda fondamentale naturale delle oscillazioni del sistema, le sovratensioni allora possono raggiungere valori del tutto impreveduti aventi, come è noto, per limite l'infinito se la resistenza equivalente del circuito ha per limite lo zero. La presenza delle costanti concentrate complica inevitabilmente il fenomeno introducendo nuove oscillazioni naturali, diverse da quelle della serie competente alla linea con costanti uniformemente distribuite. La messa a terra del neutro, franca o attraverso una resistenza, non sembra apportare grande beneficio, se si vuol trascurare il fatto che tale collegamento provoca un aumento della frequenza fondamentale naturale di oscillazione e quindi una lieve diminuzione di tal genere di sovratensioni.

Per quanto riguarda invece i dispositivi a derivazione induttiva, essi, come tutte le selfinduzioni concentrate, sembrano presentarsi fonti di giuste preoccupazioni per l'originarsi di sovratensioni di tal natura.

In ogni modo con le ordinarie reattanze di capacità e induzione di cui sogliono essere affette le linee industriali e le macchine in esse inserite, la risonanza per la frequenza fondamentale raramente si manifesta in pratica, onde il pericolo non appare eccessivo se la curva dell'onda della f. e. m. non si discosta in maniera sensibile da quella sinusoidale.

\*

Non vogliamo più oltre dilungarci nella disamina di altri fenomeni di sovratensione che si presentano nel pratico esercizio: lo scopo della nostra rassegna è stato solo quello di mostrare quali incertezze regnano ancora sulla conoscenza dell'azione che il collegamento del neutro a terra esercita sui fenomeni di sovratensioni più comuni e più preoccupanti. Di porre in rilievo cioè come allo stato attuale, in cui le tendenze verso forme particolari di collegamento a terra sembrano in alcuni paesi affermarsi solidamente, manchi ancora la piena conoscenza teorica della funzione di tal sistema di protezione, anche per le gravi sovratensioni derivanti dall'arco intermittente a terra.

Sentito, perciò, è il bisogno di possedere in grande copia dati sperimentali su impianti in esercizio: a tal riguardo le maggiori speranze sono attualmente fondate sull'esteso e continuativo impiego del clidonografo e dell'oscillografo a raggi catodici. I dati che scaturiranno dalle ricerche sperimentali a mezzo di questi moderni apparecchi potranno forse svelarci molti dei misteri che ancora avvolgono tanta parte dei fenomeni delle sovratensioni. I tecnici americani si sono già arditamente messi su questa strada: occorre che tale pratica diventi generale.

**§ 2. Sovracorrenti.** — Un problema intimamente connesso con l'argomento generale che ci occupa è quello della determinazione delle correnti di guasto a terra: particolarmente sembra interessare la tecnica moderna il calcolo delle correnti di corto circuito monofasi in impianti con neutro a terra.

Per impianti con neutro isolato la determinazione suol essere semplificata con il portare in conto le sole ammettenze di capacità dei fili sani verso terra; l'approssimazione derivante sembra in genere essere sufficiente e il problema perciò non presenta particolari difficoltà o incertezze.

Nel calcolo invece delle correnti di corto circuito a terra, in impianti con neutro collegato al suolo occorre tener conto delle impedenze apparenti che le macchine e le linee offrono al passaggio di tali correnti monofasi (correnti di sequenza zero) e che sono naturalmente ben diverse da quelle apparenti relative alle correnti trifasi simmetriche. La difficoltà del problema non risiede tanto nella impostazione e laboriosità dei calcoli delle correnti, che per altro trovano semplificazione nel metodo delle coordinate simmetriche, quanto nella determinazione di tali impedenze apparenti alle correnti di sequenza zero.

Per impianti con neutro collegato al suolo il calcolo delle correnti di corto circuito a terra si presenta assai più complesso specie in dipendenza della determinazione delle impedenze apparenti che le linee e le macchine presentano alle effettive correnti squilibrate: la complicazione e la laboriosità dei calcoli

può inoltre notevolmente accentuarsi in caso di reti complesse con neutro a terra in più punti.

Il metodo delle coordinate simmetriche si presenta qui di grande ausilio, semplificando la concezione e l'impostazione dei calcoli; tuttavia la determinazione analitica esatta delle impedenze apparenti offerte alle correnti di sequenza zero non è sempre possibile a causa della presenza della terra come conduttore ausiliario di ritorno per la linea e della saturazione del ferro per le macchine e per i cavi armati. Perciò solamente le esperienze eseguite su larga scala permetteranno di conoscere i valori da introdurre nei calcoli preventivi o di verifica, i quali calcoli appaiono di somma importanza sotto molti riflessi, specie per le induzioni, e sono della massima delicatezza perchè qui alcuni fattori (come ad es. la corda di terra, i diversi tipi di collegamento magnetico ed elettrico dei trasformatori, ecc.) fanno risentire una influenza marcatissima sul valore delle impedenze e di riflesso sulla entità delle correnti e sulla distribuzione di queste nei diversi tronchi del circuito.

Sin qui abbiamo voluto accennare al fenomeno di corti circuiti a regime; maggiori complicazioni evidentemente si introducono nell'esame del fenomeno transiente, complicato ancora dal diverso valore di impedenza che le macchine debbono presentare a simili brusche variazioni nell'andamento delle correnti. Su questo ultimo argomento le conoscenze sono ancora più modeste e più forte si fa sentire il desiderio di accurate e sistematiche esperienze.

**§ 3. - Relais di protezione.** — Un altro vantaggio proclamato dai fautori del collegamento a terra è il miglioramento delle condizioni di funzionamento dei relais; qualcuno anzi nella letteratura tecnica sostiene che questo debba ritenersi il principale vantaggio dell'esercizio con neutro a terra franco o con piccola resistenza.

L'argomento è come tutti gli altri assai vasto e possiamo appena sfiorarlo con uno sguardo riassuntivo; anche esso come tutti gli altri risente l'influenza del progresso della tecnica.

Nei primi tempi i relais conosciuti e comunemente adottati erano solo quelli a « massima corrente » nelle loro svariate forme nei riguardi della costruzione e del legame tra intensità di corrente e tempo; la funzione della messa a terra del neutro allora era addirittura quella di permettere la selezione della conduttura guasta con lo scatto dell'interruttore relativo e il vantaggio era certamente notevole. Infatti la corrente di capacità a terra, anche in una vasta rete di cavi funzionante a neutro isolato, ben di rado raggiunge un valore tale da poter azionare sicuramente i relais di massima corrente, superando il valore di taratura di ogni singola linea; d'altra parte la corrente di capacità generalmente si compone con la corrente di carico ma il valore risultante non è di molto aumentato, per il gioco delle fasi, in quadratura in anticipo per la corrente di terra e in ritardo di un certo angolo per la corrente di erogazione industriale.

La concezione più moderna è invece decisamente rivolta alla adozione di relais selettivi. La funzione del neutro a terra si restringe allora a quella di migliorare il funzionamento di particolari relais (relais a corrente di terra, amperometrici puri, wattometrici, ecc.), in particolari condizioni di impianto (linee e macchine non collegate metallicamente con altre linee, reti aeree di piccola estensione, ecc.).

Si sanno attualmente concepire relais sensibili alle più piccole correnti di terra e relais che permettono anche la protezione di linee funzionanti indipendentemente e che perciò non presentano agli estremi alcuna corrente di sequenza zero. La tecnica specifica è poi sulla via di un continuo miglioramento, per cui il collegamento a terra del neutro ha perduto al riguardo la massima parte della sua importanza; anzi dovremo dire che l'attuale possibilità di adozione di relais selettivi, rapidissimi e sicuri per guasti a terra, ha indotto alcuni a formulare la previsione che la tecnica delle grandi trasmissioni del domani si orienterà per l'esercizio a neutro isolato.

Abbiamo detto che il collegamento a terra del neutro ha perduto la massima parte della sua importanza nei riguardi del problema dei relais, ma non l'ha perduta completamente perchè senza dubbio il neutro a terra permette l'adozione di relais selettivi di terra più semplici, più economici e più sicuri.

Sull'uso di tali relais, di cui le applicazioni pratiche sembrano ogni giorno più estendersi, non tutti i tecnici sono d'accordo: la rapidità della loro azione che per i fautori rappresenta il pregio principale e determinante, è da altri considerata uno svantaggio nei riguardi della continuità dell'esercizio. Questi ultimi asseriscono che nell'esercizio con neutro a terra e prote-

zione a relais di massima coi comuni ritardi è dato spesso osservare agli indicatori delle « messe a terra » le quali rapidamente scompaiono senza tracce e senza perturbazioni. Tali terre « evanescenti » con relais rapidi provocherebbero invece interruzioni al servizio. Come si vede è una questione di « temporizzazione » sulla quale i tecnici potranno certamente intendersi quando saranno meglio conosciuti i fenomeni transienti di sovracorrente e sovratensione.

Quanto abbiamo sinora detto vale per il collegamento franco o attraverso piccola resistenza: una grande resistenza avvicina le condizioni dell'impianto a quelle relative al neutro isolato.

La distribuzione delle correnti che si ha con l'uso della bobina di Petersen non è particolarmente favorevole al problema dei relais; in ogni modo le preoccupazioni non sembrano mai eccessive, dato che, in maniera più o meno semplice ed economica, la possibilità di scelta della protezione appare attualmente assicurata.

**§ 4. - Influenza sulle linee a deboli correnti.** — Il collegamento a terra del neutro presenta riflessi spesso importantissimi sulle condizioni di pratica coesistenza degli impianti di trasmissione di energia e di telecomunicazione: l'influenza è più o meno marcata in dipendenza di tutte le caratteristiche dei due impianti vicini per cui nulla può dirsi di generale e di assoluto, prendendo solo di mira le diverse forme di collegamento a terra.

Che l'argomento sia di somma importanza e debba essere preso in attento esame basta a dimostrarlo la considerazione che probabilmente, a seguito della sola opposizione da parte delle Amministrazioni Telegrafiche e Telefoniche, la pratica europea col collegamento del neutro a terra presenta tuttora un orientamento meno netto di quella americana. Il problema è perciò, nel contempo, complesso e delicato.

La letteratura tecnica, specie in questi ultimi anni, appare ricchissima nei riguardi dell'argomento generale dell'influenza delle linee di energia su quelle di comunicazione; noi in questa sede non vogliamo e non possiamo entrare a fondo in tale argomento perchè usciremmo dai limiti impostici e perchè, con competenza indiscutibilmente superiore alla nostra, altri tratterà specificamente il problema in questo Congresso.

Le linee di potenza fanno risentire la loro azione sulle linee vicine per la presenza dei campi elettrici e magnetici che sempre accompagnano il fenomeno della trasmissione dell'energia. Occorrerebbe perciò trattare il problema tenendo conto simultaneamente delle azioni dei due campi, che non sono indipendenti fra loro nè mai disgiunti: per semplificazione però e con approssimazione generalmente accettata si sogliono calcolare e considerare separatamente gli effetti del campo elettrico da quello magnetico.

Per quanto riguarda le induzioni dovute al campo elettrico il sistema delle equazioni di Maxwell applicato all'insieme di tutti i conduttori di energia e di comunicazione permetterebbe di risolvere il problema, ma in maniera così laboriosa che anche per i casi più semplici si è soliti ricorrere a semplificazioni. Si suole cioè trascurare la modificazione che la presenza dei fili dell'impianto a correnti deboli apporta alle cariche e ai valori delle capacità dei fili di energia: si possono così più facilmente e con sufficiente esattezza determinare tutti i coefficienti parziali di induzione elettrostatica che interessano per il calcolo delle cariche e di potenziali indotti.

Senza entrare in merito a tali calcoli diremo solamente che qui le difficoltà risiedono essenzialmente nel tener giusto conto delle reali condizioni di schema dei circuiti telegrafici e telefonici.

Le induzioni derivanti dalla presenza del campo elettromagnetico, da un punto di vista teorico, si sanno calcolare in modo assai semplice e meno laborioso di quelle dovute al campo elettrico. Infatti, come è noto, il calcolo delle f. e. m. indotte è immediato e quello dei coefficienti di mutua induzione è, nei casi comuni, molto più agevole che non quello dei coefficienti di induzione elettrostatica.

Il fatto però che qui complica il problema in modo tale da renderlo in particolari casi non risolvibile esattamente dal punto di vista teorico appare essere l'introduzione della terra come circuito normale o accidentale di ritorno, sia per le linee di potenza che per le linee di telecomunicazioni. Su questo ultimo argomento specifico recentemente sono apparsi su riviste tecniche numerosi e notevoli articoli, che non crediamo conveniente riassumere, nonostante tocchino un argomento che ha riflessi con la messa a terra del neutro, perchè il problema da un punto

di vista generale non è definito e perchè esorbita dallo scopo del nostro lavoro di recensione.

Le induzioni provocate dall'esercizio delle comuni linee industriali di trasmissione di energia in regime normale, caratterizzato cioè da piccole dissimmetrie nelle tensioni e nelle correnti, destano piccole preoccupazioni perchè sono generalmente modeste e si sanno quasi completamente eliminare. Ad attutirne gli effetti, in maniera del tutto compatibile con l'esercizio telegrafico e telefonico, basta in genere l'adozione di particolari accorgimenti e dispositivi sui soli impianti di telecomunicazioni; in ogni caso è solamente la preoccupazione della *perturbazione* quella che si presenta e non la preoccupazione del danno.

Lasciando da parte ogni altro particolare, che troppo ci condurrebbe distanti, qui vogliamo solo accennare che la presenza o meno del collegamento del neutro a terra sulle linee di energia ha influenza sul valore di tali induzioni: la variazione dall'un caso all'altro è però, in genere, assai modesta. Al riguardo più di ogni altro fattore fa risentire la sua influenza la maggiore o minore purezza dell'onda di tensione impressa dalle generatrici. In ispecial modo dannose e per molte ragioni, di cui alcune inerenti al fenomeno dell'induzione stessa altre relativa alla sensibilità degli apparecchi telegrafici e telefonici, si presentano le armoniche di ordine terzo o multiplo di 3 sia per quanto riguarda le induzioni elettriche che magnetiche.

Con le macchine moderne le preoccupazioni non appaiono molto forti; ad ogni modo nel riguardo di tali ordini di armoniche l'esercizio con neutro a terra specie alle due estremità di una linea, sembra aggravare l'entità del fenomeno complessivo di induzione per la grande lamina magnetica che formano le correnti per il loro ritorno per la terra. Tuttavia non può dirsi con tutta sicurezza, specie per le altissime tensioni, che la cosa sia vera in ogni caso; infatti a parte ogni altra considerazione basterà accennare che l'isolamento dei neutri non impedisce la circolazione di correnti armoniche superiori, per le quali non è certamente infinita la reattanza di capacità che presentano tra di loro e contro terra gli avvolgimenti delle macchine.

Un altro fattore spesso non trascurabile per l'influenza del collegamento a terra del neutro sulla entità delle induzioni, a regime, è la simmetria delle costanti delle linee di potenza. Invero se la linea non è perfettamente simmetrica si origina, a neutro isolato, una tensione residua (tensione di sequenza zero) e con neutro a terra una corrente risultante che trova il suo ritorno per il suolo (corrente di sequenza zero). Tali correnti e tali tensioni, a parità di frequenza, si comporterebbero in maniera del tutto simile alle correnti e tensioni armoniche di ordine terzo: per essere di frequenza minore, a parità di grandezza produrranno minore disturbo. In questo caso sembra, allo stato almeno delle attuali conoscenze sui coefficienti di mutua induzione delle correnti che trovano ritorno per il suolo, che i sistemi di trasmissione con neutro franco a terra, specie in più punti, debbano far risentire la loro azione in modo più grave che le linee a neutro isolato. Anche qui però l'asserzione è sempre discutibile, specie per le trasmissioni a più alte tensioni. La derivazione induttiva aggrava certamente, in condizioni particolari, il fenomeno. In ogni modo una conveniente trasposizione dei fili di energia può eliminare, o almeno notevolmente ridurre, tali tensioni e correnti di sequenza zero, mentre è quasi completamente inefficace per le induzioni derivanti dalle armoniche triple.

Di gran lunga più preoccupanti si presentano i fenomeni di induzione provocati dalle linee di energia all'atto di ogni cambiamento di regime e durante stati stazionari perturbati.

Di particolare interesse per noi, per l'argomento generale cambiamento di regime e durante stati stazionari perturbati.

Nulla si può dire di quanto accade negli impianti a neutro isolato o a terra durante i fenomeni transitori di sovracorrenti e sovratensioni, essendo questi poco conosciuti: qua più che altrove dovrà l'esperienza portare il maggior contributo. Per quanto invece riguarda lo stato a regime perturbato potremo dire, schematizzando e semplificando il fenomeno, che si tratta qui di induzioni dovute a rilevanti correnti e tensioni di sequenza zero. Con neutro isolato le maggiori preoccupazioni provengono dalle induzioni dell'intenso campo elettrico di tal sequenza; con neutro franco a terra, o con piccola resistenza, sarà invece il campo elettromagnetico della stessa sequenza a provocare i maggiori disturbi sulle linee di comunicazione vicine. E tali timori non sono tanto per le perturbazioni, quanto per i danni al personale, specie per i forti « chocs » acustici sulle linee telefoniche.

Le opposizioni da parte delle Amministrazioni Telegrafiche e Telefoniche alla messa del neutro francamente a terra sono

derivate dalla preoccupazione che l'induzione complessiva dipendente da questa pratica sia nettamente maggiore di quella dovuta a sistemi con neutro isolato. La preoccupazione è, per le ragioni sopradette a proposito delle terze armoniche e delle correnti di sequenza provenienti dalla dissimmetria della linea, certamente fondata per linee a piccola e media tensione. Per le linee invece a più alta tensione non si può dire lo stesso: basterà ricordare che, a parità di altre condizioni e in particolare della potenza trasmessa, col crescere della tensione di esercizio va diminuendo la corrente di corto circuito. Con l'aumentare poi delle lunghezze delle linee viene a crescere la corrente di capacità che si scarica a terra in sistemi a neutro isolato, mentre per contro aumenta la probabilità che le correnti di corto circuito in reti con neutro a terra vengano limitate da più alte impedenze.

Un beneficio notevole sembra poi dover apportare al riguardo la presenza di una o più corde di terra: se esse riducono i coefficienti di induzione elettrostatica, una riduzione ancora maggiore si ha in genere per i coefficienti di mutua induzione elettromagnetica. Le correnti di corto circuito a terra trovano infatti parziale ritorno attraverso detti fili ausiliari e l'induzione elettromagnetica ne risulta da ciò grandemente attenuata.

La messa a terra in più punti, per la particolare distribuzione che nei fili e nella terra assumono le correnti di alimentazione del corto circuito, può spesso attenuare il fenomeno; su tale distribuzione delle correnti, oltre che sul loro valore, sappiamo anche che ha notevole influenza il tipo di collegamento adottato per i trasformatori.

Se il neutro non è franco a terra, ma il collegamento è attraverso una resistenza, questa limita le correnti di corto circuito, ma non impedisce al potenziale dei fili di superare la tensione stellata: non è quindi difficile concepire come, a seconda del valore della resistenza, i fenomeni debbano presentarsi in maniera intermedia tra quelli che competono al neutro isolato e al neutro direttamente a terra. In caso poi di derivazione induttiva secondo i concetti del Petersen, le induzioni si manifestano in modo molto simile a quanto accade per il neutro isolato.

Le poche osservazioni fatte sembrano sufficienti ad autorizzarci a dire che le opposizioni sinora fatte dalle Amministrazioni Telegrafiche e Telefoniche sono, in tesi generale, discutibili, specialmente per le linee più lunghe e a più alta tensione. L'esame di ogni singolo caso, con il necessario ausilio della esperienza, sembra perciò indispensabile. In questo ordine di idee già molte Amministrazioni Telegrafiche e Telefoniche europee si sono orientate, con intelligente spirito di collaborazione che non sarà privo di benefici frutti per tutti i servizi interessati.

**§ 5. - Pericoli alle persone.** — Una corrente che attraversa il suolo crea per la resistenza che offre la terra al suo passaggio una differenza di potenziale tra punto e punto della superficie terrestre; il gradiente di tale tensione appare, per l'esperienza, massimo nell'immediata vicinanza della messa a terra, dove naturalmente esiste la massima densità di corrente.

Le preoccupazioni di pericolo nascono così per la possibilità che tra i piedi di una persona che cammini entro l'ambito di una data zona, si stabilisca una differenza di potenziale capace di far circolare nel corpo una corrente pericolosa: nello stesso modo si presentano pericoli per gli animali. La probabilità di infortuni a parità di altre condizioni (densità di popolazione, facilità di accesso, ecc.), è tanto maggiore quanto più estesa è la zona pericolosa, la quale dipende essenzialmente dal valore della corrente nella messa a terra, dalla resistenza del suolo e dalla resistenza e sensibilità delle persone e degli animali. Stabilirne i limiti perciò è compito solamente dell'esperienza, tenendo presente che la corrente attraversante la persona non può generalmente superare il limite di circa 1/20 di amp.

Evidentemente tale possibilità di pericolo si presenta all'atto della messa a terra accidentale di una linea di trasmissione sia che abbia il neutro isolato sia che si trovi con neutro francamente a terra: per essere però in questo caso le correnti generalmente maggiori, specie per le linee piccole e a media tensione, più grave si presenta la preoccupazione di infortuni.

Una volta invece il neutro a terra era considerato un vantaggio per la rapidità di sezionamento della conduttura guasta, mentre adesso la possibilità di selezionare rapidamente i conduttori guasti anche in impianti a neutro isolato ha spostato le condizioni del problema.

Per le linee a più alta tensione, in ogni caso, la messa

a terra di tutti i pali e la riunione di essi con una corda metallica di piccola resistenza appare presentarsi come il rimedio più efficace e più sicuro. Con il crescere delle correnti il guasto a terra dovrà diminuire corrispondentemente la resistenza di tale conduttore se si vuole che la differenza di potenziale tra due pali non superi un certo limite: forse avverrà che per le maggiori potenze e per le maggiori tensioni sia domani più economico e più sicuro circoscrivere la zona pericolosa per impedirne l'accesso.

**§ 6. - Riflessi economici.** — Non pochi fautori del collegamento franco del neutro a terra elencano tra i suoi vantaggi la diminuzione del costo degli impianti per la possibilità di riduzione dell'isolamento a parità di grado di sicurezza.

L'argomento, per quanto presenti riflessi economici di somma importanza, è molto delicato e complesso dal punto di vista tecnico. In ogni modo, a parte ogni altra considerazione, l'asserzione appare prematura allo stato attuale delle conoscenze delle sovratensioni e della influenza su queste del collegamento a terra del neutro. La considerazione che i potenziali contro terra vengono in regime normale ad essere limitati alle tensioni stellate non sembra del tutto sufficiente.

Per ora la messa a terra del neutro sembra dai più doversi riguardare come mezzo per migliorare l'esercizio, a parità di isolamento, degli impianti; inoltre i competenti ritengono che, anche quando sarà conosciuta con sicurezza la attenuazione che il neutro a terra arreca alle sovratensioni provocate da archi intermittenti, la riduzione dell'isolamento riguarderà essenzialmente e solamente le reti di cavi sotterranei. Essi infatti asseriscono che, a parte il valore assoluto, è ormai certo che la messa a terra del neutro attutisce pochissimo le sovratensioni di origine atmosferica, le quali sono la causa principale e prima degli archi a terra. Ne consegue che una diminuzione dell'isolamento delle linee aumenterebbe la possibilità di tali archi e quindi si verificherebbero con maggiore frequenza corti circuiti a terra, con sicuro e grave peggioramento della continuità e regolarità dell'esercizio.

## CONCLUSIONE.

I. — Esiste una tendenza moderna, specialmente marcata in America, per la messa a terra franca del neutro negli impianti ad alta ed altissima tensione.

II. — La messa a terra diretta del neutro ha riflessi di più o meno grande importanza sulla costruzione e sull'esercizio di un impianto; tali riflessi però sono attualmente poco conosciuti, almeno nel loro valore quantitativo. Per tale ragione le tendenze pratiche non sembrano fondate su solide basi teoriche e sperimentali.

III. — Per la natura e la complessità dei fenomeni, più che la teoria è l'esperienza che può e deve dare luce sui diversi punti oscuri della questione.

IV. — Per questo, perchè nel recente sviluppo degli impianti italiani si sono adottate tensioni molto maggiori di quelle finora in uso e perchè bisogna prevedere tensioni di esercizio ancora maggiori, si impongono anche da noi larghe e sistematiche esperienze pratiche con la messa a terra diretta del neutro.

V. — Per le prove pratiche di esercizio è da auspicare la più stretta e cordiale collaborazione tra i tecnici dei diversi rami interessati, con procedura chiara ed aperta in modo che possano essere pubblicati e resi di pubblico dominio i risultati conseguiti.

Sarà per noi grande soddisfazione se questo modesto lavoro potrà contribuire a rendere più intensa tale desiderata collaborazione.

\* \*

## BIBLIOGRAFIA

### 1. — Articoli di carattere generale.

KALLIR. — E. u. M. - 1-14 gennaio 1923.

TRANSACTION: of the A. I. E. E. - aprile 1923.

STIGANT. — Electrical Review - 18 maggio 1923.

DEWEY. — J. A. I. E. E. - giugno 1923.

BEARD. — R. G. E. - 29 dicembre 1923.

WILLHEIM. — E. u. M. - 3 febbraio 1924.

CORNU. — R. G. E. - 4 luglio 1925.

RACHEL. — E. T. Z. - 11-18 marzo 1926.

E. T. Z. - 30 giugno 1926.

## 2. — Sovratensioni.

- LOMBARDI. — *L'Elettrotecnica*: 15-25 maggio 1918; 15 settembre 1919; 5-25 ottobre 1919; 25 agosto e 5-25 settembre 1920; 5-15 ottobre 1920; 15 marzo 1922; 25 dicembre 1922.
- PETERSEN. — E. T. Z. - 2-9 gennaio 1919.  
— Archiv. für Elektr. - 1-223.
- JONAS. — B. B. C. Mitteilungen - giugno 1920.
- VALLAURI. — *L'Elettrotecnica* - 5 luglio 1920.
- PETERSEN. — E. T. Z. - 1921, pag. 606.
- BAUCH. — E. T. Z. - 1921, pag. 588 e 616.
- ROTH. — Revue B. B. C. - giugno 1921.  
— E. T. Z. - 23 giugno 1921.
- COMWELL e EVANS. — J. A. I. E. E. - febbraio 1922.
- BIERMANN. — E. T. Z. - 9 marzo 1922.
- Bulletin Oerlikon - aprile-maggio 1922.
- SCHAIT. — Schweizerische Bauzeitung - 17 giugno 1922.
- TRUEBLOOD. — The Bell Sist. Technical Journal - luglio 1922.
- STEINMETZ. — Transations of the A. I. E. E. - aprile 1923.
- LEWIS. — J. A. I. E. E. - maggio 1923.
- PETERS e SLEPIAN. — Transations of the A. I. E. E. - aprile 1923.
- FOCACIA. — *L'Elettrotecnica* - 25 giugno 1923.
- YASUSI WATANABE. — J. I. E. E. of Japan - luglio 1923.
- VIDONNE. — R. G. E. - 20 ottobre 1923.
- MAUDUIT. — R. G. E. - 8 marzo 1923 - 1° novembre 1924.
- ROTH. — E. u. M. - 3-10 agosto 1924.
- FOCACIA. — *L'Elettrotecnica* - 5 dicembre 1924.
- NEUMANN. — E. T. Z. - 27 marzo 1925.
- OHTSUKI. — J. I. E. E. of Japan - luglio 1925.
- COX e LEGG. — J. A. I. E. E. - ottobre 1925.
- COX. — The Electric Journal - gennaio 1927.
- COX, MACAULEY e HUGGINS. — J. A. I. E. E. - maggio 1927.

## 3. — Sovracorrenti.

- LEWIS. — G. E. R. - 1917, pag. 524.
- MAUDUIT. — R. G. E. - 9 agosto 1924.
- SHETZLIUS. — J. A. I. E. E. - novembre 1924.
- SADATOSHI BEKKU. — G. E. R. - luglio 1925.
- LEWIS. — G. E. R. - luglio 1925.
- MACKERRAS. — G. E. R. - aprile-luglio 1926.
- FALLOU. — Bullet. Soc. Franç. des Electr. - settembre 1926.
- HABERLAUD. — E. T. Z. - 17 aprile 1927.

## 4. — Relais.

- ACKERMANN. — J. A. I. E. E. - aprile 1923.
- BARBAGELATA. — *L'Elettrotecnica* - 1925, pag. 649.
- BERNETT. — E. T. Z. - 20 agosto 1925.
- BOSONE. — *L'Elettrotecnica* - 1926, pag. 422.
- AHRBERG. — E. u. M. - 22 agosto 1926.

## 5. — Induzioni.

- OSBORNE. — Proc. A. I. E. E. - giugno 1918.
- COSTABEL. — R. G. E. - Tomo VII, pag. 26.
- VALENSI. — Res. Ann. Franc. Poste Telegrafi - marzo 1919.
- LEBOUCHEUR e VILLENEUVE. — Technique Moderne - marzo-aprile 1919.
- DI PIRRO. — *L'Elettrotecnica* - 1921, n. 17.
- NATHER. — E. u. M. - 24 dicembre 1922.
- KUTO e BEKKU. — J. I. E. E. of Japan - maggio 1923.
- BECKER. — A. E. G. Mitteilungen - aprile 1924.
- JAGER. — E. T. Z. - 1° maggio 1924.
- NATHER. — E. u. M. - 15 giugno 1924.
- EGELING. — E. T. Z. - 12 marzo e 27 agosto 1925.
- BRYLINSKI. — R. G. E. - 22 agosto 1925; 12-13 giugno 1926.
- BÖHM. — E. T. Z. - 4 giugno 1925.
- RUMP, BAUER e FORRER. — R. G. E. - 29 agosto 1925.
- BOYÉ. — R. G. E. - 29 agosto 1925.
- VALENSI. — R. G. E. - 29 agosto 1925.
- BRAUNS. — E. T. Z. - 3 settembre 1925.
- RUDENBERG. — E. T. Z. - 18-25 marzo 1926.
- PICAULT. — Energia Elettrica - marzo 1926.
- AJANI. — *L'Elettrotecnica* - 15 e 25 marzo 1926.
- MAGGI. — Energia Elettrica - febbraio 1927.

## 6. — Pericoli.

- BEHREND. — E. T. Z. - 22 marzo 1923.
- SCHIESSER. — Boll. Assoc. Svizzera Elettr. - luglio-agosto 1923.
- SEKUTOWICZ. — R. G. E. - 24 marzo 1924.

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**

## SULLA STRUTTURA DEI SUONI E LA LORO PERCEZIONE □ □ □ □ □

U. BORDONI



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

## PARTE I.

## Sulla struttura dei suoni.

## 1. - Generalità. - Grandezze energetiche caratteristiche. - Analisi e sintesi armonica.

La causa più comune ed importante delle sensazioni auditive è notoriamente da ricercare in fenomeni di carattere vibratorio longitudinale del mezzo trasmettente, il quale d'ordinario è l'aria.

Per « produrre un suono » (adoperando qui il vocabolo « suono » nel senso più lato) occorrerà perciò spendere della energia per mettere l'aria in un conveniente stato vibratorio, mediante un dispositivo adatto (« sorgente sonora »), il quale potrà assumere forme svariatissime; e la « propagazione del suono » si identificherà con la trasmissione, da un punto all'altro del mezzo, dello stato vibratorio, cioè, con la propagazione della corrispondente particolare forma d'energia (« energia sonora ») emessa dalla sorgente sonora. Affinchè un orecchio umano, situato in presenza d'una sorgente sonora, possa « percepire il suono », occorre tuttavia siano soddisfatte alcune condizioni che verranno discusse più oltre (§ Parte II<sup>a</sup>), ma delle quali una è senz'altro evidente: quella che l'orecchio possa « raccogliere » una sufficiente quantità d'energia sonora per unità di tempo, cioè, una sufficiente « potenza sonora »; e, tenuto conto che l'area ricevente dell'orecchio è sempre la stessa, si potrà affermare fin d'ora che uno degli elementi che principalmente influiscono sulla percezione del suono in un punto generico dello spazio è (supposto che l'orecchio che vi si trova sia libero di orientarsi) la *densità della potenza sonora* rispetto ad un elemento piano, normale alla direzione della propagazione del suono; cioè, in termini finiti, il numero di unità di potenza sonora per unità di area. Questa densità, che viene misurata generalmente in *watt per cm<sup>2</sup>*, può denominarsi *intensità energetica* <sup>(1)</sup> del suono nel punto considerato (§ 5).

I fenomeni vibratorii relativamente più semplici sono quelli esattamente *periodici* (non smorzati); e, fra questi, quelli del tipo *sinusoidale*: i suoni corrispondenti si dicono « semplici », oppure « puri ».

Un fenomeno vibratorio *sinusoidale* è notoriamente caratterizzato dalla frequenza ( $f$ ), (o dal periodo  $\tau = \frac{1}{f}$ ), dall'ampiezza ( $a$ ), dalla *fase* ( $\varphi$ ) e dalla *velocità di propagazione* ( $V$ ); la quale ultima, come dimostra l'esperienza, anche nel caso del suono è indipendente da  $f$  e da  $a$  <sup>(2)</sup>. Si può aggiungere subito (salvo a riesaminare la questione in seguito in modo più completo) che nel caso dell'acustica la *frequenza* è ciò che determina la cosiddetta *altezza* del suono; la *ampiezza* determina invece, per ogni data frequenza, la *intensità energetica* del suono ed anche la intensità della sensazione auditiva. Il propagarsi in un mezzo elastico di vibrazioni longitudinali si effettua materialmente per mezzo del propagarsi di onde di compressione e di rarefazione, partenti dalla sorgente sonora ad ogni mezzo periodo, alternativamente; la distanza che separa, in ogni istan-

<sup>(1)</sup> La «intensità energetica» (grandezza di natura meccanica) è uno degli elementi che maggiormente concorrono a determinare la *intensità della sensazione auditiva* (grandezza di natura fisiologica) che sarebbe percepita dall'orecchio; fra gli altri elementi che pure influiscono sull'intensità della sensazione, basterà ricordare la *altezza* del suono (§§ 5, 6...).

<sup>(2)</sup> Nell'aria, a 15° C., si ha  $V = 341$  metri per secondo circa. Per temperature poco diverse, si può ritenere che la velocità vari (nello stesso senso della temperatura) dall'1,8 per mille, circa, per ogni grado. Più complessa sarebbe la questione, che non ha qui, per altro, grande importanza, della propagazione dei fenomeni vibratorii di carattere nettamente esplosivo, oppure prodotti entro speciali « mezzi » limitati.



te, due onde consecutive di compressione (o di rarefazione) prende anche qui il nome di *lunghezza d'onda*  $\lambda = V \tau = \frac{V}{f}$

della vibrazione considerata. Se si considera un mezzo nel quale si stia propagando una successione ininterrotta di vibrazioni sinusoidali, è chiaro che in ciascun punto la pressione subirà delle variazioni periodiche alternativamente positive e negative (rispetto il valore normale) dovute al passaggio delle onde di compressione e rarefazione. Per individuare la importanza del fenomeno vibratorio in un punto generico del mezzo, si usa spesso considerare il *valore medio efficace* ( $A_p$ ) di queste *fluttuazioni di pressione* (cioè, la radice quadrata della media dei quadrati dei valori istantanei delle variazioni di pressioni); la si misura generalmente in *dine per cm<sup>2</sup>* <sup>(3)</sup>.

La quantità di energia che un fenomeno vibratorio del tipo semplice ora considerato mette in giuoco in ogni unità di tempo in un generico punto del mezzo, è notoriamente proporzionale al quadrato della ampiezza locale ed al quadrato della frequenza; oppure, al quadrato del valore medio efficace delle variazioni di pressione prodotte. Ne segue che, nel caso della propagazione di vibrazioni sinusoidali, la intensità energetica del suono, sopra definita, potrà dirsi proporzionale al prodotto  $f^2 a^2$ ; oppure, proporzionale a  $(A_p)^2$ .

Lo studio dei fenomeni vibratorii *periodici non sinusoidali* (ai quali corrispondono i suoni così detti « complessi ») può in buona parte ricondursi a quello dei fenomeni sinusoidali, giacchè un noto teorema (Fourier) permette di decomporre ogni grandezza periodica in un certo numero di grandezze sinusoidali di ampiezza e fase convenienti, e di frequenza crescente in progressione aritmetica. Nella quasi totalità dei casi reali, il numero di queste « componenti » è infinitamente grande; ma soltanto un modesto numero di esse, per lo più, ha ampiezza praticamente sensibile, sicchè non si commetterà errore apprezzabile (in questi casi) trascurando tutte le altre. Alla componente sinusoidale di frequenza minore, frequenza che è poi, come è ovvio, la frequenza della grandezza complessa considerata, si dà il nome di « componente fondamentale » od « armonica fondamentale »; le altre, di frequenza esattamente multipla sono le « armoniche superiori ». La decomposizione del tipo generale accennato (Fourier) riesce di grande utilità in moltissimi casi <sup>(4)</sup>, al pari delle varie rappresentazioni grafiche che se ne possono dedurre. Lo studio dei metodi atti a permettere la effettuazione esatta e comoda di queste decomposizioni, ha formato oggetto di un gran numero di ricerche, specie in questi ultimi decenni. In generale, occorre procurarsi un primo grafico che rappresenti l'andamento, in funzione del tempo, di una delle grandezze caratteristiche della entità istantanea del fenomeno (spostamento, dalla posizione di riposo, di una particella del mezzo trasmittente; oppure, valore istantaneo della variazione di pressione del mezzo, ecc.); al quale scopo, i primitivi notissimi apparecchi a registrazione diretta, del tipo del fonautografo (Scott, 1859), od a fiamma manometrica (König, 1862), sono stati sostituiti, con grande vantaggio della fedeltà della riproduzione e della sensibilità, da apparecchi a registrazione fotografica, come il « Phonodeik » (Miller, 1909). Da questo grafico, ingrandito (fotograficamente) se occorre, è possibile rilevare i valori delle ampiezze e delle fasi delle successive armoniche in vari modi, numerici o grafici, consistenti in adatte combinazioni dei valori di un gran numero di ordinate, rilevate a distanza sufficientemente piccola; si tratta per altro di metodi lunghi e laboriosi che possono essere vantaggiosamente sostituiti da « *analizzatori armonici* » meccanici, assai complicati ed ingegnosi, i quali rendono molte decine di volte minore il tempo necessario per l'ottenimento dei risultati cercati. Questi risultati vanno ancora debitamente corretti (e le correzioni sono assai sensibili, come appare, ad es., dai valori di  $K$  nella tabella del § 3) per tener conto della imperfezione del grafico

iniziale, dovuta alla circostanza che i dispositivi registratori hanno inevitabilmente una sensibilità alquanto variabile con la frequenza.

Il controllo della esattezza della decomposizione, può farsi in seguito ricostruendo per punti (mediante calcoli numerici o grafici) la curva somma delle varie armoniche sinusoidali componenti (non corrette) così ottenute e constatandone la sensibile identità col grafico iniziale; ma può anch'esso farsi assai più comodamente e rapidamente mediante ingegnosi « *sintetizzatori armonici* » meccanici (Michelson, Miller, ecc.).

Assai meno avanzato è lo studio dei mezzi di analisi dei fenomeni vibratorii non esattamente periodici, che pure hanno così grande importanza nel linguaggio umano (§ 4). La impossibilità di definire un vero e proprio periodo rende inapplicabile, a rigore, il tipo di decomposizione in serie di Fourier; conclusioni interessanti possono però ottenersi, in molti casi, completando la serie con l'attribuzione a ciascun termine di un adatto fattore di smorzamento; si intuisce che indicazioni concrete sulla importanza dei singoli termini e dei corrispondenti fattori di smorzamento saranno fornite dal confronto accorto dei risultati che si otterrebbero applicando la decomposizione in serie di Fourier ad una conveniente successione di tratti del grafico rappresentativo del fenomeno, tratti da considerare momentaneamente come « periodi ». Spesso, per altro, la individuazione dell'andamento di questi fenomeni è fatta soltanto mediante il grafico originario, necessariamente non corretto.

E' ancora da aggiungere, che per interpretare correttamente, nel campo dell'acustica, i grafici, di qualsiasi tipo, rappresentativi dei fenomeni sonori, come pure il significato delle decomposizioni delle quali s'è parlato, sono necessarie talune avvertenze (su qualcuna di esse si avrà occasione di ritornare in seguito, fra le quali:

a) è stato accennato come la *intensità energetica* del suono in un punto dello spazio sia una grandezza ben diversa dalla *intensità della sensazione auditiva* che provverebbe un orecchio collocato in quel punto. La prima, di carattere meccanico, abbastanza facilmente misurabile o calcolabile, è una delle grandezze che più spesso si considerano nelle questioni quantitative riguardanti l'acustica; è alla seconda, invece, di carattere fisiologico, che si allude nel linguaggio comune allorchè si parla di « intensità del suono », di « suoni più o meno forti » e così via. Ora, la intensità della sensazione (ammesso anche che sia suscettibile di misura in moto semplice, mediante un numero, § 6) dipende bensì dalla intensità energetica (e sulla legge di dipendenza si avrà occasione di ritornare, § 6), ma dipende anche dalla frequenza (ammesso, ancora, che siano confrontabili le sensazioni prodotte da suoni di diversa altezza); perchè la sensibilità dell'orecchio (analogamente a quanto avviene nel caso della visione) è molto variabile con la frequenza (§ 5). La *eguaglianza*, in casi differenti, di *intensità energetiche*, non basta dunque affatto per assicurare della *eguaglianza* (od *equivalenza*) delle *intensità delle sensazioni corrispondenti*.

b) nel caso di suoni di tipo complesso, la *importanza relativa delle singole armoniche componenti* è ben lungi dall'essere quella che apparirebbe dal confronto delle ampiezze, che sono le grandezze messe in evidenza in uno dei tipi più comuni di grafici rappresentativi (ascisse, il tempo; ordinate, le ampiezze istantanee). Così, nella figura 1 (ordinate le ampiezze)

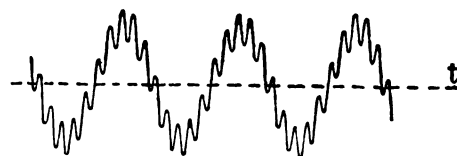


Fig. 1.

è rappresentata la somma di una certa sinusoide (fondamentale) con la sua 10<sup>a</sup> armonica, supposta di ampiezza massima eguale solo a 0,3 dell'ampiezza della fondamentale; ma sebbene l'andamento generale della curva appaia determinato dalla sinusoide fondamentale, in realtà quest'ultima non ha che piccola importanza dal punto di vista della intensità energetica: chiamando uno, difatti, l'energia messa in giuoco nel fenomeno complesso dalla sinusoide fondamentale (da sola), l'energia corrispondente all'altra componente sarebbe espressa da nove <sup>(5)</sup>.

c) chiamare « *fondamentale* » la *componente di frequenza minore*, non implica affatto, in acustica, che essa sia la

<sup>(3)</sup> Poichè 1 gr. = 980 dine (circa), una atmosfera equivale a circa 1.013.000 dine per cm<sup>2</sup>.

<sup>(4)</sup> E' stato recentemente osservato che le grandezze sinusoidali non meritano completamente la importanza grande che si dà loro, in molte questioni, in quanto la decomposizione delle grandezze periodiche in grandezze sinusoidali non è il solo tipo di decomposizione possibile. L'osservazione può essere giusta dal punto di vista analitico; ma nel caso che qui interessa non ha importanza apprezzabile, in quanto il tipo sinusoidale è indubbiamente il tipo di fenomeno vibratorio al quale più si avvicinano i fenomeni semplici di carattere fondamentale aventi importanza in acustica (vibrazioni delle corde tese, delle lamine ed aste incastrate ad un estremo, dei tubi, ecc.); sicchè la decomposizione in grandezze sinusoidali ha realmente un significato fisico che non avrebbero eventuali decomposizioni di altro tipo.

<sup>(5)</sup> Chè  $(10 \times 0,3)^2 = 9$ .

più importante; anzi, è molto frequente il caso contrario (come nell'esempio della fig. 1), e persino quello in cui la fondamentale manchi del tutto.

d) allorchè si tratta di suoni complessi, l'aspetto della maggior parte dei grafici rappresentativi che possono immaginarsi dipende non soltanto dalle ampiezze massime e dalle frequenze delle armoniche componenti, ma anche, ed in larga misura, dalle *fusi* rispettive di queste armoniche. Deve invece ritenersi dimostrato (Helmholtz) che nella grande maggioranza dei casi la fase delle armoniche, che già non ha alcuna influenza (come è ovvio) sulla intensità energetica del suono, non abbia influenza sensibile nemmeno sopra la intensità della sensazione auditiva. *Non può dunque riscontrarsi, in generale (tenuto anche conto della osservazione b) nessuna corrispondenza semplice fra la forma dei grafici rappresentativi d'un fenomeno sonoro e le grandezze caratteristiche (energetiche e fisiologiche) del fenomeno stesso.* Così, le due curve della fig. 2, che rap-

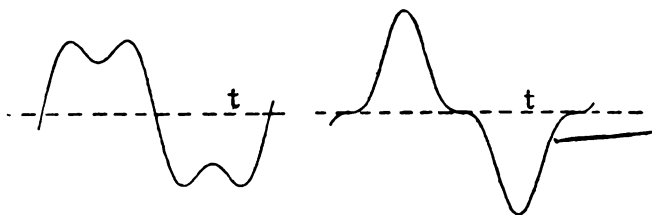


Fig. 2.

presentano entrambe la somma d'una sinusoide (fondamentale) con una sua terza armonica, in condizioni diverse di fase, benchè abbiano aspetto assai diverso, individuano due fenomeni sonori perfettamente equivalenti sia dal punto di vista energetico che da quello della sensazione auditiva. Si veda anche quello che nel § 4 è detto a proposito della fig. 11.

e) allorchè l'orecchio è investito contemporaneamente da due o più suoni semplici di frequenza diversa, esso in realtà percepisce, oltre questi, anche i così detti *suoni di combinazione*, la cui frequenza risulta da combinazioni numeriche semplici delle frequenze dei suoni realmente esistenti (§ 9); il caso più noto e più facilmente dimostrabile è quello dei « battimenti », che si percepiscono allorchè si tratta di due suoni di frequenza pochissimo diversa. Le sensazioni percepite dall'orecchio sono dunque più complesse del fenomeno sonoro che ha dato loro origine; nè l'orecchio è in grado di distinguere, in generale, le sensazioni che si potrebbero dire di « origine oggettiva » da quelle di « origine soggettiva ». *Ne segue ovviamente la possibilità di dar luogo alla stessa (approssimativamente) sensazione complessa mediante fenomeni sonori oggettivi differenti:* la condizione a cui soddisfare è quella di una specie di scambio, nei vari casi, fra suoni oggettivamente esistenti e suoni di combinazione.

## 2. - « Suoni », e « rumori », - Importanza del « suoni accessori », - Individuazione della struttura acustica: « spettri acustici »,

Nelle pagine precedenti, s'è parlato genericamente di « suoni » e di « fenomeni sonori » nel senso più comprensivo possibile; ma nella infinita varietà delle sensazioni auditive si distingue, d'ordinario, fra « suoni » propriamente detti, e « rumori ». Come avviene in tutti i casi simili, la distinzione, facile in molti casi tipici (chè nessuno esiterà nel caso d'una corda tesa vibrante od in quello d'una sedia che scricchioli), è assai meno netta (od impossibile) in altri casi, nei quali, come l'esperienza dimostra, la graduale variazione di qualcuna delle modalità del fenomeno produce il graduale passaggio dal suono al rumore (esempio: l'urto di due pezzi di legno). E' ancora da dire che, in questi casi meno netti, la distinzione ha un innegabile carattere soggettivo dovuto alla diversa educazione individuale del senso dell'udito; a dimostrare questa diversa educazione, basta (senza alcuna pretesa di entrare in un campo fisico-fisiologico-artistico estremamente vasto e suggestivo) il confronto fra gli strumenti musicali usati presso i diversi popoli in varie epoche e le corrispondenti manifestazioni musicali; o più semplicemente, senza andare tanto lontano, l'enorme cambiamento, con tutte le sue conseguenze, sopraggiunto (in passato) presso di noi nel modo di considerare l'intervallo di *quarta eccedente*, il famoso « diabolus in musica » del Medio-evo, che il genio di Claudio Monteverdi seppe, al momento opportuno, vittoriosamente affrontare. Comunque, l'esperienza dimostra che si ha tipicamente un « suono », nel senso musicale, tutte le volte:

a) che il fenomeno vibratorio che lo origina mantenga il suo carattere periodico, senza eccessivo smorzamento, per un intervallo di tempo sufficiente, il cui ordine minimo di grandezza è compreso fra un ventesimo ed un decimo di secondo, per i suoni che più interessano;

b) che inoltre, immaginando il fenomeno periodico decomposto (§ 1) nei vari fenomeni sinusoidali componenti, si verifichi il fatto che le frequenze delle armoniche principali effettivamente presenti siano rappresentate da numeri in rapporto semplice fra di loro.

Mano mano che queste condizioni vengono meno completamente soddisfatte, si passa dal suono al rumore. E' anche frequente il caso della produzione alternata di suoni e rumori. così, nel comune linguaggio, specie se cantato, le vocali corrispondono più precisamente a dei suoni, mentre le consonanti, con le quali si iniziano o terminano le sillabe, trasformano sensibilmente in rumore il principio o la fine del suono corrispondente alla vocale.

La varietà dei rumori è tale, che ben difficilmente si potrà arrivare ad una loro individuazione semplice, con pochi elementi. Diverso è invece il caso dei suoni (<sup>6</sup>). L'esperienza dimostra che un suono « semplice » (o « puro »), cioè, un suono prodotto da un fenomeno periodico di carattere sinusoidale (come nel caso dei *diapason*), è completamente individuato allorchè si conoscono la *frequenza* e la *intensità energetica* nel punto considerato. Ma se si cerca di produrre un dato suono mediante un comune strumento musicale, o mediante la voce (l'insieme degli organi del linguaggio costituisce veramente un meraviglioso strumento musicale), si constata che questi due elementi non bastano più; nel senso che due suoni, pur avendo la stessa altezza e la stessa intensità energetica, possono ancora avere per l'orecchio qualche cosa di diverso che li faccia distinguere, senza esitazione, l'uno dall'altro: esempi tipici sono quelli che si hanno cantando le varie vocali con la stessa altezza (cioè, sulla stessa « nota » musicale) e la stessa forza (<sup>7</sup>), oppure producendo una stessa nota con strumenti a corda o con ottoni. A questo ulteriore elemento di diversità fra i suoni si dà il nome di « timbro », o « carattere » del suono.

L'analisi armonica dei fenomeni rivela che nei casi ora accennati si tratta di suoni complessi; che, cioè, il suono principalmente avvertito dall'orecchio, in luogo di essere solo, è accompagnato da una serie, talora numerosissima, di altri suoni semplici. E' dal numero, dalla importanza e dalle frequenze di questi suoni semplici accessori che dipende il timbro (<sup>8</sup>); sicchè la riproduzione corretta dei caratteri fondamentali d'un suono esige la riproduzione non soltanto della nota principale, ma anche quella (e nelle stesse proporzioni), dell'insieme dei suoni secondari che l'accompagnano.

Un punto importante è da chiarire subito. Potrebbe dubitarsi che, costituendo in sostanza i suoni accessori come una « impurità » del suono principale, ci fosse tutto da guadagnare nel ridurne la importanza, cioè nel « purificare », per così dire, il suono principale; per lo meno, potrebbe dubitarsi che i suoni accessori non avessero che una importanza secondaria: che, ad es., non occorresse preoccuparsi eccessivamente della fedeltà della loro riproduzione nel caso delle trasmissioni telefoniche, delle esecuzioni fonografiche e simili. La verità, invece, è esattamente l'opposto.

Anzitutto, sta di fatto che, forse per ragioni in parte ataviche e di educazione di orecchio, non sono certo i suoni puri quelli che riescono più graditi all'orecchio. Di più, gran parte della estetica musicale è fondata non soltanto sulla combinazione delle altezze dei suoni e delle loro intensità, ma anche sulle combinazioni dei timbri dei vari strumenti. Le note locuzioni di « impasto di timbri » e di « colorito orchestrale », alludono appunto a questo elemento estetico di eccezionale importanza, il cui impiego ha fatto grandissimi progressi in questi ultimi decenni. Attenuare o sopprimere i suoni accessori significherebbe perciò attenuare od annullare le diversità di timbro: sarebbe come attenuare od annullare le differenze fra i colori

(<sup>6</sup>) Da qui innanzi, il vocabolo « suono » sarà impiegato nel senso ristretto sopra definito, invece del senso più generico adoperato nel § 1.

(<sup>7</sup>) Frase evidentemente impropria, ma semplice e atta ad indicare chiaramente ciò che si vuole intendere.

(<sup>8</sup>) Non occorre avvertire esplicitamente che questa complessità dei suoni dipende dalla complessità degli strumenti musicali (anche i più semplici), nei quali l'emissione di ogni nota provoca sempre l'entrata in vibrazione di varie parti dello strumento, più o meno indipendenti (§ 3).

d'un quadro, cioè come annullare l'opera d'arte. E si badi a non confondere ciò che risulta da un annullamento di diversità di timbri con ciò che risulta da una *trascrizione* di una pagina orchestrale per un solo strumento.

Dato un quadro a colori, è sovente possibile riprodurlo bene in bianco e nero; e se chi lavora è un artista, la riproduzione, sfruttando tutte le possibilità del nuovo procedimento impiegato (acquaforse, pastello, ecc.), se pure non sarà cieca-mente fedele all'originale, ne esprimerà però tutta l'anima: sarà, cioè, l'opera d'arte corrispondente, attesi i nuovi mezzi d'espressione impiegati; e vi sarà un abisso fra di essa e ciò che si otterrebbe dalla semplice, per quanto perfetta, riproduzione delle linee, con l'annullamento dei contrasti di colore. Analogamente, la trascrizione di un'opera orchestrale (od orchestrale-vocale) per un solo strumento rappresenta come del « bianco e nero »; e se fatta da un artista che conosca le risorse dello strumento impiegato, costituisce l'opera d'arte *corrispondente*, con i nuovi mezzi adoperati, all'originale: è necessario citare qualcuno degli innumerevoli esempi che si affacciano alla mente? Inevitabilmente questa trascrizione, nella quale deve essere stato accuratamente trasformato ciò che non è riproducibile con un solo strumento, non ha nulla di comune con ciò che si otterrebbe dalla fedele riproduzione dell'opera originale con la semplice soppressione dei contrasti di timbri.

Ma ancora più grave è il caso del linguaggio. La semplice possibilità di pronunciare le varie vocali su di una stessa nota e con la medesima intensità, dimostra fin d'ora (§ 4) che ciò che distingue una vocale da un'altra sta essenzialmente nei suoni accessori: sopprimere dunque questi ultimi, cioè annullare le diversità di timbro, significherebbe sopprimere le differenze fra le vocali, cioè rendere del tutto inintelligibile il linguaggio.

*Deve considerarsi perciò come fuori questione il fatto che, specialmente nel caso del linguaggio, i suoni accessori hanno una importanza assolutamente fondamentale; in nessun caso può prescindere da essi il problema, oggi tanto importante, della riproduzione dei suoni. Viene così ad essere spiegato il gran numero di ricerche recenti sulla « struttura dei suoni » e del linguaggio e su ciò che è veramente essenziale per la loro corretta riproduzione.*

Come si può individuare questa « struttura »?

Sessanta o settanta anni or sono, all'epoca delle prime indagini con apparecchi del tipo del fonautografo e simili, si ricorse alla riproduzione dei tracciati che si ottengono direttamente con questi apparecchi; cioè, a grafici nei quali si prende il tempo come ascisse e come ordinate, a seconda della costituzione dell'apparecchio, si prendono segmenti proporzionali ai valori istantanei delle variazioni di pressione subite dall'aria, oppure agli spostamenti, rispetto la posizione di riposo, d'un organo messo in vibrazione dagli stessi spostamenti delle particelle dell'aria. E molti trattati, anche moderni, riportano ancora, al riguardo, vecchie figure che illustrano la diversità dei tracciati che si hanno pronunciando, ad es., le differenti vocali. Ma le considerazioni accennate nel § 1 (e specialmente le osservazioni che lo terminano) dimostrano che questi grafici, *da soli*, anche lasciando da parte la questione della loro imperfetta fedeltà, hanno un valore diretto assai limitato. Essi possono indubbiamente servire a mettere in luce la complessità dei suoni; a dimostrare che a suoni diversi corrispondono, nelle stesse condizioni di riproduzione, tracciati diversi, e quindi una differente struttura dei fenomeni sonori (cose, veramente, di cui nessuno può dubitare); il confronto di grafici ottenuti nelle stesse condizioni, fornisce certamente qualche indizio qualitativo su taluni particolari delle differenze (sulla presenza ed importanza, ad es., di suoni accessori di notevole frequenza); ma ben poco questi grafici dicono, *direttamente*, di *quantitativo* sul fenomeno al quale si riferiscono; tanto più che la forte influenza, sul loro aspetto, di elementi non aventi sensibile importanza acustica (come le differenze di fase), può indurre in errore con grande facilità. Da un certo punto di vista, anzi, dire che un certo tracciato rappresenta la vocale *a*, o qualsiasi altra vocale, è un vero non senso (§ 4, fig. 11).

Si è perciò riconosciuto che un suono può essere correttamente e sufficientemente individuato (*almeno nel suo periodo di regime*), soltanto se si precisano i principali suoni semplici che lo compongono e la loro importanza energetica relativa. Questi elementi sono bensì rilevabili da una analisi dei tracciati di cui sopra; ma da una analisi (§ 1), numerica, grafica o meccanica, la quale elimini tutti gli elementi che si potrebbero chiamare « mascheranti » e metta in evidenza quelli che interessano, anche se nascosti.

I risultati di queste analisi possono presentarsi sia sotto la forma numerica di tabelle, sia sotto quella di grafici di tipo adatto. In ogni tabella, riguardante un determinato suono, dovrà essere indicata la successione delle armoniche componenti e, per ciascuna di esse, la ampiezza massima ( $a_n$ ) e la importanza energetica (proporzionale ad  $f^2 \cdot a_n^2$ ), debitamente corrette, oltre agli altri elementi eventualmente desiderati, od opportuni per la condotta dei calcoli. Esempi assai interessanti di queste analisi, condotte con acume e grande ricchezza di mezzi, sono stati dati dal Miller (si veggia la tabella annessa al § 3). Meno precisa quantitativamente, ma assai più efficace, è la rappresentazione grafica degli stessi risultati, che può farsi con diagrammi nei quali si prendano come ascisse le frequenze e come ordinate, in corrispondenza soltanto alle armoniche realmente presenti, si conducano dei segmenti di lunghezza proporzionale alla rispettiva importanza energetica (cioè, ai prodotti  $f^2 \cdot a_n^2$ ). Questi grafici, che vivificano utilmente le tabelle corrispondenti, costituiscono dei veri e propri « spettri » dei suoni considerati (aventi qualche analogia con gli spettri ottici di emissione, per es., dei gas), nei quali la importanza delle armoniche componenti è indicata, anziché dalla luminosità delle righe, come in ciò che si vede allo spettroscopio, dalla loro diversa lunghezza. In fondo, l'insieme degli apparecchi per l'ottenimento dei tracciati acustici e per la loro analisi armonica, costituisce un vero « spettroscopio acustico ».

Le considerazioni fin qui svolte diventano evidentemente sempre meno applicabili man mano che il fenomeno sonoro dal tipo « suono musicale » si trasforma nel tipo « rumore ». In questi ultimi casi, mancando a rigore non solo una netta periodicità, ma altresì un vero e proprio periodo di regime (\*), non ha senso preciso nè il cercare quali siano, ad es., le armoniche componenti, nè il cercare di individuare il rumore in un modo relativamente semplice, come quello che vale per i suoni anche complessi.

E' tuttavia possibile, nel caso dei « rumori », una indagine che presenta grande interesse pratico nelle questioni relative alla riproduzione e trasmissione dei fenomeni sonori. Suddividendo la durata del fenomeno in tempuscoli, convenientemente scelti con l'aiuto dell'aspetto del tracciato relativo, e considerando provvisoriamente ogni tempuscolo come un periodo vero e proprio d'un ipotetico fenomeno sonoro, è ovviamente possibile applicare il più volte accennato metodo dell'analisi armonica a ciascun tempuscolo. I risultati che se ne ricavano sono necessariamente diversi per ogni tempuscolo, nè hanno, isolatamente, un valore fisico ben definito; ma presi nel loro insieme, danno indicazioni assai utili sulla natura caratteristica del fenomeno studiato: in particolare, il presentarsi ripetutamente di armoniche (che si potrebbero dire « virtuali ») di determinate frequenze, oppure contenute entro dati intervalli di frequenza, è indice sicuro che condizione necessaria (se pure non sempre sufficiente) per la corretta riproduzione o trasmissione del fenomeno sonoro è che il dispositivo riproduttore o trasmittente sia adatto anche per quelle frequenze o quegli intervalli di frequenza. Diventa così possibile caratterizzare in prima approssimazione, almeno qualitativamente, i principali rumori tipici per mezzo della indicazione delle zone di frequenza che presentano maggiore importanza per la loro riproduzione. Queste conclusioni acquistano poi un notevole valore, anche fisico, ove siano confortate da una adatta verifica: la quale può farsi costruendo dispositivi trasmittenti di fenomeni sonori nei quali possa farsi variare a piacere la attitudine a trasmettere le varie zone di frequenza, e determinando sperimentalmente in quali condizioni avvenga correttamente la trasmissione dei fenomeni studiati. E' giusto ricordare che questi controlli, di carattere sintetico-analitico, che può dirsi abbiano dato una prima base sperimentale sicura agli studi intorno ai più complessi fenomeni sonori, come quelli del linguaggio, sono fondati sull'uso di quel meraviglioso apparecchio che è la valvola termoionica e sull'impiego accorto di questi sistemi di autoinduzione, capacità e resistenze che oggi vengono chiamati « filtri elettrici ».

### 3. - Spettri acustici di suoni musicali.

Non è fra gli scopi della presente nota il discutere tutto il copioso insieme di notizie che, specie negli ultimi quindici o venti anni, sono state raccolte intorno alla struttura dei suoni, per la via sperimentale accennata nelle pagine che precedono. Basterà riportare (in questo § e nel successivo), attingendo sp-

(\*) Altrimenti si avrebbe qualche cosa (ed il caso è frequente) come un insieme di suono e di rumore propriamente detto.

cialmente agli importanti lavori del Miller e dello Stumpf, qualche esempio relativo ai principali tipi di suoni e rumori che possono più specialmente interessare la tecnica delle trasmissioni.

Per renderci conto della varietà e complessità di struttura dei differenti suoni, saranno utili alcune osservazioni preliminari.

In quasi tutte le sorgenti sonore più comuni, possono distinguersi due parti essenziali. La prima di esse, alla quale conviene il nome di « generatore », è la sede del fenomeno vibratorio nella sua forma iniziale; la parte, cioè, nella quale avviene la trasformazione di altre forme d'energia (per es., il lavoro compiuto nello strisciare l'archetto sulle corde, o nell'abbassare il tasto del pianoforte) in energia sonora, della frequenza voluta. Ma occorre ancora che questa energia sonora venga trasmessa all'aria in modo conveniente, attenuando ogni perdita del tipo di quelle causate dai fenomeni di attrito; ed è questo l'ufficio della seconda parte della sorgente sonora: si danno ad essa vari nomi (« risuonatore », « cassa di risonanza », « cassa acustica », ecc.), taluni dei quali alludono alla parte importantissima che hanno, nel suo funzionamento, i fenomeni di risonanza. Negli strumenti ad arco, ad es., il generatore è l'insieme dei fili, col dispositivo di tensione (e l'archetto), il risuonatore è la cassa di legno; in quelli a fiato, il suono ha origine dalla vibrazione di lamine sottili o di colonne d'aria, e ne viene facilitata la trasmissione all'aria per mezzo di canne o tubi, in legno o metallo, che possono assumere forme svariatissime; nell'organo vocale dell'uomo, i suoni hanno origine dalle vibrazioni delle corde vocali e vengono rinforzati (e trasformati) dall'insieme delle varie cavità della gola, della bocca, del naso e della cassa toracica; e così via.

Ma qualunque organo risonante non può evidentemente compiere la sua funzione egualmente bene per tutte le frequenze; chè esso ha sempre una o più frequenze proprie (corrispondenti alle sue vibrazioni libere). Se perciò il generatore emette una di queste frequenze, il risuonatore funzionerà intensamente ed in modo generalmente « puro », cioè senza aggiungere altri suoni secondari al suono che si tratta di rinforzare; in caso diverso, il risuonatore compirà delle vibrazioni forzate relativamente meno intense (tanto meno quanto più la frequenza impressa è diversa dalle frequenze proprie) e, attesa la sua struttura complessa, potrà trasformare parte dell'energia ricevuta dal generatore in energia sonora di frequenze diverse; potrà, cioè, per un ascoltatore esterno, modificare il timbro del suono emesso (§ 2). Il risuonatore è dunque una parte di importanza essenziale in ogni strumento, e nessuno dei suoi particolari costruttivi (forma, materiale di cui è fatto, spessore delle pareti, ecc.) può essere trascurato, in quanto, influendo sopra i valori delle frequenze proprie e sopra la acutezza delle corrispondenti risonanze, influisce grandemente sopra i timbri dei vari suoni; su quella, cioè, che si chiama la « voce » dello strumento <sup>(10)</sup>.

<sup>(10)</sup> Sono note, ad es., le notevoli differenze di timbro che si verificano fra gli strumenti ad arco (i violini, ad es.) di differente costruzione, ed i prezzi altissimi raggiunti, abbastanza irragionevolmente, da taluni strumenti antichi, di voce particolarmente gradevole ed intensa. E' verosimile che queste differenze (attesa la quasi identità geometrica di forme fra i diversi violini, antichi e moderni, e la identità delle corde) si debbano principalmente alla qualità del legno, ben impregnato di vernice, che costituisce la cassa di risonanza. Ogni tanto, anzi, si sente annunziare che qualcuno ha riscoperto il « segreto » della vernice adoperata da quegli abilissimi liutai antichi, in gran parte italiani (le famiglie Amati, Guarneri, Ruggieri, Stradivari, Bergonzi, Guadagnini, ecc.); poi, non se ne sente più parlare. Ed il motivo è ovvio. E' molto verosimile che le eccellenti qualità di taluni strumenti antichi siano venute in parte maturando con l'invecchiamento, a causa delle progressive trasformazioni subite, al contatto dell'aria, e sotto l'influenza delle vibrazioni continue, dalle complesse sostanze organiche costituenti la cassa, come il legno, ma più specialmente le vernici; è molto probabile, in altri termini, che la voce attuale degli strumenti in questione sia un po' diversa (e migliore) di quella che avevano all'atto della costruzione. Rimane sempre, nei liutai antichi, il merito della grandissima cura nella scelta di legno senza difetti, lasciato perfettamente stagionare, della grandissima attenzione posta nella esecuzione di ogni particolare, dello scrupolo nella preparazione di tipi di vernice che, forse per tradizione, essi sapevano condurre a buoni risultati; ma quasi certamente essi stessi non immaginavano il grado di perfezione che i loro strumenti avrebbero spontaneamente raggiunto col volgere dei secoli. Una prova indiretta è che si è più volte constatato come i migliori strumenti antichi perdano abbastanza presto alcune delle loro buone qualità se conservati per qualche tempo al riparo dei rinnovamenti d'aria e senza essere impiegati: è il caso del famoso violino di Paganini che è conservato a Genova.

In conclusione, sarebbe solo dopo una lunghissima esperienza che si potrebbe asserire di aver ritrovato ciò che di essenziale vi era nella tecnica costruttiva degli antichi maestri liutai.

Si cerca, in generale, per evitare eccessive differenze di intensità nella emissione delle varie note, che il risuonatore « risponda » abbastanza uniformemente alle note comprese entro un dato intervallo, senza che i massimi di risonanza siano molto acuti; ed è principalmente in finenze di questo genere, raggiungibili faticosamente solo attraverso decenni di esperienza costruttiva e di tentativi, fatti con metodo e tenacia, che risiede il diverso valore degli strumenti musicali.

Non debbono dunque meravigliare nè le differenze sensibili di timbro, cioè, di *spettro acustico*, che esistono fra strumenti analoghi, ma di diversi costruttori; nè le forti differenze di struttura che possono esistere fra i suoni emessi da un medesimo strumento, a seconda della costituzione della parte vibrante <sup>(11)</sup>, della loro altezza e della forza con la quale vengano emessi: chè queste circostanze, influendo sulla attitudine del risuonatore a compiere il suo ufficio, debbono inevitabilmente ripercuotersi sulla importanza relativa del suono principale e dei suoni accessori.

Ma è il caso di passare agli esempi. In tutte le figure 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16 si sono prese come ascisse le frequenze, ma in *scala logaritmica*, anche per poter rappresentare meglio il vasto intervallo che interessa; in talune di esse (ad es., le fig. 4, 6, 12, 13...) l'intervallo di ogni ottava è stato anche diviso nei dodici intervalli corrispondenti ai semi-toni della scala temperata, sicchè l'asse delle ascisse si presenta veramente come una tastiera di pianoforte (supposti ugualmente lunghi i tasti bianchi e neri) <sup>(12)</sup>; in altre, invece, si è omissa la indicazione delle frequenze (rimanendo però sempre logaritmica la scala) per sostituirvi quella delle successive armoniche, cioè, dei successivi termini dello sviluppo di Fourier; la fig. 6 contiene, a guisa d'esempio, entrambe le indicazioni.

Nelle stesse figure 4.... 16, i segmenti di ordinata tracciati in corrispondenza di determinate frequenze stanno ad indicare la presenza delle corrispondenti armoniche; ed in ciascun

<sup>(11)</sup> E' noto che in taluni strumenti, per produrre le diverse note, si ricorre a sistemi vibranti alquanto diversi. Così, nel violino tre corde sono di budello, la quarta è di budello rivestito di una spirale metallica sottile per renderla più pesante ed atta a vibrare con frequenza minore; artifici analoghi sono impiegati nel pianoforte, ecc.

<sup>(12)</sup> Le notazioni usate per indicare l'altezza dei suoni sono quelle generalmente in uso. Si riporta qui sotto una tabella di confronto delle notazioni nostre (eguali a quelle francesi, salvo la sostituzione del *do* ad *ut*) con quelle inglesi e tedesche, aggiungendovi la indicazione delle frequenze (in vibrazioni complete) corrispondenti, nella scala temperata (assunta per  $la_3 = A_1$ , la frequenza di 435 vibrazioni complete per secondo).

La fig. 3, poi, precisa la rappresentazione delle note mediante le più comuni: chiavi musicali.

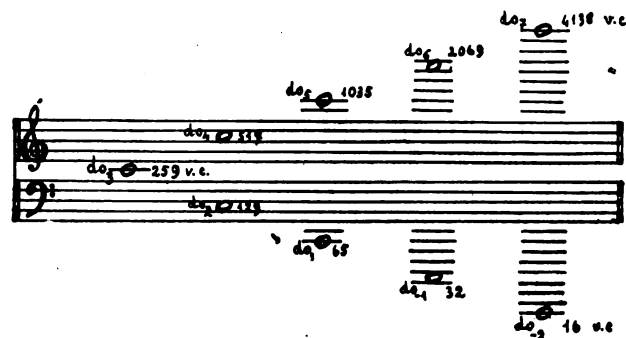




grafico la lunghezza di questi segmenti è proporzionale alla rispettiva importanza energetica, cioè ai prodotti  $f^2 \cdot a^2$ .

La tabella corrispondente alla fig. 6 costituisce un esempio di rappresentazione numerica (anziché grafica) dei risultati dell'analisi armonica, in conformità di quanto è stato accennato verso la fine del § 2; le cifre sottolineate rappresentano le importanze energetiche delle singole armoniche e sono ordinatamente proporzionali alle lunghezze dei segmenti della fig. 6.

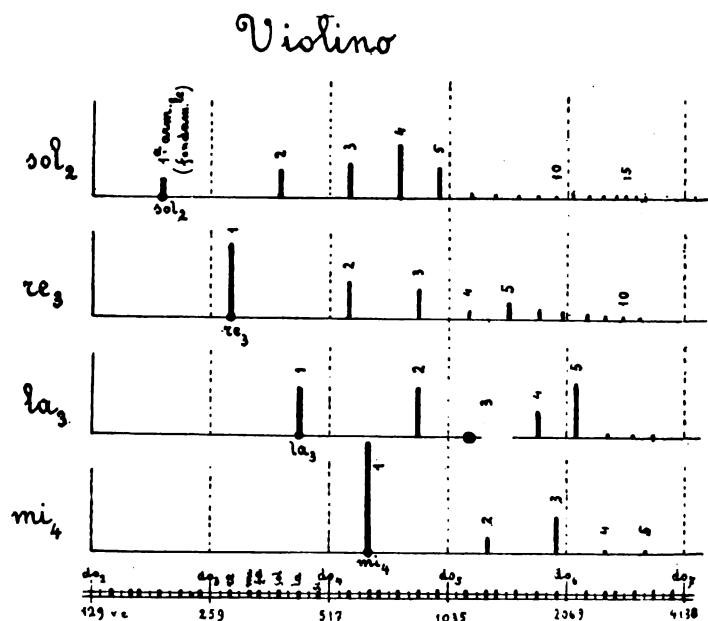


Fig. 4.

In particolare, la fig. 4 si riferisce alle quattro corde d'un buon violino, nei toni fondamentali  $sol_2$ ,  $re_3$ ,  $la_3$ ,  $mi_4$ ; e, rappresentando i risultati medi di numerose analisi, permette già di notare le grandi differenze di struttura preannunciate nel discutere del funzionamento delle varie parti d'uno strumento musicale. Mentre, difatti, la nota più acuta ( $mi_4$ ; corda di budello) è quasi pura (lo spettro comprende, oltre la nota fondamentale, assai intensa, soltanto una modesta terza armonica e le armoniche 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup>, ancora più deboli), avviene il contrario per la più bassa ( $sol_2$ ; corda di budello rivestita d'una spirale metallica), costituita essenzialmente dalle armoniche 4<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup>; la nota fondamentale ha importanza energetica relativamente molto più modesta e sono ancora sensibili altre armoniche superiori, anche oltre la decima. Questo significa che suonando la corda  $mi_4$ , lo strumento emette contemporaneamente la nota  $mi_4$  in modo intenso, la nota  $mi_4$  debolmente ed ancora più debolmente le note  $mi_3$ ,  $mi_2$ ,  $mi_1$ ; mentre invece suonando la corda  $sol_2$ , di struttura eterogenea, lo strumento emette intensamente soprattutto le note  $sol_3$ ,  $sol_4$ ,  $sol_5$ , e  $sol_6$ ; la nota fondamentale ( $sol_2$ ), che pure è quella che caratterizza l'altezza del suono, è emessa con intensità notevolmente minore; in modo più debole ma ben apprezzabile sono ancora emesse altre armoniche superiori. Per le altre due corde, lo strumento si comporta in modo intermedio, ma più prossimo a quello della  $mi_4$  (alla quale rassomigliano maggiormente, come struttura, le corde  $re_3$  e  $la_3$ ).

E' da aggiungere che suonando con una data corda una nota un po' diversa dalla fondamentale (come può ottenersi variandone la lunghezza e la tensione), lo spettro acustico si modifica, ma con una certa lentezza, perdendo solo gradatamente (in generale) la somiglianza con lo spettro primitivo.

In altri termini (ed a differenza di quanto si vedrà nel § 4 per il linguaggio), la posizione del gruppo dei suoni accessori è veramente legata a quella del suono fondamentale. Una osservazione analoga vale, più o meno, anche per gli altri strumenti.

La figura 5 si riferisce ad un flauto. Appare da essa che le note medie ed acute sono abbastanza pure, sia che vengano suonate piano ( $p$ ) sia che vengano suonate forte ( $f$ ); caratteristico è invece il comportamento delle note basse, che sono anch'esse quasi pure se suonate debolmente, mentre cambiano completamente carattere ad intensità maggiori, diventando allora prevalenti (nello strumento considerato) soprattutto la 2<sup>a</sup> e la 4<sup>a</sup> armonica.

La fig. 6 si riferisce ad una canna d'organo (nota fondamentale 260 v. c.; si tratta presso a poco della nota  $do_3$ ); essa

è utilmente completata dalla fig. 7, che rappresenta il grafico corrispondente (ottenuto dal Miller per mezzo del « Phonodeik »), di cui è stata fatta l'analisi armonica, e dalla tabella

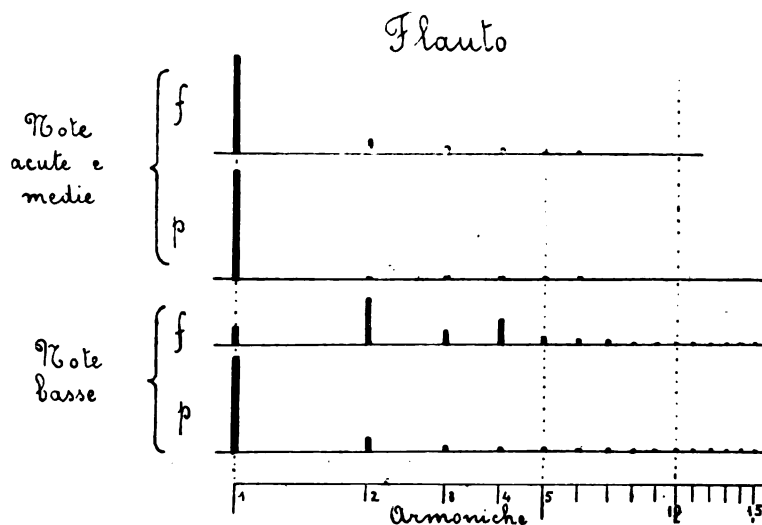


Fig. 5.

che segue, la quale riassume numericamente i risultati dell'analisi stessa, già rappresentati dalla fig. 6.

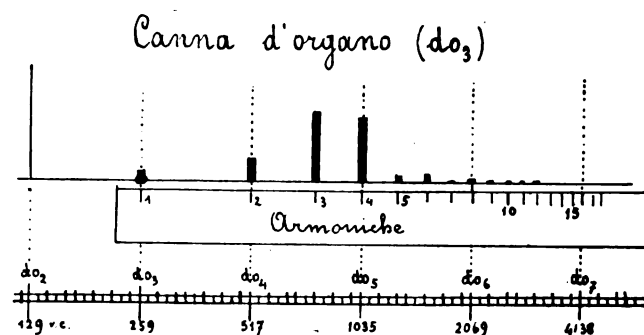


Fig. 6.

Si noterà che il suono emesso dalla canna d'organo in questione è sostanzialmente formato dalla 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> armonica della nota fondamentale. Caratteristiche dello stesso genere presen-

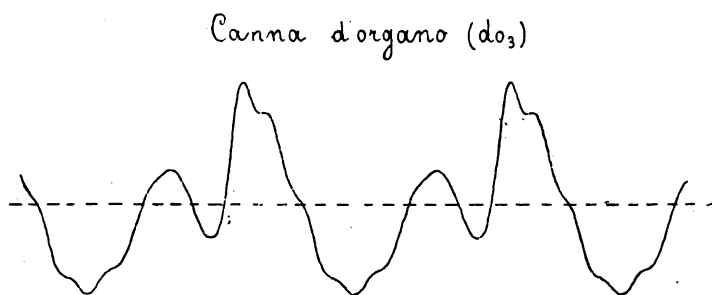


Fig. 7.

tano d'ordinario i suoni del registro medio dell'oboe, dei quali dà un esempio la fig. 8.

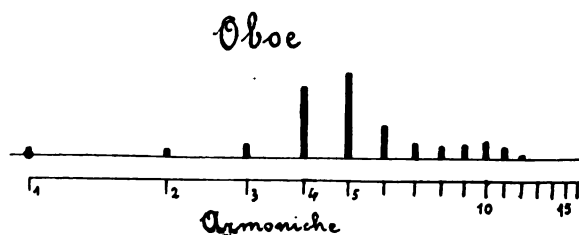


Fig. 8.

Ma la particolarità di essere costituiti, dal punto di vista energetico, soprattutto da numerose armoniche assai alte, è ancora più netta nei suoni prodotti da certi strumenti metallici a fiato, come appare dalla fig. 9, che si riferisce alle note medie d'un clarinetto in *si bemolle*. In altri ottoni, il carattere del suono varia grandemente con la maniera di suonare lo strumento e

**Esempio di analisi armonica (sino alla 10<sup>a</sup> armonica)**  
(curva figura 7)

Sorgente sonora: canna d'organo — Nota do<sub>2</sub> (263 v. c.)

Armoniche corrispondenti $n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$n, a_n =$	96,5	132	109,4	76,8	51,6	50,3	45	71,1	38,7	22,8
Coefficiente di correzione $K$	0,6	0,7	1,5	2,1	0,9	1,0	0,6	0,4	0,5	0,6
$(K, n, a_n)^2$	3352	8538	26929	26018	2153	2530	729	807	376	190
Intensità energetica in per cento										
del totale $\left( \frac{(K, n, a_n)^2}{\sum (K, n, a_n)^2} \right)$	4,7	11,9	37,6	37,4	3	3,5	1	1,1	0,5	0,3
Fase	0°	167°	109°	60°	310°	250°	182°	41°	288°	211°

con l'altezza del suono. Così, nel corno: nella figura 10, il grafico I si riferisce alla struttura media dei suoni centrali, ottenuti senza speciali artifici, e dimostra che si tratta di una serie impor-

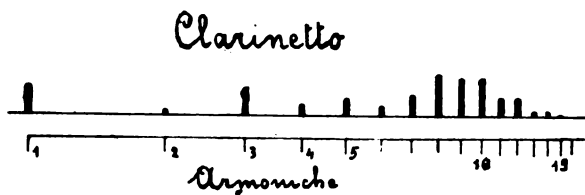


Fig. 9.

tante di armoniche, con prevalenza sensibile della fondamentale; il grafico II riguarda invece un suono molto basso (75 v. c.; è intermedio fra il  $re_1$  ed il  $re_1$  diesis), nel quale la predominanza energetica delle altre armoniche è nettissima; infine,

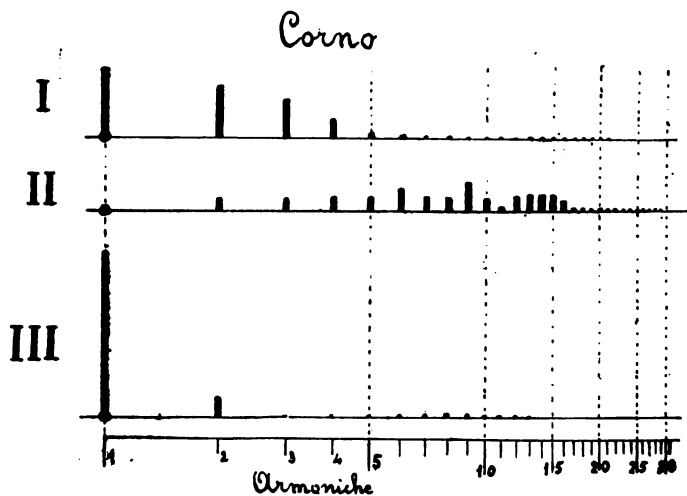


Fig. 10.

il grafico III riguarda il tipo dei suoni così detti *chiusi*, ottenuti introducendo più o meno una mano entro l'apertura finale, a padiglione, dello strumento, e dimostra che si ottengono così, d'ordinario, dei suoni pressochè puri.

#### 4. - Struttura acustica del linguaggio: "zone caratteristiche di frequenza",

Assai più vasta e complessa è la questione della struttura acustica delle varie parti del linguaggio umano, come è anche dimostrato dalla percentuale relativamente notevole di lavori accurati ma poco conclusivi che sono stati dedicati a questo soggetto dai molteplici punti di vista (fisico, fisiologico, ecc.) dai quali è possibile considerarlo. La presente nota si limiterà alla sola parte fisica della questione.

Nessun dubbio, intanto, che convenga, almeno in prima approssimazione, distinguere le così dette « vocali » dalle « consonanti ». In poche parole, si può ricordare che le prime sono abbastanza caratterizzate dalla possibilità di pronunciarle o di cantarle da sole, per un tempo notevole, sopra note fondamentali di varia altezza; si tratta dunque prevalentemente di suoni del tipo musicale, per quanto più complessi di quelli emessi dagli ordinari strumenti. Le consonanti, invece, non possono general-

mente pronunciarsi isolate, ma debbono essere compilate da una vocale; esse si presentano per lo più al nostro orecchio come modificazioni temporanee, iniziali o finali, del suono corrispondente alla vocale: hanno dunque più del « rumore » che del « suono ». Ed è noto che a seconda del carattere della modificazione, e della parte dell'apparato vocale che ha maggiore influenza sulla sua produzione, si classificano ancora le consonanti (ed indirettamente anche le « sillabe », formate dalla unione d'una consonante con una vocale) in *labiali*, *palatali*, *guturali*, ecc. Tutte queste distinzioni, per altro, non vanno prese in senso assoluto; chè se esse sono abbastanza nette in molti casi, e per le lingue più comuni, diventano assai più difficili (e forse insufficienti) quando si voglia tentarne l'estensione ad un numero maggiore di lingue parlate.

Cominciando dalle vocali, la osservazione (già fatta) che è possibile pronunciare o cantare vocali *diverse* su di una *medesima* nota fondamentale, dimostra che ciò che caratterizza ogni vocale deve risiedere nei suoni accessori che accompagnano quello fondamentale. Ma l'altro fatto che l'orecchio avverte una qualche differenza fra i suoni corrispondenti ad una *medesima* vocale, se cantata (sulla *stessa* nota) da persone *diverse*, dimostra pure che non tutti i suoni accessori debbono considerarsi come caratteristici: non certamente tutti quelli che corrispondono al particolare modo di pronunciare delle differenti persone. Che cosa è, allora, che caratterizza una vocale?

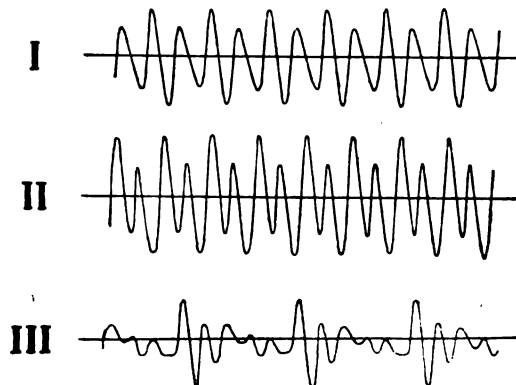


Fig. 11.

Finchè lo studio della struttura acustica dei suoni si è limitato all'esame non approfondito dei tracciati che è possibile ottenere direttamente da apparecchi come il fonautografo (od anche da apparecchi più perfetti), la questione ha fatto ben pochi progressi; chè la varietà, apparentemente inestricabile, dei tracciati che possono ottenersi, è veramente grande. Caratteristico è l'esempio della figura 11 (Miller): mentre i due tracciati superiori, di aspetto abbastanza simile, si riferiscono a due vocali *diverse* (rispettivamente la *o* della parola inglese *no*, intonata preso a poco su  $si_2$  bemolle, di 231 v. c., e la vocale *a* della parola *father*, intonata sul  $si_2$  bemolle di 462 v. c.), invece i due tracciati inferiori, così differenti, si riferiscono alla *stessa* vocale (la *a* della parola *father*, intonata rispettivamente da un soprano, sopra  $si_2$  bemolle di 462 v. c. e da un baritono, sopra  $mi_2$  bemolle, di 154 v. c.).

E' accaduto così che per molti decenni si è mantenuto un vivo contrasto fra due ipotesi opposte, ciascuna delle quali sembrava, volta a volta, prevalere sull'altra; la prima (Helmholtz, 1862-75) sostiene che ogni vocale sia caratterizzata dalla pre-

senza d'un certo numero di suoni accessori, di altezza poco variabile da persona a persona, ed indipendente dalla nota fondamentale sulla quale la vocale è intonata; nella seconda, invece, si ammette che, come avviene negli strumenti musicali (§ 3), l'altezza dei suoni accessori caratteristici dipende dalla altezza della nota fondamentale. Ma l'insieme delle ricerche sperimentali più recenti (compiute con mezzi assai più delicati e perfetti di quelli usati nei lavori anteriori), fondate sull'analisi armonica accurata dei singoli tracciati sembra avere definitivamente stabilito che è la prima delle accennate teorie che deve considerarsi come sostanzialmente giusta. Prima di esporre qualche fatto che la convalida, si deve rilevare che quando si analizzano i tracciati corrispondenti ad una stessa vocale e ad una stessa nota fondamentale, ma a persone differenti, si trovano risultati sensibilmente diversi; nè tutti i suoni accessori coincidono sempre con armoniche della nota fondamentale. E' alla relativa abbondanza, anzi, nella voce, di questi suoni *inarmenici* che si debbono i casi di voce sgradevole<sup>(13)</sup>, i quali traggono generalmente la loro origine dalle particolarità di conformazione delle cavità dell'apparato vocale. Quindi nel caso delle vocali, piuttosto che la rappresentazione grafica adoperata per gli strumenti musicali (fig. 4-10), nella quale venivano nettamente indicate, in posizione ed intensità, le singole armoniche indicate dall'analisi, è più opportuna una rappresentazione meno precisa, ma che ha il vantaggio di essere più comprensiva: quella che consiste nel tracciare la curva che riunisce gli estremi superiori delle ordinate corrispondenti ai suoni trovati mediante l'analisi, sopprimendo magari la indicazione dei singoli suoni.

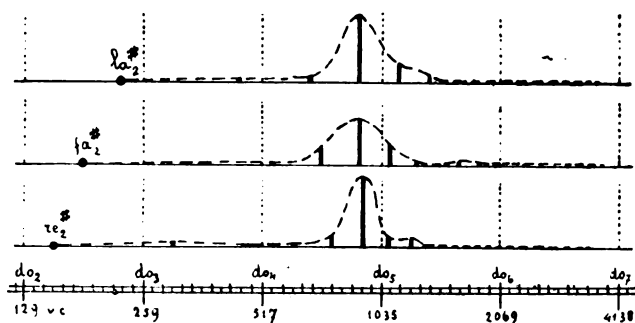


Fig. 12.

Naturalmente, queste curve non vanno interpretate nel senso che nel suono (vocale) analizzato esistano tutti i suoni corrispondenti agli infiniti punti della curva, e con intensità corrispondenti alle ordinate di ciascun punto; come, in altre parole, se lo spettro acustico delle vocali fosse « continuo » (al pari dello spettro d'emissione, in ottica, d'un solido incandescente). Esse significano soltanto che un qualsiasi suono, individuato da una certa frequenza, *se esiste* effettivamente nella vocale in questione, non può avere intensità energetica (relativamente agli altri suoni esistenti) molto diversa da quella che è indicata dalla ordinata corrispondente a quella frequenza. Se, ad es., la curva fosse molto vicina all'asse delle ascisse in un certo intervallo di frequenza, questo significherebbe che i suoni corrispondenti a quelle frequenze hanno piccolissima importanza nella struttura fisica della vocale considerata; ed inversamente. Si tratta dunque di curve che individuano, più che altro, il probabile andamento delle intensità energetiche dei singoli suoni componenti.

Ritornando alle due teorie sopra accennate, il Miller, facendo cantare la vocale *a* della parola *father* (è la nostra *a*, lunga, profonda) ad una stessa persona, successivamente sulle note *re*<sub>2</sub> diesis (155 v. c.), *fa*<sub>2</sub> diesis (182 v. c.) e *la*<sub>2</sub> diesis (227 v. c.), ha ottenuto le curve di andamento energetico illustrate dalla fig. 12 (nella quale sono anche indicati, dai segmenti di ordinata, anche i singoli suoni realmente trovati nell'analisi); ed

è ben evidente che, malgrado la diversità delle note fondamentali, in tutti e tre i casi la parte caratteristica della vocale consisteva in un gruppo di suoni accessori di frequenza compresa fra circa 700 e circa 1300 v. c., con un massimo d'intensità (prossimo alle 900 v. c.), di posizione *indipendente* dalla frequenza d'intonazione. Ripetendo l'esperienza con la stessa vocale, ma con otto differenti persone e quindi fra limiti assai più estesi di intonazione fondamentale (fra 106 v. c. e 522 v. c.)

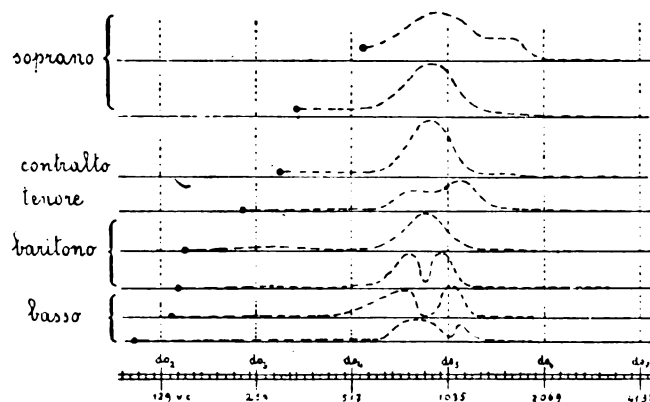


Fig. 13.

sono state ottenute le curve della fig. 13, le quali, pur attraverso le inevitabili diversità individuali, confermano indubbiamente la teoria di Helmholtz. Alle stesse conclusioni porta lo studio delle altre vocali; la fig. 14 si riferisce, ad es., alla vocale inglese *ee* (della parola *bee*), abbastanza simile alla nostra *i*, pronunciata su note assai diverse: sono qui notevoli, per altro, *due* massimi energetici: l'uno (indicato per tutte le curve) prossimo a 300 v. c., l'altro (indicato, per semplicità, in una curva sola, ma esistente, nella stessa posizione, per *tutte*) prossimo a 3000 v. c.

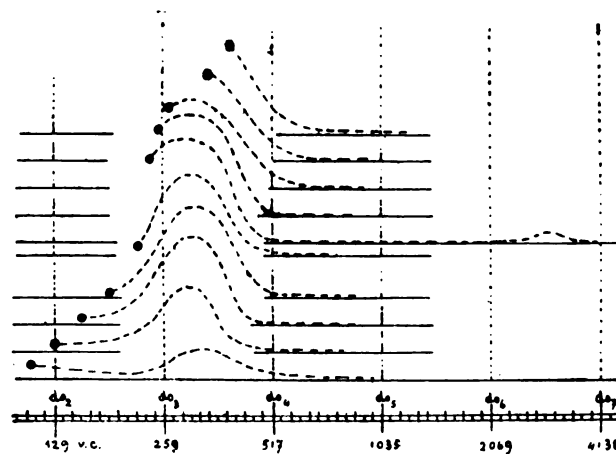


Fig. 14.

Si può dunque veramente parlare, se non di *single frequenze caratteristiche* (o « formative ») di ogni vocale, (chè troppe sono le differenze che si riscontrano da caso a caso), per lo meno di « *zone di frequenza caratteristiche* » (o « *zone formative* »), di posizione indipendente sia dalla intonazione fondamentale sulla quale si pronuncia la vocale, sia dalle particolarità individuali delle singole voci.

Le ricerche fin qui compiute (e che richiedono grande larghezza di mezzi) sulla posizione di queste zone formative, riguardano essenzialmente le vocali delle lingue inglese e tedesca, e sarebbe certamente desiderabile che potessero essere ripetute ed estese ad altre lingue. Esse permettono già di asserire, per altro, che le vocali possono dividersi in due gruppi (Miller).

Appartengono al primo gruppo le vocali di struttura acustica più semplice, caratterizzata, in poche parole, dalla esistenza d'una sola « zona formativa », il cui massimo è situato, a seconda delle vocali, fra circa 300 a circa 1000 v. c.; in questa zona è concentrata la massima parte della intensità energetica; chè alla nota d'intonazione della vocale non competono, generalmente, che poche unità per cento della intensità energetica totale.

Appartengono al secondo gruppo le vocali caratterizzate ciascuna da *due* zone formative, la prima con un massimo variabile entro gli stessi limiti già indicati per l'altro gruppo, la

(13) E' stato già accennato (§ 2) che un insieme di note riesce tanto più gradevole all'orecchio quanto più semplici sono i rapporti numerici fra le frequenze corrispondenti. Ed uno dei casi più semplici è appunto quello di una serie di successive armoniche. Questo, è vero oggi, data l'educazione atavica del nostro orecchio. Chi sa, per altro, cosa diranno al riguardo i nostri nipoti, specie se continueranno alcuni degli attuali tentativi di novità musicali ad ogni costo, la cui parola d'ordine, invece che essere « la ricerca del bello attraverso anche il nuovo », è evidentemente quella di « fare del nuovo per il nuovo »; ci vuole così poco per atteggiarsi ad « incompres »! Chi sa che i nostri nipoti non abbiano quindi a ricercare, ed a pagare a peso di cro, le voci che noi giudicheremmo le più rauche e stridule possibili!

seconda corrispondente a frequenze molto più alte, comprese (a seconda delle vocali) fra circa 1600 v. c. e circa 3500 v. c. Qualche esempio è dato dalla fig. 15, nella quale sono riprodotte, schematizzate, alcune curve di probabile andamento energetico. La curva I si riferisce alla vocale *a* in *father*; è una *a* lunga, profonda. La II al gruppo *aw* in *maw*; è un *o* lungo, con tendenza ad *a*. La curva III al gruppo *ow* in *mow*; è una specie di *ou*. La IV, al gruppo *oo* in *moo*; è un *u* lungo. La V alla *a* in *mat*; è una specie di *e* breve, aperta, con tendenza ad *a*. La VI alla *a* in *mate*; è una specie di *e* chiusa, lunga. La VII, finalmente, al gruppo *ee* in *meet*; è un *i* lungo. I primi quattro suoni appartengono al primo gruppo, ed è evidente lo spostamento della zona formativa col cambiare progressivo della vocale; gli ultimi tre, al secondo gruppo.

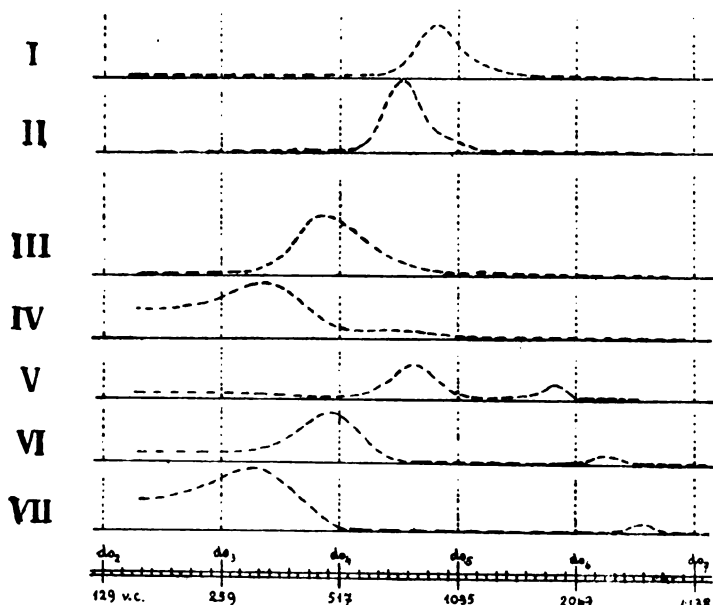


Fig. 15.

In appoggio delle considerazioni qui accennate sulla struttura acustica delle vocali e sulla importanza dei vari suoni, si possono citare anche due singolari esperienze. La prima è la seguente. E' frequente il caso in cui due o più vocali abbiano delle curve di probabile andamento energetico che si somigliano, salvo la diversa posizione della zona formativa: per es., il caso delle curve I, II, III della fig. 15. Sarebbe da attendere, allora, che se si potessero rallentare, per così dire, le vibrazioni corrispondenti ai suoni caratteristici della vocale di cui alla curva I, nel rapporto delle frequenze medie delle zone formative, la vocale I si trasformerebbe nella vocale II o nella III. Ora, questo si può fare per mezzo d'un fonografo, procurandosi prima il tracciato diretto (col disco od il cilindro in moto a velocità normale) di una delle vocali, e poi ascoltando la riproduzione fonografica, a varie velocità, del suono vocale: se si varia convenientemente la velocità del disco o del cilindro, la vocale primitivamente pronunciata viene appunto trasformata, più o meno nettamente, nelle altre.

La seconda di queste esperienze, si fonda sulla osservazione che vi sono vocali del secondo gruppo per le quali la zona formativa a frequenza bassa coincide sensibilmente con quella, unica, di una delle vocali del primo gruppo; un esempio è dato dalle curve IV e VII, oppure dalle curve III e VI della fig. 15. Se allora si trasmette la vocale VII attraverso un dispositivo filtrante opaco alle frequenze della zona formativa più acuta, non potranno essere trasmessi che i soli suoni della zona formativa più grave; ma poichè questi coincidono con quelli della vocale IV, sarà da attendere che, avendo pronunciato la vocale VII (*i* lungo) ad un degli estremi del dispositivo trasmittente, si senta invece la vocale IV (*u* lungo) all'estremo ricevente: ed è proprio questo il risultato singolare che l'esperienza conferma assai sensibilmente. Analogamente accadrebbe per le vocali VI e III.

Assai meno complete sono le ricerche relative alle consonanti: per talune di esse, quelle « esplosive » (*p*, *t*), la brevissima durata della modificazione (iniziale o finale) che esse producono nel suono delle vocali non è l'ultima delle cause della difficoltà delle indagini. In complesso, sembra (Stumpf) che anche per le consonanti possa parlarsi della esistenza di « zone formative » in senso analogo a quello accennato per le

vocali; con alcune importanti differenze, per altro, delle quali qui si riassumono le principali:

a) appartenendo le consonanti molto più al tipo « rumore » che al tipo « suono » musicale, allorchè si parla di « suoni appartenenti a zone formative di frequenza », la locuzione non è da prendere alla lettera, come può farsi abbastanza fondatamente nel caso delle vocali; va invece intesa nel senso chiarito alla fine del § 2, a proposito delle possibilità di analisi dei rumori.

b) le « zone formative » di frequenza sono meno ben delimitate che nel caso delle vocali; piuttosto, anzi, che tracciare delle vere e proprie « curve di probabile andamento energetico », aventi un significato abbastanza preciso (come nel caso delle vocali), conviene qui limitarsi ad indicazioni puramente qualitative; suddividendo, ad esempio, ogni zona formativa in due o più zone minori, in base alla variabile importanza energetica.

c) le relazioni fra i « suoni » nel senso ricordato in a) delle zone formative sono assai meno strette che nel caso delle vocali, e meno semplici sono pure i rapporti di frequenza; fra altro, non potendosi generalmente parlare di « un suono fondamentale » (« intonazione fondamentale ») della consonante, non ha nemmeno un senso preciso il cercarne eventuali armoniche.

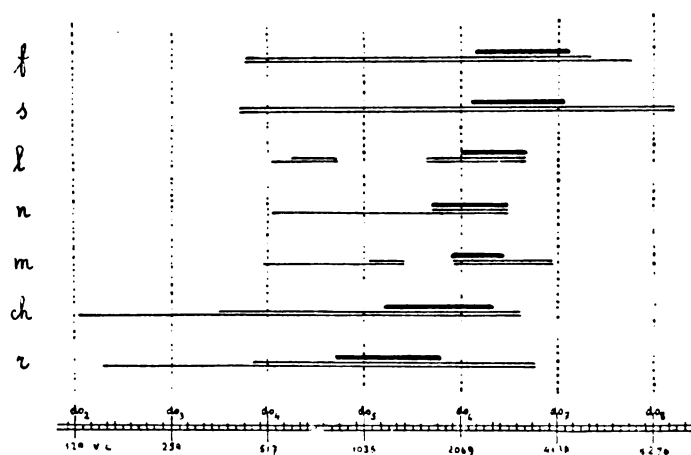


Fig. 16.

A guisa d'esempio, la fig. 16 riproduce (Stumpf) le zone formative di talune consonanti; l'essere le linee indicative semplici, doppie o triple sta ad indicare la importanza minore o maggiore, per ogni data consonante, della zona di frequenza corrispondente. E' superfluo aggiungere che questi risultati hanno subito il controllo sperimentale per mezzo del metodo accennato alla fine del § 2.

La conclusione generale che si può trarre dall'esame dell'insieme dei vari spettri acustici qui riprodotti, è che per la riproduzione o la trasmissione corretta dei suoni musicali, o del linguaggio, non è in alcun modo sufficiente il preoccuparsi soltanto della riproduzione o trasmissione delle frequenze fondamentali corrispondenti ai ristretti intervalli di funzionamento degli strumenti ed alla modesta estensione della voce umana. E' assolutamente necessario, invece, preoccuparsi anche delle frequenze, assai più elevate, che corrispondono ai suoni accessori (determinanti il timbro), od alle « zone formative ».

Saranno discusse in seguito (§ 10), anche dal lato quantitativo, le conseguenze alle quali condurrebbe, dal punto di vista della corretta intelligibilità dei suoni e soprattutto del linguaggio, una riproduzione od una trasmissione che si limitassero ad un intervallo insufficiente di frequenza.

(Continua).

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**



## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

**L. I. GIRARD — Nuovo tipo di relais a massima corrente.** (R. G. E., 5 febbraio 1927, pag. 223).

Sono noti gli inconvenienti che generalmente presentano i relais per c. c. a massima corrente destinati a funzionare con correnti di debole intensità. Questi relais presentano un gran numero di spire e di conseguenza la loro impedenza è considerevole. Al momento in cui si produce il corto circuito l'impedenza del relais è l'impedenza principale che si oppone al passaggio della corrente di corto circuito e durante il tempo di durata di quest'ultimo l'avvolgimento del relais è sottoposto all'intera tensione della rete. Può formarsi di conseguenza un arco fra l'avvolgimento e la massa che deteriora gli apparecchi posti in vicinanza e specialmente l'interruttore.

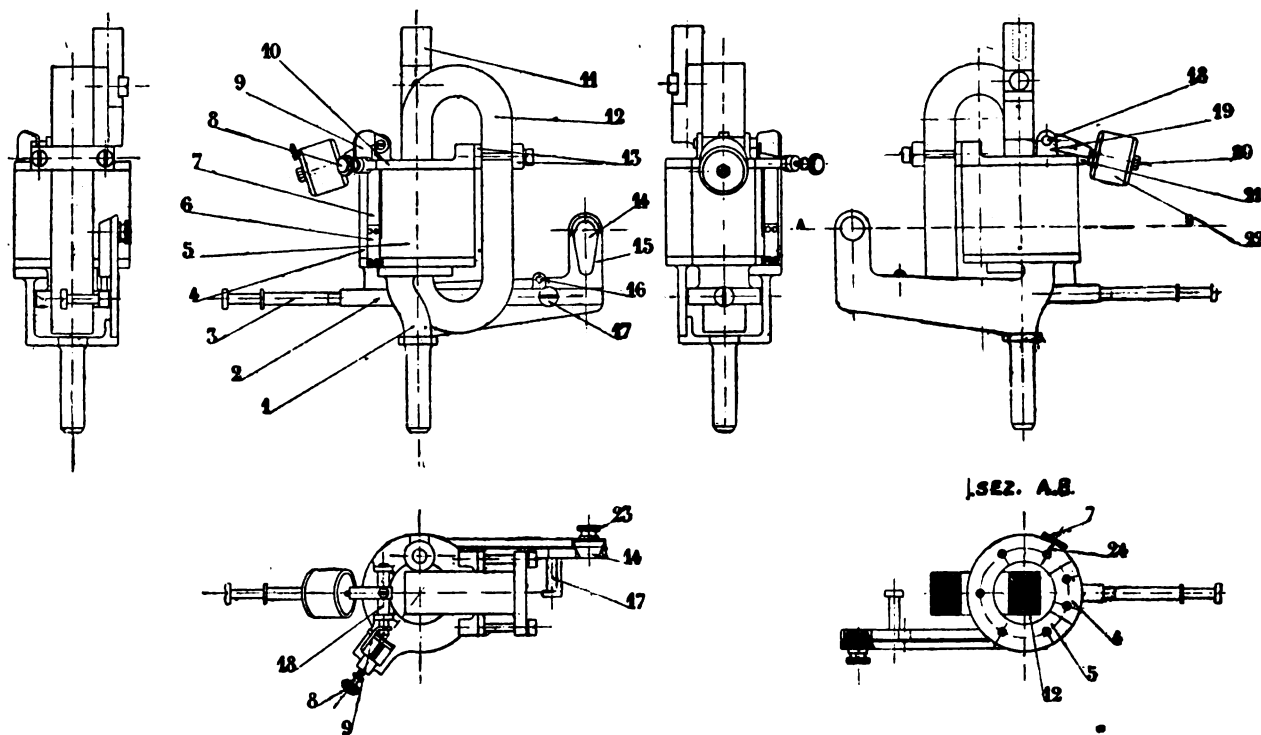


Fig. 1.

Il nuovo tipo di relais a massima corrente è stato costruito per azionare un interruttore con un centinaio di amperspire e presenta inoltre una impedenza praticamente trascurabile. Esso è costituito, essenzialmente, dal cilindro cavo (5) (fig. 1) a sezione rettangolare sul quale è avvolta la bobina del relais (12) formata da dieci a venti spire al massimo. Questa bobina è posta in serie col conduttore nel quale l'intensità di corrente dev'essere limitata. Al passaggio di una corrente troppo intensa nella bobina, il circuito magnetico eccitato attira l'armatura (4) nel suo intraferro. Questa armatura mobile intorno un asse è solidale con la leva (2) che comanda tanto il meccanismo dell'interruttore, quanto l'apertura o la chiusura dell'interruttore del circuito ausiliario.

Il circuito magnetico e l'armatura del relais sono in lamiera di ferro dolce, l'isolamento fra le lamiere è ottenuto mediante carta; esse costituiscono un cilindro (5) di un'altezza di 45 mm con un diametro esterno di 60 mm. L'interno del circuito magnetico presenta una cavità cilindrica la cui sezione circolare ha un diametro di 34 mm e serve pel passaggio del conduttore o della bobina (12). Questo relais a piccola impedenza può essere costruito per molti valori diversi dell'intensità massima di corrente.

Il funzionamento del meccanismo di interruzione è ottenuto sia tirando che spingendo gli organi intermediari di comando. Così nel relais descritto la leva (2) permette di realizzare il movimento di spinta mediante la vite (17) mentre l'asta (3) provoca il movimento di trazione. Il ritardo del relais può essere regolato con un dispositivo ritardatore qualsiasi; la parte mobile di questo si aggancia all'orecchia (16) d'acciaio di cui è munita la leva (2) di comando. La piastra in ottone (15) solidale con la carcassa (1) del relais porta la camma (14). La regolazione del meccanismo è semplicissima e si ottiene limitando la corsa della leva di disinnesto mediante la camma.

Per sostituire il nuovo relais a quelli utilizzati fino ad oggi basta aggiungere al dispositivo mobile di quelli gli organi di comando del meccanismo di interruzione.

Allorquando si produce un aumento di corrente, superiore al mas-

simo per il quale il relais è regolato, l'armatura (4) è attirata nell'intraferro del circuito magnetico per effetto dell'aumento del campo nel cilindro dovuto al passaggio della corrente attraverso il conduttore centrale o nella bobina. In queste condizioni, la leva (2), solidale con l'armatura (4), è a sua volta trascinata e produce il *disinnesto* dell'interruttore.

Il dispositivo che impedisce la richiusura consta del piccolo intraferro supplementare (24) davanti al quale si mette l'armatura (7) ausiliare che comanda l'arresto dell'armatura (4) del relais. Il dispositivo di aggancio è formato dal perno (21) suscettibile di impegnarsi in un alloggiamento dell'armatura (4) e di mantenerla attirata. Il perno è montato nell'asse mobile orizzontale (18), girevole nei supporti (19) e portante, ad una sua estremità, il pezzo (9) che appoggia sull'armatura (7) ausiliaria, mentre il braccio sostenente il perno è munito del contrappeso (22) che equilibra il sistema. L'armatura (7) è montata nella molla (6) che la mantiene staccata dal relais e la vite di regolazione (8) permette di fissare l'intraferro ausiliario al valore desiderato. Allorquando la corrente raggiunge una intensità tale per la quale è opportuno bloccare il relais, l'armatura principale (4) e quella ausiliaria (7) si spostano contemporaneamente. L'armatura (7) libera il pezzo (9) che tratteneva il perno (21) di arresto al di fuori della traiettoria della armatura (4). Il contrappeso (22) fa oscillare il sistema e allora il per-

no (21) s'impegna nell'intaccatura dell'armatura principale e la mantiene attirata. In tutti casi e per le correnti più forti la potenza consumata dal relais rimane inferiore a 1 W; l'impedenza è talmente piccola che per un relais di 10 A la caduta di tensione è dell'ordine di una frazione di volt a circuito aperto e di 1 V a circuito chiuso.

L. B.

### APPLICAZIONI AGRICOLE.

**L'elettrificazione nelle campagne.** (El. World, 8 gennaio 1927, Vol. 89, N. 2, pag. 97).

Per fornire elementi di giudizio su questo importante problema, si dovrebbe rispondere alle seguenti domande: quanti km di linee rurali sono stati costruiti in questi ultimi anni e quale ne è stato il costo, quanti nuovi utenti agricoli sono stati allacciati alla rete, quanti kW essi consumano in media, quali variazioni presentano questi risultati rispetto agli anni scorsi e quali sono le previsioni per il futuro. I dati che si hanno a disposizione, anche limitatamente agli S. U. d'America, per formulare una risposta ai vari quesiti elencati, sono pochi e discordanti e non danno l'esatta visione dei progressi realizzati.

Il costo delle linee è troppo variabile con il tipo dei pali, la tensione adottata, l'estensione della distribuzione, ecc., non può quindi essere determinato a priori.

R. R. Young della Public Service Electric and Gas Co. riferisce che il collocamento dell'energia nelle campagne resta limitato alle fattorie e alle abitazioni adiacenti alle strade e dà profitti molto modesti. Invece la Northern States Power Co. di Minnesota stima che i suoi nuovi utenti agricoli assorbiranno 125 kWh mensili ognuno: nelle linee in costruzione si avranno circa 1,75 utenti per km. Qualche fattoria consuma da 3000 a 18.000 kWh all'anno, senza tener conto dell'energia richiesta per le irrigazioni.

## ALCUNI DATI SUGLI SVILUPPI DELLA ELETTRIFICAZIONE DELLE CAMPAGNE NEGLI S. U. D'AMERICA

	Adirondach Power & Light Co.	Alabama Power Company	Central Illinois Public Service Company	Kansas City Power & Light Company	Rutland Railway Light & Power Co.	Wisconsin Power & Light Co.	Utica Gas & Electric Company	Minnesota
Numero di fattorie allacciate alla rete .....	17250	188384	60000	50000	2000	51000	4330	178400
Numero dei nuovi utenti agricoli degli ultimi venti mesi.	1870	414	575	300	100	759	200	1500
km. di rete agricola attualmente in esercizio .....	1095	444	1450	241	80	1780	196	—
km. di linea costruiti negli ultimi venti mesi .....	220	165	305	106	32	200	35	—
Costo compless. delle linee costruite negli ultimi 20 mesi.	\$ 250000	—	\$ 57500	\$ 45000	\$ 30000	—	\$ 35000	—
Consumo medio annuo di energia per utente agricolo kWh	440	800	393	190	400	500	340	540
Somma stanziata in bilancio per il servizio rurale nel 1927.	\$ 195374	—	\$ 125000	—	—	\$ 475000	\$ 79000	—
a) per cento per linee e servizio .....	92	—	80	—	—	95	95	—
b) per cento per lo sviluppo rurale .....	8	—	20	—	—	5	5	—

Più significanti risultano le notizie che seguono:

- 1) ventidue Stati hanno ora in istudio questi problemi;
- 2) diciannove Società elettriche hanno assunto un personale apposito per lo sviluppo delle reti rurali;
- 3) è divenuto più comune da parte delle Società di finanziare le linee sino a un certo limite, per modo che gli agricoltori possano disporre di denaro per l'acquisto del macchinario di utilizzazione;
- 4) sono state studiate tariffe speciali per favorire un incremento nel carico e si cerca di eliminare le disparità di prezzi in zone contigue.

Queste ultime disposizioni sono considerate fondamentali per lo sviluppo nelle campagne. Un certo numero di Società ha adottato tariffe piuttosto elevate per i primi 30 kWh e poi rapidamente decrescenti per incoraggiare un largo consumo. Mentre generalmente si ritiene che le distribuzioni rurali debbano essere attive sin dalla loro entrata in esercizio, v'è chi consiglia che in questo primo periodo debbano gli utenti delle città sopportare una parte della spesa; basterebbe in molti casi che si rassegnassero a continuare a pagare le tariffe attuali, rinunciando ai ribassi in vista.

Nei riguardi tecnici più d'uno giudica la tensione di 6600 V come minima per la rete primaria. Oggi potrebbe sembrare sufficiente una distribuzione con due soli fili, ma bisogna avere presente che in seguito sarà necessaria una rete trifase per avere un carico equilibrato. Soluzione buona sembra quella adottata in Minnesota, ove un trasformatore di 3 kVA alimenta una potenza installata di 23 kW con un picco di 7,9 kW; naturalmente questo sovraccarico così forte è temporaneo. Il trasformatore si installa nel mezzo della fattoria per diminuire le cadute e le perdite.

Risultati confortanti ha ottenuto la Puget Sound Power e Light Co. che esercisce 4600 km di linee e serve zone rurali vicine a grandi centri; essa ha attualmente oltre 6,25 utenti per km con un complessivo di circa 35.000 utenti rurali.

Bisogna notare che l'assorbimento di energia da parte delle campagne dipende dal genere di agricoltura. Così nel Kentucky si ha un consumo per ogni utente che in molti casi si aggira sui 500 kWh mensili, mentre nelle regioni ad est e ovest si hanno soltanto consumi di circa 50 kWh. La Kentucky Utilities Co. ha allacciato negli ultimi venti mesi, 247 nuovi utenti ed ha oggi oltre 320 km di fitta rete rurale di cui 22,5 km di recente entrati in esercizio. Lo sviluppo per il 1927 è stato lasciato indeterminato con il proposito di sviluppare la rete nel senso delle richieste di energia. La tabella riportata, che raccoglie i dati relativi ad alcune grandi Società esercenti negli Stati Uniti, dà un'idea dello sviluppo delle applicazioni elettriche all'agricoltura. M. Co.

## ELETTROFISICA.

## B. L. HOOVER — Il meccanismo della bruciatura dei dielettrici. (J. A. I. E. E., settembre 1926, pag. 824).

La rigidità elettrica di un isolante non è un concetto ben definito, perchè dipende fra l'altro dal tempo di applicazione della tensione e dalla forma e dimensione degli elettrodi. Tuttavia si può parlare di rigidità istantanea e, meglio ancora, di rigidità permanente, se la tensione è applicata rispettivamente un tempo brevissimo e ben definito, oppure in modo durevole. Mentre per quest'ultima valgono le leggi già note, si è rilevato che specialmente nei cavi le prove di perforazione con cimento brevissimo contraddicono alle vecchie proposizioni sulla rigidità elettrica. Secondo Hoover ciò dipende da che noi supponiamo distribuita la tensione secondo l'equazione di Laplace per un dielettrico omogeneo senza cariche, e cioè in un cavo monofase distribuita a cilindri coassiali in ragione inversa del logaritmo del raggio; il che corrisponderebbe al vero solo per tensioni lontane dalla perforazione. Invece nei cavi fortemente cementati il limite d'elasticità del dielettrico sarebbe oltrepassato ed entrerebbe in gioco la caratteristica corrente-tensione del materiale isolante.

Per questa caratteristica l'A. assume la formula empirica:

$$e = \frac{175 i}{1 + 0,1 i^2}$$

dove  $e$  è il gradiente medio di tensione in kV/mm ed  $i$  la densità della corrente di isolamento in mA/cm<sup>2</sup>. Tale formula rappresenta ap-

unto una curva analoga a quella ottenuta sperimentalmente da Wagner. Da essa l'A. ricava fra la tensione  $E$  in kV di un cavo mo-

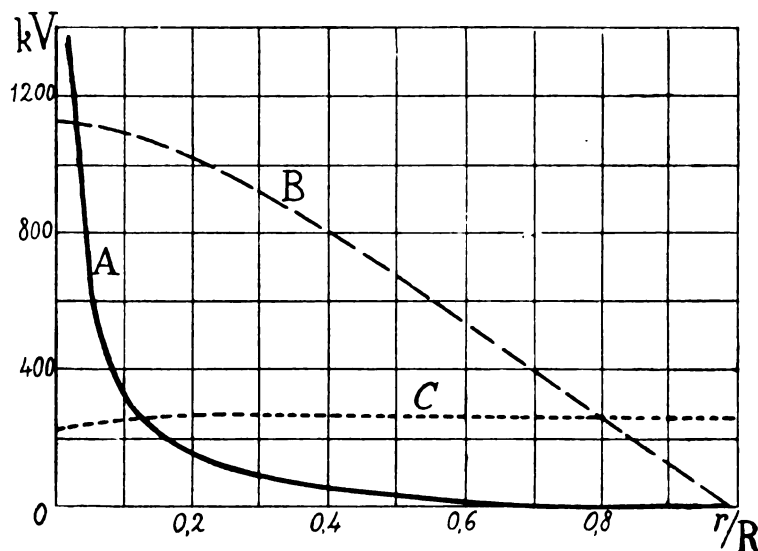


Fig. 1. — Curve teoriche della tensione di bruciatura di un cavo monofase:

A)  $r = \text{costante}$  B)  $R = \text{costante}$  C)  $R - r = \text{costante}$ .

nofase e la corrente  $I$  in mA per cm<sup>2</sup> di lunghezza del cavo, deve esistere la relazione:

$$E = \frac{175 I}{4 \pi} \ln \left( \frac{0,1 I^2 + 4 \pi^2 R^2}{0,1 I^2 + 4 \pi^2 r^2} \right)$$

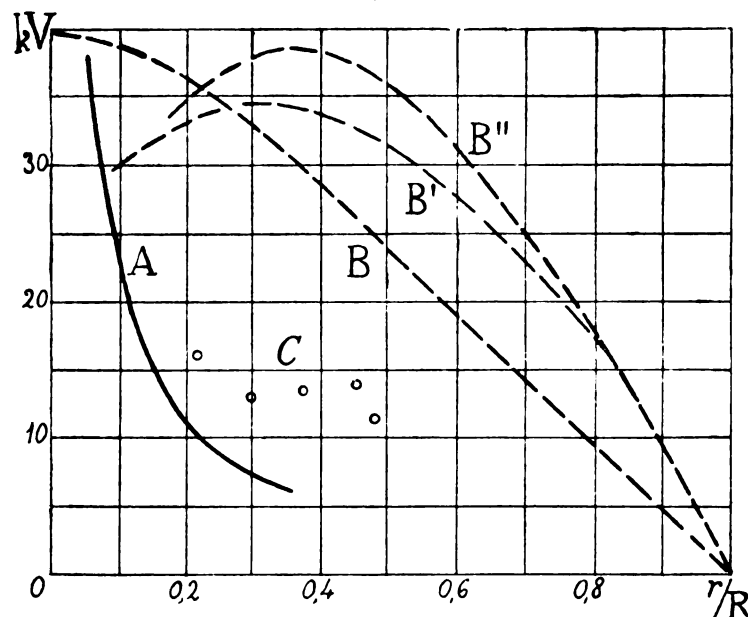


Fig. 2. — Curve sperimentali della tensione di bruciatura di un cavo monofase:

A, B, B') secondo Middleton, Dawes, Davis  
B'') secondo Wiseman  
punti C) secondo Fernie.

dove  $r$ ,  $R$  sono i raggi sul conduttore e sull'isolante. Questa è la caratteristica volt-ampère del cavo, e la bruciatura dovrebbe accadere dove quella caratteristica comincia ad esser negativa, cioè per  $\frac{dE}{dI} = 0$ . Hoover calcola così la tensione di bruciatura in funzione di  $r/R$ , otte-

nendo le tre curve della fig. 1, rispettivamente per il caso che sia tenuto costante  $r$ , oppure  $R$ , oppure lo spessore isolante  $R - r$ .

Riporta poi le curve della fig. 2 tratte dai risultati dei precedenti sperimentatori, mostrando come il confronto sia di conforto alla sua teoria. Quanto all'andamento delle curve  $B'$  e  $B''$ , Hoover cerca giustificare colla inomogeneità del dielettrico, per la quale in grossi spessori isolanti possono aversi scariche interne preliminari che abbassano la tensione di bruciatura.

\* \*

**D. E. REPLOGLE e T. M. BURKHOLDER — Studi col kenotron sull'isolamento dei cavi.** (Electr. World, 23 ottobre 1926, pag. 845).

Le misure a corrente continua come si fanno di solito sono notoriamente inadatte alla stima del grado di bontà dei cavi, sia perchè sono incapaci di rivelare difetti localizzati, sia perchè è puramente convenzionale l'assumere il valore dell'isolamento al 1° minuto. Tale valore risulta anche funzione della tensione applicata, come è venuto in chiaro dacchè si è introdotto l'uso del kenotron: infatti la resistenza d'isolamento apparisce crescere colla tensione, oltre che col tempo. Ma quando si tenga conto di questi fatti, si hanno indicazioni per nuovi metodi di misura e di stima, che ancora oggi non sono perfezionati, ma che si presentano molto promettenti.

Incominciarono alcuni anni fa Phelps e Tanzer a studiare le correnti d'isolamento con tensioni continue molto elevate. Ora gli AA., nell'Istituto di Tecnologia di Boston, hanno seguito un'altra via, che è specialmente interessante se messa in relazione col metodo sempre più in voga per determinare le perdite nel dielettrico a tensioni alternate molto alte. Essi determinarono la influenza della temperatura sulla variazione dell'isolamento colla tensione, in due bobine di cavo  $3 \times 175 \text{ mm}^2$  per 15 kV, costruite da fabbriche diverse ma secondo le stesse prescrizioni.

Dopo assunta la stessa temperatura (al che occorre da 60 a 70 ore in un ambiente a temperatura costante) veniva applicata la tensione di 5 kV col kenotron e veniva letta al galvanometro la corrente ogni due minuti, finchè non diventava costante. Questa misura era poi ripetuta a tensioni maggiori, fino a 50 kV. Nuove serie di misure vennero fatte per temperature più elevate, fino a 65° C.

Risultò intanto che, più alta era la temperatura, più lungo era il tempo occorrente a raggiungere la corrente di regime, variando questo tempo da circa 10 minuti a 23° C fino a circa 50 minuti a 65° C. Inoltre, al crescere della tensione, la corrente di perdita dapprima resta circa costante, ma da un certo punto in poi aumenta rapidamente, il che si spiega colla ionizzazione dei gas occlusi. Quando la tensione cresce ulteriormente, i gas completamente ionizzati si comportano come pure resistenze e la corrente di perdita diventa proporzionale alla tensione.

Le curve isolamento-tensione hanno perciò un tratto iniziale che sale rettilineo, ma poi si piegano e discendono rapidamente, diventando infine orizzontali. Esse hanno analogia colle curve delle perdite con corrente alternata. Al pari di quelle, anzi, al crescere della temperatura hanno il massimo più appiattito e corrispondente a tensioni sempre più alte. Sopra un cavo può inoltre riscontrarsi un abbassamento del massimo di isolamento, e uno spostamento verso tensioni più basse, per effetto di un riscaldamento del cavo e del successivo raffreddamento. Se tali analogie sono puramente esteriori, non si può definitivamente affermare, trattandosi di prove eseguite su due sole bobine di cavo.

Quanto alla costanza iniziale della corrente di perdita, l'A. tenta di spiegarla ammettendo che nell'olio, ad ogni temperatura, siano presenti joni liberatisi per « combustione libera ». Con corrente alternata difatti tale costanza non si verifica, non potendosi avere allora migrazione di joni liberi. A temperature più alte gli joni liberi sono in quantità maggiore, e ciò spiega la maggior corrente costante iniziale. Il fenomeno ricorda quello della corrente di ionizzazione in un gas colpito dai raggi X.

p. b.

.. .. CRONACA .. ..

#### CONDUTTURE.

Sui conduttori armati per apparecchi di sollevamento sono esposte interessanti considerazioni nel fascicolo di marzo delle A. E. G. Mitt. Le interruzioni d'esercizio negli apparecchi di sollevamento elettrici sono generalmente provocate da guasti nelle condutture di alimentazione, che spesso non hanno i requisiti necessari per assicurarne la resistenza contro gli agenti meccanici ed atmosferici.

Un tipo di conduttura particolarmente adatta è quella protetta da due nastri metallici avvolti ad elica: concavo quello interno e convesso quello esterno, sovrapposti, con spostamento di mezzo passo.

Questo rivestimento, senza diminuire la flessibilità della conduttura, ne protegge in modo assoluto l'isolamento, a differenza del tipo più comunemente usato costituito da una treccia metallica, che non solo non evita il passaggio della umidità, ma può provocare esso stesso

la perforazione dell'isolamento in seguito alla rottura di qualche filo metallico.

#### ELETTROTECNICA GENERALE.

Un metodo semplice per il calcolo dei fenomeni oscillatori nei circuiti in parallelo è presentato da B. S. Cain nella Gen. El. Rev. del marzo 1927. L'A. pone a base del suo metodo il confronto fra un fenomeno transitorio tipico e quello dovuto alla corrente alternata di un circuito avente una certa reattanza e la frequenza di 60 periodi. E confrontando appunto i valori della corrente in un circuito a corrente continua e in quello a corrente alternata, arriva alla conclusione che una corrente di carattere oscillatorio si comporta come una corrente alternata avente un certo valore di frequenza immaginaria. Successivamente l'A. esprime l'impedenza di un circuito a corrente alternata e, valendosi del metodo simbolico dello Steinmetz, con semplici sostituzioni ne determina il valore, che risulta un numero reale e non una quantità complessa, e ne estende il risultato all'applicazione numerica per il caso degli interruttori ultra-rapidi, come quelli adottati nella protezione delle reti ferroviarie, determinando poi, con l'ausilio delle due ben note leggi di Kirchhoff, il valore numerico delle correnti oscillatorie, che si manifestano nel circuito considerato. Il metodo si presta anche alla rappresentazione grafica.

#### LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Una nuova Rivista Tecnica « L'Ingegnere ». — Il Sindacato Nazionale Fascista Ingegneri ha iniziato la pubblicazione di una propria Rivista tecnica intitolata « L'Ingegnere » la quale è già al suo terzo numero. Di essa avremmo voluto dare notizia prima d'ora se la scarsità dello spazio disponibile nell'imminenza della preparazione del Congresso di Como non ce lo avesse impedito. « L'Ingegnere » esce mensilmente in fascicoli di grande formato, di circa 50 pagine. La direzione di esso è affidata al prof. Anastasi dell'Università di Roma, coadiuvato da un Comitato Superiore di Redazione al quale appartengono molti tecnici eminenti; di esso fa parte anche il nostro Presidente Generale, prof. G. C. Vallauri.

« L'Elettrotecnica » porge cordialmente il ben venuto al nuovo confratello augurando che esso, colla volenterosa collaborazione di tutti gli ingegneri italiani raccolti nella grande famiglia del Sindacato Nazionale, possa avere vita prospera e rigogliosa, riconfermando e diffondendo largamente la conoscenza dei titoli di merito scientifici e tecnici che il nostro Paese può vantare.

#### MATERIALI.

Riportiamo dalle A. E. G. Mitteilungen del marzo 1927 una tabella delle principali caratteristiche di tre leghe metalliche leggere in uso presso le Officine dell'A. E. G. di Oberschöneweide.

Denominazione	Resistenza kg/mm <sup>2</sup>	Allung. % $l = 11,3 \sqrt{q}$	Durezza Brinell	Peso specifico
Deutsche Legierung . . (Cu-Zn-Al)	12 ÷ 18	1 ÷ 3	55	3,0
Silumin . . . . . (Si-Al)	14 ÷ 20	5 ÷ 10	60	2,6
Elektron . . . . . (Lega al Mg)	12 ÷ 14	5	—	1,73

Tali leghe vengono largamente adoperate nella costruzione di parti di motori a scoppio ed elettrici trasportabili, nelle macchine di filatura e tessitura specie per gli organi soggetti a moto alternativo, negli apparecchi ottici e fotografici, nelle macchine da scrivere e calcolatrici, ecc. Nell'applicazione pratica bisogna tener presente che il prezzo delle leghe cresce col diminuire del peso specifico. Per quanto riguarda il comportamento ohmico, rileviamo che l'Elektron, la più leggera di queste leghe, resiste all'azione degli alcali, olii e benzine, ma non a quella degli acidi.

\*

Un materiale per la costruzione di ingranaggi, a base di tessuti di cotone bachelizzati, conosciuto coi nomi di « Textolite » e « Novotext », è preparato coi medesimi sistemi nelle Officine della General Electric Company ed in quelle dell'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft. I buoni risultati ottenuti in difficili condizioni d'esercizio, come quelle che si verificano nelle trasmissioni di motori a scoppio, hanno incoraggiato i costruttori ad estenderne l'impiego negli ingranaggi delle macchine utensili ad azionamento elettrico; campo che va acquistando un sempre maggior sviluppo in seguito alla tendenza di sostituire le trasmissioni a cinghia con singoli motori azionanti ciascuna macchina. Dal punto di vista della resistenza, durata e facilità di lavorazione, questi ingranaggi sono paragonabili a quelli costruiti col miglior acciaio al nickel-cromo.

Varie applicazioni e particolarità del « Novotext » sono messe in evidenza in un articolo dell'A. E. G. Mitteilungen del mese di marzo 1927.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### PROGRAMMA DELLA XXXII RIUNIONE ANNUALE

5-11 Ottobre 1927 - COMO - Istituto Carducci, Via F. Cavallotti

MERCOLEDÌ 5 OTTOBRE.

- Ore 14,30: Consiglio Generale dell'A. E. I.  
» 16: Comitato Elettrotecnico Italiano. - Commissioni.

GIOVEDÌ 6 OTTOBRE.

- Ore 10: Seduta inaugurale all'Istituto Carducci, con intervento delle Autorità. Celebrazione di Alessandro Volta con discorso del Senatore Prof. Corbino su un capitolo della « Fisica moderna ».  
» 14: Visita alla tomba di Alessandro Volta, corona sul mausoleo (partenza da Piazza Cavour con tram elettrico) e ritorno a Como.  
» 15,30: Seduta e lavori. Discussione Tema A.

VENERDÌ 7 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. Discussione Tema A.  
» 12: Partenza in auto per il Gruppo che si reca a visitare la Cabina all'aperto « A. Volta » di Cislago e alla Centrale di Turbigo, in costruzione, con colazione a Varese alle ore 13, gentilmente offerta dalla S. I. P. e ritorno a Como alle ore 20 circa.  
» 14: Visita per gruppo a uno dei sottototati Stabilimenti: Seterie Clerici. - Camerlata (tram elettrico). Officine Meccaniche per le Industrie Tessili ed Affini O. M. I. T. A. - Albate. Cartiere di Maslianico (tram elettrico). Fabbrica Nazionale Cementi Montadon e C. - Merone.  
» 19,30: Ritorno a Como.

SABATO 8 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. - Discussione Tema B.  
» 14: Seduta e lavori. - Discussione Tema B.  
» 19,30: Pranzo sociale all'Hotel Plinius.

DOMENICA 9 OTTOBRE.

- Ore 9: Seduta. Discorso del Prof. F. Lori: « Per una storia dell'elettricità italiana ».  
» 10: Assemblea Generale dei Soci dell'A. E. I.  
» 11: Visita all'Esposizione Voltiana. Colazione libera.  
» 16,30: Concerto Ranzato gentilmente offerto ai Soci dell'A.E.I. dal Comitato dell'Esposizione nel Salone dell'Istituto Carducci.  
» 19,30: Pranzo gentilmente offerto dal Comitato Voltiano, dal Comune di Como e dalla Società Idroelettrica Comacina.

LUNEDÌ 10 OTTOBRE.

- Escursione alla Centrale di Mese della Società Interregionale Cisalpina.  
Ore 7,30: Partenza da Como per Colico, in piroscalo speciale.  
» 10,30: Arrivo a Colico.  
» 11: Partenza dalla stazione ferroviaria di Colico, in treno speciale.  
» 11,35: Arrivo alla fermata di Mese (passerella).  
» 12: Colazione nella Centrale di Mese, gentilmente offerta dalla Società Elettrica Interregionale Cisalpina.  
» 14: Visita alla Centrale di Mese.  
» 16,30: Partenza dalla fermata di Mese per Colico, in treno speciale.  
» 17,20: Arrivo a Colico.  
» 17,40: Partenza da Colico per Como, in piroscalo speciale.  
» 19: Arrivo a Bellagio e pranzo al Grand Hôtel.  
» 21: Partenza da Bellagio.  
» 22,30: Arrivo a Como.

MARTEDÌ 11 OTTOBRE.

- Escursione a Laveno.  
Ore 8,20: Partenza per Laveno, con treno speciale, (Ferrovia Nord).  
» 9,40: Arrivo a Laveno e partenza con automezzi per gli stabilimenti della Società Ceramica del Verbano.  
» 10-12: Visita agli Stabilimenti.  
» 12,30: Colazione gentilmente offerta dalla S. A. Ceramica del Verbano.  
» 14,30: Partenza con battello speciale gentilmente offerto dalla S. A. Ceramica del Verbano, gita sul lago, visita alle Isole Borromee e al Golfo di Pallanza.  
» 17,30: Ritorno a Laveno.  
» 18,11: Partenza da Laveno per Milano.  
» 20,10: Arrivo a Milano.

### PROGRAMMA PER LE SIGNORE

GIOVEDÌ 6 OTTOBRE.

- Ore 15,30: Visita alla Bottega d'Arte della Ditta Ravasi. Manifatture: Salterio - Piatti - Francis Clivio.

VENERDÌ 7 OTTOBRE.

- Ore 9: Gita ad Argegno e Sighignola - Colazione a Lanzo - Visita alla Villa Carlotta.

SABATO 8 OTTOBRE.

- Ore 10: Riunione all'Istituto Carducci - Visita ai principali monumenti della Città: Duomo - S. Fedele - S. Abondio - Museo Giovo  
» 14: Gita a Brunate (funicolare) e visita al Faro Voltiano.  
» 17: The al Grand Hôtel Milano.

NB. - L'Istituto Carducci è il luogo di ritrovo per le visite riservate alle Signore.

\*

### PROGRAMMA TECNICO

TEMA A — Comunicazioni elettriche.

Relazioni:

- G. DI PIRRO: Lo stato attuale della telefonia a grande distanza. (*L'Elettrotecnica*, n. 23-24 del 15-25 agosto 1927, pag. 525, e n. 25 del 5 settembre 1927, pag. 593).  
G. DI PIRRO: Le perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici e telefonici delle linee ad alta tensione e a forte corrente.  
A. FARANDA: La telefonia urbana e i sistemi automatici. (*L'Elettrotecnica*, n. 27 del 25 settembre 1927, pag. 684).  
G. PERILLI: Lo sviluppo della telegrafia sottomarina. (*L'Elettrotecnica*, n. 28 del 5 ottobre 1927, pag. 701).  
C. ALBANESE e T. MAZZUCCA: I sistemi telegrafici moderni. (*L'Elettrotecnica*, n. 27 del 25 settembre 1927, pag. 645).  
G. PONTI: Il problema telefonico in Italia. (*L'Elettrotecnica*, n. 20 del 15 luglio 1927, pag. 452).  
G. PESSON: La rete telefonica italiana interurbana in cavi. (*L'Elettrotecnica*, n. 21 del 25 luglio 1927, pag. 473).  
U. BORDONI: Struttura fisica dei suoni e loro percezione. (*L'Elettrotecnica*, n. 28 del 5 ottobre 1927, pag. 733).  
G. PESSON: Considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche. (*L'Elettrotecnica*, n. 27 del 25 settembre 1927, pagina 666).

Comunicazioni:

- F. AJANI: Fondamenti di una teoria dei circuiti, con speciale riguardo a quelli telefonici.  
C. BACCHINI: Sulla misura della lunghezza d'onda nelle stazioni di radiodiffusione.  
V. GORI: Induzione mutua fra circuiti e velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche. (*L'Elettrotecnica*, n. 14 del 15 maggio 1927, pag. 305).  
V. GORI: Sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici.  
C. MATTEINI: Rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti. (*L'Elettrotecnica*, n. 22 del 5 agosto 1927, pag. 501).  
G. PESSON e T. GORIO: Impiego dell'oscillografo per lo studio delle correnti radiotelegrafiche.  
G. PESSON - G. MONTEFINALE: Il centro radiotelegrafico di Roma. (*L'Elettrotecnica*, n. 19 del 5 luglio 1927, pag. 413).  
G. VALLAURI: Confronti fra misure di frequenza, per mezzo dei piezorisonatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 20 del 15 luglio 1927, pagina 445 e n. 27 del 25 settembre 1927, pag. 682).  
F. VECCHIACCHI: Taratura dei cimosetri radiotelegrafici. (*L'Elettrotecnica*, 15 maggio 1927, n. 14, pag. 298).  
C. IACOBACCI: Telefonia a onde convogliate.

TEMA B — Isolamento delle grandi linee.

Relazioni:

- E. ALESSANDRI: Sulla tecnica degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 21 del 25 luglio 1927, pag. 488).  
A. DALLA VERDE: Particolari e accessori delle catene di isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 25 del 5 settembre 1927, pag. 565).  
G. SILVA: Isolatori passanti per altissime tensioni. (*L'Elettrotecnica*, n. 18 e 19, 25 giugno e 5 luglio, pagg. 401 e 420).  
S. BROGGI: Isolatori in porcellana, in vetro ed in pyrex per linee ad alta tensione.  
G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO: Sul così detto invecchiamento degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 619).  
F. MOTTI: Sulle prove degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 626).  
E. SEMENZA: Conduttori per linee ad altissima tensione. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre 1927, pag. 613).  
G. CERILLO - B. FOCACCIA - L. SELMO: Sul collegamento a terra del neutro negli impianti ad alta tensione. (*L'Elettrotecnica*, n. 28 del 5 ottobre 1927, pag. 724).

Comunicazioni:

- L. BOSONE: Cavo per linea a 75.000 volt. (*L'Elettrotecnica*, n. 26 del 15 settembre, pag. 629).  
L. SELMO: Sul selezionamento termico degli isolatori. (*L'Elettrotecnica*, 15 marzo 1927, n. 8, pag. 176).



- G. SOMEDA: Attraversamento delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria. (*L'Elettrotecnica*, n. 26, 15 settembre 1927, pag. 634)
- E. ALTMANN: Proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione.
- S. SILVA: Il comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna. (*L'Elettrotecnica*, del 25 giugno 1927, n. 18, pag. 411).

#### Norme per le Comunicazioni Tecniche.

1) Saranno ammesse alla discussione durante le sedute del Congresso soltanto quelle Memorie che siano state presentate in tempo per essere pubblicate sul giornale o almeno in bozze. Le bozze delle Memorie saranno distribuite ai Soci all'atto dell'iscrizione.

2) Le Memorie non verranno lette nelle Sedute del Congresso. Verranno concessi dieci minuti ad ogni Autore o suo delegato per riassumerle brevemente. Seguirà la discussione, alla quale ciascun socio ha diritto di partecipare.

## Commissioni e Comitati dell'A. E. I.

### COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

**Presidente:** Il Presidente Generale.  
**Vice Presidenti:** I Vice Presidenti Generali.  
**Membri:** I Presidenti delle Sezioni.  
**Segretario:** Il Segretario Generale

### COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

**Presidente:** Il Presidente Generale.  
**Membri:** I Vice Presidenti Generali - I Redattori dell'«Elettrotecnica».  
**Segretario:** Il Segretario Generale.

### COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

(Organo Nazionale della Commissione Elettrotecnica Internazionale)

#### Presidenza.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — Del Buono Ing. Comm. Ulisse, Grassi Prof. G., Vallauri Prof. G., Vice Presidenti — Barbagelata Prof. Ing. A., Segretario.

#### Delegati dai Ministeri e dagli Enti pubblici

Bardeloni Ing. Ten. Col. Cesare (Ministero Guerra) — Barducci Comm. Ing. Federico (Ministero Lavori Pubblici) — Bianchi Ing. Cav. Uff. Giuseppe (Ferrovie Stato) — Ceradini Ing. Emilio (Ministero della Marina) — Di Piro Comm. Prof. Giovanni (Ministero delle Comunicazioni) — Montù Ing. Prof. Carlo (Ministero dell'Economia Nazionale).

#### Delegati dell'A. E. I.

Alessandri Ing. Eugenio — Anastasi Ing. Anastasio — Ascoli Ing. Mario — Bordini Ing. Ugo — Bosone Ing. Luigi — Campos Ing. Gino — Cantù Ing. Alberto — Carcano Ing. Franco Emilio — Carlini Ing. Umberto — Catenacci Ing. Gino — Cehovin Ing. Giovanni — Cenato Ing. Giuseppe — Civita Ing. Domenico — Clerici Ing. Carlo — Colombo Ing. Vitaliano — Correggiari Ing. Francesco — Cuccoli Ing. Giovanni — Dalla Verde Ing. Agostino — De Marchi Ing. Giulio — D'Henry Ing. Cesare — Dina Ing. Alberto — Dvorseg Ing. Mario — Emanueli Ing. Luigi — Fachini Prof. Stefano — Fano Ing. Guido — Ferraris Ing. Lorenzo — Ferrerio Ing. Piero — Ferretti Ing. Ernesto — Forti Ing. Angelo — Furlanelli Ing. Lorenzo — Ganassini Ing. Gaetano — Garibaldi Ing. Cesare — Guastalla Ing. Guido — Jacobini Ing. Oreste — Lori Ing. Ferdinando — Manfredi Ing. Francesco — Martinez Ing. Giulio — Masarelli Ing. Francesco — Micchiardi Ing. Bernardo — Morelli Ing. Ettore — Motti Ing. Francesco — Neri Ing. Giuseppe — Norsa Ing. Rencò — Palestino Ing. Carlo — Peretti Ing. Ettore — Pernigotti Ing. Giacomo — Pession Ing. Giuseppe — Pitter Ing. Antonio — Ratti Ing. Natale — Rebora Ing. Gino — Revessi Ing. Giuseppe — Sarti Ing. Cristiano — Sartori Ing. Giuseppe — Scarpa Prof. Oscar — Selmo Ing. Luigi — Semenza Ing. Guido — Semenza Ing. Marco — Soleri Ing. Elvio — Vallauri Ing. Riccardo — Vannotti Ing. Ernesto — Ucelli Ing. Guido.

### COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO.

Bordini Ing. Prof. U., Presidente (Min. Econ. Nazionale) — Sospiro Ing. E., Vice Presidente (A.I.G.A.) — Semenza Ing. Guido, Vice Presidente (A.E.I.) — Via Ing. G., Segretario-Cassiere (F.E.D.I.N.G.A.S.). — Membri: Arnò Ing. Prof. R. (Min. Pubblica Istruzione) — Ceradini Ing. E. (Min. Marina) — Sartori Ing. Prof. G. (A.E.I.) — Clerici Ing. C. (Id.) — Peri Ing. G. (Id.) — Cenato Ing. G. (U.N.I.E.L.) — Chiesa Ing. T. (Id.) — Civita Ing. D. (Id.) — Venturini Ing. P. (Id.) — Bisazza Ing. G. (U.N.I.E.L.) — Clerici Ing. G. (Id.) — Fano Ing. G. L. (Id.) — Locatelli Ing. G. (Id.) — Böhm Ing. M. (A.I.G.A.) — Cesari Ing. C. (Id.) — Vianello Ing. E. (Id.) — Della Casa Ing. U. (F.E.D.I.N.G.A.S.) — Pacchioni Ing. A. (Id.) — Sales Ing. S. (Id.) — Cheftel Ing. G. (Soc. Gen. Elett. Sicilia) — Puccioni Ing. C. (Az. Elett. Municipale di Roma) — Malaspina Ing. T. (Comp. Gener. di Elettricità) — Pellò Ing. L. (Soc. Lamp. Edison Clerici) — Muggia M. (Philips) — Danesi Ing. S. (Osram).

## ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

### Presidenza Generale

Presidente Generale . . . Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo.  
 Vice Presidenti Generali . . . Sartori Ing. Prof. Giuseppe Bordini Ing. Prof. Gr. Uff. Ugo  
 Segretario Generale . . . Selmo Ing. Luigi  
 Segretario della Presidenza . . . Comboni Ing. Giuseppe  
 Vice Segretario Generale . . . Nizza Ing. Fernando  
 Cassiere . . . Pugno Vanoni Ing. Enzo Vismara Ing. Arturo

### Presidenti antecedenti

Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) — Ing. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) — Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) — Ing. Guido Semenza (1915-1917) — Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920) — Ing. Ulisse Del Buono (1921-1923) — Ing. Prof. Giuseppe Sartori (1924-1926).

### CARICHE DELLE SEZIONI

#### 1. - Sezione di Bari

Presidente . . . Romanazzi Domenico  
 Vice Presidente . . . Cafaro Nino  
 Segretario . . . Squicciarini Domenico  
 Cassiere . . . Alicino Salvatore

#### CONSIGLIERI

Corigliano Luigi — Squicciarini Domenico  
 Chieco Rodolfo — Tabernacolo Nicola  
 Messeri Angelo — Vergnano Emilio

#### CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Alloisio Vincenzo — Battaglia Mario  
 Ascoli Mario — Centonze Angelo

#### 2. - Sezione di Bologna

Presidente . . . Rimini Cesare  
 Vice Presidente . . . N. N.  
 Segretario . . . Venturi Filippo  
 Cassiere . . . Rubini Francesco

#### CONSIGLIERI

Amaduzzi Lavoro — Finzi Carlo  
 Candi Gino — Graziani Paolo  
 Ciampolini Nelson — Levi Giorgio

#### CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Calzoni Alfredo — Modè Gaetano  
 Cricca Pier Felice — Righi Aldo  
 Giandotti Mario — Romagnoli Tito  
 Lucini Angelo — Silva Angelo

#### 3. - Sezione di Catania

Presidente . . . Fusco Francesco  
 Vice Presidente . . . Drago Ernesto  
 Segretario . . . Cutore Emanuele  
 Cassiere . . . Cutore Emanuele

#### CONSIGLIERI

Arena Gaetano — Clementi Ignazio  
 Bellia Concetto — Ghisi Icilio  
 Buscemi Gaetano — Cuoco Guido

#### CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Campetti Adolfo — Piazzoli Emilio  
 Patané Giuseppe

#### 4. - Sezione di Firenze

Presidente . . . Martinez Giulio  
 Vice Presidente . . . Cuttica Amedeo  
 Segretario . . . Sarti Guglielmo  
 Cassiere . . . Sermanni Vittorio

#### CONSIGLIERI

Baldacci Ettore — Grilli Oscar  
 Bizzarri Rodolfo — Minuti Fiorenzo  
 Ginori Venturi Roberto — Monteverde Aurelio  
 CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE  
 Banti Gioachino — Mondolfi Alberto  
 Elena Bebastiano — Picchi Alberto

**5. - Sezione di Genova**

Presidente . . . Gonzales Tito  
 Vice Presidente . . . Cornelio Antonio M.  
 Segretario . . . Lombardo Giambattista  
 Cassiere . . . Bonaria Leonello

**CONSIGLIERI**

Cereti Domenico — Lanza Agostino  
 Cittadini Federico — Questa Felice  
 Gatto Aldo — Visentini Ugo

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Comola Alessandro — Vallauri Riccardo  
 Marchi Arrigo — Verna Gaetano  
 Profumo Dario — Zambellini Michele  
 Queirolo Rinaldo — Zanini Mario  
 Rossi Luigi Vittorio

**6. - Sezione di Livorno**

Presidente . . . Salvini Giuseppe  
 Vice Presidente . . . Neri Giuseppe  
 Segretario . . . Paoletti Angelo  
 Cassiere . . . Paoletti Angelo

**CONSIGLIERI**

Danieli Ausonio — Ruelle Ugo  
 Gaio Orfeo — Vallauri Giancarlo  
 Paris Michele — Visconti Ezio

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Baduel Giulio — Liguori Pirro  
 Coppadoro Guido — Montanari Corrado  
 Gasparini Silvio

**7. - Sezione di Milano**

Presidente . . . Emanuelli Luigi  
 Vice Presidente . . . Manfredi Francesco  
 Segretario . . . Sesini Enrico  
 Cassiere . . . Gorla Giuseppe

**CONSIGLIERI**

Bauchiero Giuseppe — Locatelli Giuseppe  
 Bottani Ercole — Rebera Gino  
 Correggiari Francesco — Taccani Alessandro

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE :**

Emanuelli Luigi — Iado Gino  
 Arcioni Vittorio — Massarelli Francesco  
 Bacchini Cesare — Mina Carlo  
 Banfi Enrico — Norsa Renzo  
 Barassi Vittorio — Palestrino Gustavo  
 Bellincioni Giovanni — Perego Arturo  
 Biffi Emilio — Pirelli Alberto  
 Bovone Edoardo — Putato Eugenio  
 Campos Gino — Ratti Natale  
 Catenacci Gino — Rigatti Gian Antonio  
 Clerici Carlo — Rossi Francesco  
 Cocco Vittorio — Simonotti Oreste  
 Covi Adolfo — Soldini Mario Giuseppe  
 Damiani Gaetano — Ucelli Guido  
 De Andreis Luigi — Vannotti Ernesto  
 Giorgi Gualtiero — Vismara Emirico

**8. - Sezione di Napoli**

Presidente . . . Cangia Giuseppe Domenico  
 Vice Presidente . . . Focaccia Basilio  
 Segretario . . . Gigante Carlo  
 Cassiere . . . Saggese Achille

**CONSIGLIERI**

Bourelly Guido — Guerra Carlo  
 Carlevaro Enzo — Rossi Ettore  
 Filangeri Roberto — Selmo Luigi

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Bonghi Mario — Maffezzoli Alfonso  
 Cenato Giuseppe — Mastrangelo Vincenzo  
 Coppola Mario — Motti Francesco  
 Forges Davanzati Arturo — Perelli Pier Vincenzo  
 Gambardella Guido

**9. - Sezione di Palermo**

Presidente . . . Buttafarri Gaetano  
 Vice Presidente . . . Lo Presti Stefano  
 Segretario . . . Casella Attilio  
 Cassiere . . . Tomasini Francesco

**CONSIGLIERI**

Bergmann Emanuele — Rocco Renato  
 Bonaccorsi Eugenio — Santangelo Gian Battista  
 Consiglio Luigi — Senn Edoardo

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Dina Alberto — Trossarelli Ottavio  
 Masticchi Felice

**10. - Sezione di Roma**

Presidente . . . Salvadori Riccardo  
 Vice Presidente . . . Fano Guido  
 Segretario . . . Asta Antonino  
 Cassiere . . . Capuano Guido

**CONSIGLIERI**

Bordoni Ugo — Novi Michelangelo  
 Ceradini Emilio — Schupfer Francesco  
 Lombardi Luigi

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Biagini Augusto — Faranda Alberto  
 Cesari Ettore — Magagnini Giacomo  
 Civita Domenico — Passeri Salvatore  
 Del Buono Ulisse — Peretti Ettore  
 Di Cave Vito Simone — Urbinati Mario  
 Di Pirro Giovanni — Virgili Enea

**11. - Sezione Sarda**

Presidente . . . Silva Silvio  
 Vice Presidente . . . Simonetti Riccardo  
 Segretario . . . Lixi Delogu Gaetano  
 Cassiere . . . Lombardini Giuseppe

**CONSIGLIERI**

Binaghi Angelo — Donadio Enrico  
 Brotzu Giovanni — Sisini Francesco

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Rudas Pietro — Vecelli Cesare

**12. - Sezione di Torino**

Presidente . . . Arigo Giuseppe  
 Vice Presidente . . . Pavia Nicola  
 Segretario . . . Cicogna Giampiero  
 Cassiere . . . Morbiducci Dario

**CONSIGLIERI**

Bertolazzi Carlo — Dalla Verde Agostino  
 Bertoldo Carlo — Giaccone Griva Michele  
 Busso Carlo — Stanzani Carlo

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Biroli Rinaldo — Palestrino Carlo  
 Bordiga Clemente — Parmeggiani Giuseppe  
 Formica Antonio — Paschetto Virgilio  
 Goffi Felice — Orsi Alessandro  
 Lisco Carlo — Sodano Carlo  
 Lutz Hans Gustavo — Venturini Pio  
 Morelli Ettore

**13. - Sezione di Trento**

Presidente . . . Bongiovanni Andrea  
 Vice Presidente . . . Dalla Valle G. B.  
 Segretario . . . Chinatti Carlo  
 Cassiere . . . Candotti Giuseppe

**CONSIGLIERI**

Heren Leo — Montagna Alessandro  
 Moggio Arturo — Stolicis Tommaso

**CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE**

Gianferrari Prospero — Lanzingher Arturo

**14. - Sezione di Trieste**

Presidente . . . Granata Riccardo  
 Vice Presidente . . . Carnera Luigi  
 Segretario . . . Hraos Guido  
 Cassiere . . . Brivonese Carlo

**CONSIGLIERI**

Chiandussi Luigi — Mushka Massimiliano  
 D'Enry Cesare — Pedretti Carlo  
 Mauro Romano — Tomatis Pio Luigi



# L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *Dopo la Riunione di Como.*

Ancora una volta abbiamo il piacere di poter constatare il brillantissimo successo di una riunione annuale dell'A.E.I.: anche la XXXII<sup>a</sup> ha infatti superato ogni più legittima aspettativa.

Dal punto di vista del successo generale è ormai notorio che bisogna nettamente distinguere, nelle riunioni sociali, quelle tenute nelle grandi città che, colle loro molteplici attrattive, influiscono grandemente ad aumentare il numero degli intervenuti, da quelle che trovano sede nei centri minori, come, in questi ultimi anni, le riunioni di Spezia, di Brescia e l'attuale. Ora, coi suoi più che 350 partecipanti questa riunione di Como rappresenta un cospicuo risultato materiale, mentre l'ormai tradizionale cordialità che sempre regna nei nostri Convegni ha assicurato il migliore successo a tutte le riunioni non tecniche, a tutte le visite e a tutte le gite, favorite anche dalle più splendide giornate autunnali che mai potessero desiderarsi.

Ma è soprattutto sotto il punto di vista tecnico che il successo della riunione ha potuto affermarsi. Come già più volte abbiamo notato, forse mai, per nessuna delle passate riunioni sociali, si potè raccogliere tanta messe di relazioni e di memorie così ben coordinate agli scopi del Congresso; mai certamente abbiamo assistito a discussioni così organiche ed equilibrate fra un così grande numero di partecipanti. Il progresso in tale direzione era già sensibile da diversi anni; ma quest'anno, possiamo dirlo, si è fatto un vero salto in avanti. Daremo nel prossimo numero la consueta Cronaca della Riunione e potremo, allora, ritornare sui punti più salienti emersi dalle succose discussioni di Como.

### *L'odierna crisi della fisica.*

Intanto possiamo rilevare il grande successo della seduta inaugurale, nella quale al felicissimo discorso del Presidente generale, seguì la brillante Conferenza del Prof. CORBINO di cui siamo lieti di poter già oggi pubblicare il testo completo. Ci era stato facile prevedere, nello scorso numero, che il Prof. Corbino avrebbe trattato in modo magistrale il tema assunto; ma non avremmo potuto immaginare un godimento così intenso come quello che il Corbino ha saputo dare per quasi un'ora agli intenti ascoltatori. Il senso quasi di malessere prima, di sbigottimento poi di fronte ai fieri colpi portati in questi ultimi anni all'edificio delle cognizioni scientifiche che ci eravamo ormai abituati a considerare come definitivo; lo stupore davanti ai guizzi di luce — veri lampi di genio — che già spezzano qua e là le nuove tenebre; il senso di orgoglio infine per le mirabili nuove conquiste dell'ingegno umano che già lasciano intravedere la ricostruzione di un nuovo, più solido edificio, sulle rovine dell'antico; tutto fu reso dal Corbino in modo superbo, mentre la sua mirabile lucidità di esposizione dava a tutti l'impressione di poter afferrare anche i più ardui problemi che la fisica moderna affronta e risolve.

Siamo certi che scorrendo il testo della Conferenza, coloro che non ebbero la fortuna di assistere alla seduta, (è il caso di dire una volta di più che gli assenti hanno sempre torto!) si renderanno ragione del plauso veramente entusiastico che ha salutato il Corbino alla fine del suo dire.

### *La struttura dei suoni e la loro percezione.*

Proseguendo nella pubblicazione dei contributi alla riunione, completiamo oggi la memoria del collega BORDONI.

Sono assai pochi i capitoli della Fisica che in questi ultimi anni abbiano fatto, spinti dalla necessità delle applicazioni tecniche, progressi così grandi e così radicali come quello che riguarda la struttura fisica dei suoni e la loro percezione da parte dell'orecchio. E poichè i trattati generali, anche recentissimi, non contengono generalmente, in proposito, che notizie del tutto insufficienti (quando non sono inesatte), non poteva mancare in un Congresso destinato alle comunicazioni elettriche, una relazione la quale esponesse, in forma necessariamente concisa, lo stato attuale delle nostre conoscenze sull'argomento. Nell'esporre i risultati fondamentali sopra i quali l'accordo può ritenersi raggiunto, il Bordini non ha mancato nè di coordinarli il più possibile, in guisa da farne un insieme organico; nè di chiarire certi punti delicati, sopra i quali spesso si sorvola volentieri; nè infine, di discutere talune questioni, tutt'ora incompletamente definite, in guisa da orientare il lettore sulla reale importanza e sul significato dei risultati già raggiunti e sulla direzione nella quale sarebbero desiderabili indagini ulteriori.

### *Filtri elettrici.*

L'argomento dei filtri elettrici o dei circuiti in catena ha assunto negli ultimi anni una notevole importanza per le applicazioni che di tali circuiti si fanno nella tecnica delle comunicazioni elettriche tanto su fili, quanto senza fili. La letteratura si è rapidamente arricchita di studi e teorici e sperimentali sull'argomento; perfino speciali trattazioni matematiche sono state ideate e sviluppate per agevolare la soluzione dei problemi relativi ai nuovi circuiti. Mancava tuttavia nella nostra letteratura uno studio riassuntivo, che raccogliesse in piccola mole la parte sostanziale delle nozioni ormai acquisite sull'argomento. Tale studio è stato compilato per la nostra Riunione di Como dal collega Ing. GORI e ne iniziamo la pubblicazione in questo fascicolo, convinti di far cosa gradita a molti lettori, che potranno così con sforzo relativamente lieve, mettersi al corrente di una questione di importanza e di attualità, suscettibile di sviluppi anche in altri campi della tecnica.

LA REDAZIONE.

**L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.**



## □ LA CRISI ODIERNA DELLA FISICA □

O. M. CORBINO



Conferenza alla XXXII Riunione Sociale  
Como - 6 ottobre 1927

La seconda metà del secolo decimonono aveva apportato alla Fisica teorica una sistemazione che sembrava definitiva. Stabilito il dominio sicuro della Termodinamica sulla totalità dei fenomeni fisico-chimici, l'applicazione dei suoi principi costituiva una guida infallibile nella previsione qualitativa e quantitativa dei fatti osservabili. La termodinamica taceva bensì sul meccanismo profondo dei fenomeni; ma altre teorie provvedevano largamente a fornire schemi soddisfacenti per la loro interpretazione: basti ricordare fra tutte la teoria cinetica della materia e la teoria elettromagnetica della luce, a creare le quali si era profuso il genio di Boltzmann e di Maxwell.

Se le teorie apparivano definitivamente stabilite, non perciò ne era cessata la fecondità; e una serie ininterrotta di fatti nuovi e di fondamentali applicazioni fioriva nel campo di dominio delle teorie medesime. Così mentre l'Elettrotecnica nasceva e diveniva perfetta in un cinquantennio, i trionfi della Radiotelegrafia Marconiana stupivano il mondo, e nel quadro delle teorie classiche integrate dalla teoria degli elettroni si adattavano man mano i nuovi fenomeni osservati, come i raggi catodici, i raggi X, l'effetto Zeeman, la radioattività. Il successo della teoria classica culminava nei risultati raggiunti con la determinazione della grandezza vera delle molecole degli atomi e degli elettroni. Il principio fondamentale della teoria cinetica detto della equipartizione dell'energia, e secondo il quale alle particelle di qualsiasi grandezza spetta la stessa energia cinetica per tutte le possibilità di movimento, appariva verificato a partire dal campo dei grossi nuclei polimolecolari già visibili con un modesto microscopio fino a quello degli elettroni cui è dovuta la conducibilità elettrica e termica dei metalli. La stessa teoria della relatività, nonostante le radicali innovazioni apportate nei concetti metafisici di spazio e di tempo, intervenne a integrare più che a sconvolgere le basi della Fisica classica. E invero l'aver affermato che le equazioni di Maxwell conservano la loro validità anche nei sistemi in moto, accrebbe la portata sostanziale della teoria elettromagnetica; mentre le ripercussioni della teoria nel campo reale dei fenomeni si limitano a rettifiche quasi sempre impercettibili nei valori numerici delle grandezze fisiche misurate. Altrettanto può dirsi del risultato relativistico che permise di attribuire una massa inerte e gravitazionale alla energia. E perciò, pur riconoscendo la portata filosofica immensa della teoria di Einstein, può sicuramente affermarsi che la vecchia Fisica rimase praticamente in piedi, anche per i relativisti, e anzi su basi più salde.

In tanto splendore di luce e di serenità qualche piccola nube era già in vista sull'orizzonte; la si guardava senza turbamento, con la sicurezza che anch'essa si sarebbe dissolta nel fulgido sole delle verità conquistate.

Ebbene, o Signori; quelle nuvolette ormai coprono il cielo di densa e penosa oscurità, squarciata talvolta da lampi abbaglianti di superbo splendore; ma è luce discontinua, incoerente, che acceca e non dà riposo. Sentiamo tutti che l'attuale crisi è provvisoria, ma sentiamo pure che quando tornerà il sereno, non ritroveremo più il nostro vecchio cielo, col suo aspetto antico, che conoscemmo nell'infanzia della nostra vita scientifica. E al mondo nuovo che sorge, audace e vigoroso, noi ci sentiamo con profondo rammarico sempre più estranei e lontani.

\*

Per onorare la memoria di Alessandro Volta, di cui la vita e l'opera scientifica appartengono ormai al patrimonio culturale di ogni uomo civile, è parso utile all'illustre Presidente della Associazione Elettrotecnica Italiana di sostituire alle consuete commemorazioni una rassegna della situazione attuale di qualche capitolo della Fisica Teorica. Nello svolgere l'alto compito che mi è stato affidato debbo dichiarare che la esposizione contro le mie abitudini, non può essere breve; e in più devo aggiungere che non sarà di facile comprensibilità. Di tutto ciò chiedo venia agli ascoltatori.

Il primo urto fra la teoria classica e la realtà sperimentale sorse, come è noto, nello studio della distribuzione dell'energia fra i vari colori della luce bianca. Varia è questa distribuzione per corpi incandescenti di diversa natura; ma essa diviene unica se i corpi son chiusi in un involucro a temperatura uniforme. L'applicazione pura e semplice delle teorie classiche conduce in tal caso a un assurdo: e cioè a un concentramento dell'energia verso i raggi di frequenza più elevata; l'esperienza invece rivela un massimo a una frequenza intermedia, dipendente dalla temperatura.

Riuscì a Planck di trovare teoricamente una formola rappresentativa dell'energia alle varie frequenze del tutto corrispondente all'esperienza. Ma ciò avvenne solo in virtù di una ipotesi singolare: che cioè l'energia media vibratoria dei centri luminosi non sia egualmente ripartita fra tutti i centri di qualunque frequenza, e che inoltre nel processo dell'emissione la energia vibratoria dei centri anziché variare con continuità nel tempo e dall'uno all'altro vibratore, muti a salti, o a gradini, piccolissimi se la frequenza è bassa, più grandi se la frequenza è maggiore.

I salti o i gradini secondo i quali può bruscamente cambiare l'energia vibratoria dei centri sarebbero così di ampiezza proporzionale alla frequenza della luce emessa: la costante di proporzionalità è la celebre grandezza  $h$  di Planck, la cui presenza ci si rivela più tardi in una immensa varietà di fenomeni, cosicché essa domina ormai tutti i campi della Fisica Moderna. Si intravvide così per la prima volta un meccanismo di emissione della luce a scatti, costituito come da piccole esplosioni consecutive dell'atomo, e tali che l'energia emessa a ogni esplosione è il prodotto della costante  $h$  per la frequenza  $\nu$ .

Un processo analogo deve aver luogo quando l'energia luminosa viene assorbita anziché emessa dalla materia; e la discontinuità dell'assorbimento, che avviene pure per quanti di grandezza  $h\nu$  si manifesterà particolarmente quando  $\nu$  è molto grande, e perciò, per una data energia assorbita, i quanti di luce assorbita sono abbastanza distanziati fra loro. Si deve ad Einstein l'applicazione di questi concetti ai fenomeni fotoelettrici, cioè alla emissione di elettroni che si produce illuminando un metallo. Effettivamente l'esperienza conferma che l'energia cinetica degli elettroni espulsi corrisponde all'energia  $h\nu$  dei quanti di luce assorbita. La corrispondenza si concreta in un esatto bilancio dell'energia se si tiene conto che l'elettrone uscendo dal metallo impiega l'energia del quanto assorbito in parte per acquistare velocità e quindi forza viva, in parte per superare le forze attrattive che lo tengono nel metallo. Le mirabili esperienze di Millikan hanno provato la validità perfetta della formola di Einstein; cosicché mentre egli poté dedurre un valore numerico esatissimo della costante  $h$ , riuscì anche a misurare, in base alla formola, il lavoro necessario per estrarre l'elettrone da metalli diversi. Quest'ultima misura è di particolare importanza per l'occasione che oggi ci riunisce nella patria di Volta. Invero il lavoro di estrazione degli elettroni è diverso per i vari metalli; e la differenza risulta, come deve essere, uguale all'effetto Volta fra i metalli medesimi. Pertanto solo da pochi anni si è avuta la giustificazione delle idee che guidarono il Volta nella scoperta della pila, e la dimostrazione definitiva, che la differenza di potenziale a contatto è una proprietà intrinseca dei metalli, e non dovuta alle azioni chimiche del mezzo ambiente. Questa affermazione di Volta, che era già ripudiata da tutti i Fisici dopo un secolo di controversie, ritorna oggi in onore, e per le conferme che riceve da altri fatti sperimentali e dalle nuove teorie dei metalli, può considerarsi ormai come una verità irrevocabilmente accertata.

Stabilito così che l'energia raggiante viene emessa ed assorbita dalla materia non in modo continuo ma per quanti staccati, due problemi s'imponivano ai cultori della Fisica teorica.

1° si può giustificare l'emissione e l'assorbimento della luce per quanti da parte della materia con una conveniente immagine della costituzione dell'atomo?

2° l'energia raggiante che rivela il processo quantistico cioè discontinuo, nella fase di emissione e di assorbimento, conserva questa struttura corpuscolare viaggiando dalla sorgente al ricevitore, ovvero nel viaggio possiede la forma di onde voluta dalla teoria elettromagnetica della luce?

Il primo quesito, relativo alla costituzione dell'atomo capace di giustificare i particolari dell'emissione e dell'assorbimento, ha dato luogo a una delle concezioni più grandiose e feconde della filosofia naturale, e cioè alla teoria di Bohr. L'atomo risulta da un centro puntiforme, carico positivamente, circondato da uno sciame di elettroni turbinanti intorno al

centro. Il numero di questi elettroni caratterizza il posto occupato dall'atomo nella serie di Mendelejeff degli elementi chimici: uno per l'idrogeno, 92 per l'uranio.

Fra tutte le infinite configurazioni cinematiche di un così complesso sistema, quali sarebbero concepibili in virtù della legge coulombiana delle attrazioni elettriche, solo alcune in numero limitato ne esistono effettivamente; e l'atomo vi resta indefinitamente, senza irradiare energia, malgrado il fantastico groviglio dei campi elettromagnetici creati dal movimento elettronico. In ciascuno di questi assetti stabili, detti stati quantici, l'energia totale del sistema atomico ha un valore caratteristico dello stato medesimo. Allo stato di minore energia corrisponde la maggiore stabilità; è il cosiddetto stato non eccitato, o fondamentale. L'urto con un altro sistema, o l'arrivo di energia luminosa provoca il passaggio da uno stato di minore a uno di maggiore energia, o come si dice di maggiore eccitazione. In questa modificazione dell'atomo l'energia viene assorbita per quanti e non in modo continuo. Alla sua volta l'atomo eccitato può passare spontaneamente ad uno stato di minore livello energetico, emettendo l'eccesso di energia, e l'emissione dà luogo a luce di frequenza pari al quoziente fra la variazione di energia e la costante  $h$  di Planck. Questa teoria sviluppata ampiamente nelle sue più lontane conseguenze ha avuto nel campo dei fenomeni spettroscopici un successo paragonabile solo a quello riportato dalla legge dell'attrazione universale nella meccanica celeste. La infinita e prima indecifrabile massa delle osservazioni sperimentali sulle righe spettrali ha ottenuto una sistemazione completa e definitiva che appare prodigiosa. Dalle particolarità più minute e relativamente semplici dello spettro dell'idrogeno, a quelle più complesse dello spettro dei metalli alcalini, e degli alcalino terrosi e perfino all'inestricabile groviglio delle righe del ferro; dall'azione del campo magnetico sull'emissione delle righe spettrali a quella del campo elettrico che era imprevedibile e inspiegabile con la teoria classica: dagli spettri di bande alle particolarità più minute degli spettri dei raggi X caratteristici dei vari elementi, tutto rientra senza urti e senza forzature e con esattezza dei valori numerici quasi astronomica nella costruzione teorica che il Bohr e il Sommerfeld e i loro numerosi seguaci han saputo edificare.

Ne è risultata anche una teoria della distribuzione degli elettroni fra le varie cortecce dell'atomo che rende perfettamente conto delle misteriose ricorrenze riscontrate nel sistema periodico degli elementi, e quindi delle varie proprietà chimiche degli elementi medesimi. Contemporaneamente le belle esperienze del Franck e dei suoi allievi sugli urti anelastici degli elettroni contro gli atomi nei tubi a scarica elettronica, e sul conseguente eccitamento a sbalzi successivi dell'atomo, confermavano i fondamenti della teoria del Bohr nel processo di assorbimento di energia da parte di un atomo per urto anziché per eccitamento luminoso.

Tutto questo complesso armonico e coerente di fatti e teorie che sembra il risultato di fatiche di secoli, mentre è l'opera di appena un decennio, è però subordinato a uno scardinamento radicale della Fisica classica.

Nel vecchio schema gli elettroni ruotanti nell'atomo emettono energia raggiante di frequenza eguale alla frequenza del moto elettronico, come in acustica le onde sonore sono sincrone col moto vibratorio del diapason che le produce. Invece nella nuova teoria gli elettroni possono turbinare nell'atomo indefinitamente, senza creare intorno a sé un campo elettromagnetico variabile e quindi senza emettere luce; e solo quando una specie di cataclisma insorge nell'atomo e lo fa passare da una configurazione cinematica a un'altra di minore energia, solo allora la luce viene emessa, con un meccanismo ignoto; e la luce emessa non è più sincrona col moto degli elettroni durante il passaggio, ma è una luce pura, sinusoidale, la cui frequenza è legata soltanto alla variazione totale dell'energia atomica fra lo stato iniziale e lo stato finale.

Si può da questo immaginare il fastidio profondo che queste teorie devono avere apportato nelle menti di coloro che si erano abituati da tempo a concepire il mondo nella sua immagine elettromagnetica.

Ma nonostante il disagio della rinuncia al meccanismo elettromagnetico dell'emissione, rinuncia imposta dai successi della teoria di Bohr, ci eravamo almeno adagiati come in atteggiamento di riposo sul processo di propagazione della luce. Dicevamo, cioè: sia qualsivoglia il mistero della emissione e dell'assorbimento della luce; sia qualsivoglia il meccanismo col quale la luce nasce e poi muore; ma finché è viva, finché è luce, essa è nelle onde di Maxwell.

Ebbene, o Signori; non c'è pace nemmeno in questo

rifugio modesto. Il ciclone rinnovatore investe e distrugge anche quest'ultima oasi di riposo; e ancora adesso la demolizione avviene non per sostituzione di teorie più soddisfacenti, ma per la scoperta di nuovi fatti che con la vecchia teoria sono inconciliabili.

Pensate ad un sasso gettato sull'acqua tranquilla di un lago. L'onda che parte dal punto colpito, si dilata uniformemente tutto intorno, potrà investire dei galleggianti distribuiti a distanza, e metterli in moto. Ma l'energia di moto di tutti i galleggianti colpiti contemporaneamente deriverà sempre dall'energia del sasso caduto. Che direste voi se fra tutti i galleggianti distribuiti intorno al centro, uno e uno soltanto entrasse in movimento e prendesse per sé e per sé solo la intera energia del sasso eccitatore?

Orbene: appunto nello studio dei fenomeni luminosi quando si è potuto seguire d'avvicino il processo ultramicroscopico elementare dell'assorbimento della luce, si è dovuto concludere che in un punto isolato della presupposta onda luminosa si trova concentrata tutta l'energia che secondo la concezione Maxwelliana noi pensavamo distribuita nella intera onda. Successivamente i punti colpiti mutano di posto, ma ognuno prende per sé, ogni volta, la totalità dell'energia. E così la luce viaggia come se fosse costituita da proiettili puntiformi, non come onda a distribuzione continua di energia. Se la luce si progasse per onde, occorrerebbe immaginare che dove essa è ricevuta dalla materia l'energia si concentra, di colpo, solo nel punto di ricezione, come avverrebbe di una bolla di sapone che rotta in un punto concentra tutto il suo liquido in una piccola goccia. E' certo più semplice pensare ai proiettili discontinui emessi in tutte le direzioni, e che colpiscono perciò successivamente e indipendentemente i vari punti della superficie investita.

Questi proiettili sono dunque simili a quelli immaginati da Newton nella teoria dell'emissione. L'energia trasportata da ciascuno sarebbe il prodotto della costante  $h$  per la frequenza  $\nu$ . Ciò che noi chiamavamo frequenza, e cioè il numero di oscillazioni al secondo nell'onda, sarebbe invece la misura del contenuto di energia cinetica del corpuscolo; e poiché tutti hanno la stessa velocità, il contenuto diverso di energia nei quanti sarebbe connesso alla loro massa maggiore o minore. I corpuscoli del violetto sarebbero cioè più pesanti dei corpuscoli del rosso; e ventimila volte più pesanti di questi sarebbero i corpuscoli dei raggi X. Se un proiettile viene assorbito, l'atomo che lo assorbe guadagna l'energia  $h\nu$ . Se un elettrone sfugge dall'atomo per l'urto di un proiettile o come si dice di un quanto di luce, esso riceve l'energia  $h\nu$ .

Può talvolta avvenire che l'energia del quanto non sia interamente assorbita ma si scinda in due parti; una acquistata dall'elettrone che rimbalza, l'altra che resta nel quanto di luce; e poichè quella che resta è minore della primitiva che il quanto possedeva, alla diminuita energia del quanto dovrà corrispondere un  $\nu$  più piccolo. Così dall'urto di un quanto di luce con un elettrone può nascere un quanto di frequenza minore, cioè luce spostata, nello spettro, verso il rosso. Questo singolare fenomeno esiste; è il celebre effetto osservato da Compton coi raggi X, e che conferma in tutte le particolarità le conseguenze della immagine prospettata, che cioè il quanto sia un corpuscolo dotato di energia e di quantità di moto, cosicchè sono interamente applicabili per le velocità e le direzioni dopo l'urto le leggi semplicissime dell'urto dei corpi elastici.

E qui sorge, o Signori, la più grave difficoltà del presente momento scientifico. Voi ricordate quel complesso imponente, numeroso, inesauribile di fenomeni che la teoria ondulatoria della luce era stata capace di spiegare o di prevedere e che costituiscono la cosiddetta ottica fisica; mi riferisco quindi alle interferenze, alla diffrazione, alla doppia rifrazione, agli effetti della luce polarizzata, alla riflessione e rifrazione nei corpi trasparenti e nei metalli. Limitiamoci alla considerazione dei processi d'interferenza e di diffrazione. Se la luce è fatta di onde, si comprende che l'aggiunta di luce ad altra luce con fase opposta possa dar luogo ad oscurità. Ma se è fatta di proiettili, come possono questi distruggersi l'uno con l'altro nelle frange nere d'interferenza o di diffrazione, e ritrovarsi poi cumulati nelle frange luminose, anche quelli distrutti? Bisognerà naturalmente rinunciare alla nozione di oscurità derivante da effetti di sovrapposizione di luci con fase diversa e pensare invece che l'apparecchio ottico produttore il fenomeno interferenziale incanala, per dir così, i quanti di luce verso i posti dove noi constatiamo la presenza di frange luminose. Ma con quale meccanismo? Pensate all'esperienza dei due specchi di Fresnel che riflettono su uno schermo la luce di una sorgente,

Un solo specchio dà luce uniforme; la presenza del secondo fa nascere le frange. Come possono i corpuscoli riflessi da uno specchio accorgersi dell'esistenza dell'altro, e dirigersi in conseguenza sulle sole frange luminose dello schermo anziché su tutta la superficie di questo?

Hanno i quanti di luce coscienza e intelligenza? Torneremo fra poco su questa folle domanda.

Dobbiamo anzitutto chiederci se la nozione delle onde sia davvero indispensabile per spiegare le distribuzioni di massimi e minimi di luce nei fenomeni di interferenza e di diffrazione. Alcuni fatti recentemente osservati ne farebbero dubitare. Così Davisson è riuscito a riprodurre, con un fascio di elettroni riflessi da un cristallo di nichel, le figure di diffrazione ottenute da Laue e Bragg coi raggi X. E il Johnson, appena un mese fa, ha reso noto il risultato di una esperienza ancora più sorprendente: lanciando su una sostanza cristallina un fascio di atomi di idrogeno animati da grande velocità, essi si rifletterebbero seguendo una legge di distribuzione angolare analoga a quella degli elettroni di Davisson e dei raggi X di Bragg. Anche numericamente i risultati sperimentali ottenuti concordano con la previsione riguardo alla dipendenza fra gli angoli di diffrazione e la quantità di moto dei corpuscoli incidenti, siano essi raggi X o elettroni o atomi materiali. Sembra pertanto che il fenomeno della diffrazione non sia peculiare delle radiazioni ondulatorie, ma che esso appartenga anche ai raggi corpuscolari; con ciò verrebbe a cadere il più forte argomento contro la teoria corpuscolare della luce.

Come se non bastasse tuttocciò a disorientare gli spiriti, una recente fioritura di audacissime idee è sopraggiunta a portare nuova luce e nuovo scompiglio. Esse fan capo ai lavori di De Broglie e di Schrödinger, e costituiscono la cosiddetta meccanica ondulatoria. Non è facile darne una nozione anche approssimata in questa sede e in questo momento. I lettori del nostro Giornale, *L'Elettrotecnica*, potranno averne notizia da una esposizione che ne farà prossimamente il Prof. Persico. Si può a ogni modo dare un'idea della teoria dicendo che l'elettricità la quale costituisce gli elettroni e i nuclei atomici, e perciò la materia, non è una specie di sostanza, ma va pensata come uno stato vibratorio di una grandezza fisica  $\psi$  di natura ignota, che subisce variazioni periodiche nel tempo e diverse nei vari punti dello spazio. Le rapide variazioni periodiche di questa grandezza ci si manifestano come carica elettrica, e precisamente la densità elettrica è in ogni punto proporzionale al quadrato dell'ampiezza delle oscillazioni di  $\psi$ . Queste oscillazioni si svolgono nello spazio con leggi analoghe a quelle della propagazione delle onde; esse invadono tutto l'universo annullandosi in tutti i punti dove non è materia né elettricità; mentre un elettrone fisso o mobile va considerato come una porzione dello spazio dove quelle onde sovrappendosi non si annullano. Nel caso di materia o di elettricità immobili esse possono perciò considerarsi come le regioni ventrali di sistemi di onde stazionarie, mentre un elettrone in moto può pensarsi come un limitato treno o pacchetto di onde di diverso periodo, che si annullano dovunque tranne nel posto occupato successivamente dall'elettrone.

Da questa originale concezione, integrata da particolari ipotesi sulla velocità di propagazione delle onde di  $\psi$  in un campo di forza, segue che quando il pacchetto di onde costituente l'elettrone si muove in una curva di assai piccole dimensioni e con grande velocità angolare, come avviene dell'elettrone di Bohr circolante intorno al nucleo atomico, non si ha più una carica puntiforme localizzata successivamente nei vari punti dell'orbita, ma una vera atmosfera statica di elettricità distribuita uniformemente intorno al nucleo. L'elettrone puntiforme si spappola in una nube che circonda il nucleo.

Altri stati sono possibili e descrivibili; essi corrispondono agli stati di crescente eccitazione dell'atomo di Bohr — e si trova senza ulteriori ipotesi che questi stati contengono quantità di energia le quali variano in modo discontinuo da uno stato all'altro, esattamente come quelli di Bohr. E' questo il risultato più impressionante della nuova teoria.

Vengono così eliminate due difficoltà assai gravi che solleva la teoria di Bohr. Questa doveva qualificare a priori e senza ragione alcuna come impossibili le configurazioni atomiche che non corrispondono a graduati stati di eccitazione; invece nella nuova teoria si trova che questa discontinuità, cioè la quantizzazione, discende naturalmente dalle premesse già fatte. In secondo luogo negli stati consecutivi atomici del Bohr si avevano elettroni in moto che, contro le leggi dell'elettromagnetismo, non irradiano energia. Invece nella nuova teoria si trova che a quegli stati corrisponde una distribuzione statica di elettricità costante nel tempo, ciò che giusti-

fica la mancante irradiazione di energia; solo nel passaggio da uno stato all'altro la densità elettrica varia periodicamente col tempo; e perciò viene emessa luce in sincronismo con le variazioni, e in perfetto accordo con la teoria elettromagnetica.

Lo svolgimento di tutte le conseguenze della teoria conduce alle medesime conclusioni della teoria di Bohr, tranne in pochissimi casi nei quali quest'ultima non era del tutto conforme alle esperienze spettroscopiche. Anche in questi casi però le conseguenze della nuova teoria sono conformi all'esperienza. Purtroppo i suoi sviluppi sono molto laboriosi dal lato analitico, e non sempre lo strumento matematico fornisce la soluzione.

La nuova meccanica ondulatoria presenta indubbiamente vari vantaggi di coordinazione logica rispetto a quella di Bohr; e ciò spiega come in meno di un anno dalla sua divulgazione un gran numero di ricercatori in ogni parte del mondo abbiano sviluppato con febbrile attività i particolari e le conseguenze della suggestiva teoria. Ma molti punti restano ancora non chiariti, e dubbi fondamentali vengono già sollevati contro l'interpretazione fisica della teoria, che va perciò considerata in questo momento come al punto critico della sua fase elaborativa.

Il carattere iper rivoluzionario di questa nuova meccanica viene a ogni modo caratterizzato da ciò: che mentre si tendeva a sostituire alle onde luminose i raggi corpuscolari, si dovrebbe invece attribuire struttura ondulatoria anche ai raggi che sono sicuramente corpuscolari, come i raggi catodici, e perfino agli elettroni in riposo o in movimento, e a tutta la materia.

Si riconoscono però i segni di un disorientamento che investe già i giovanissimi fisici, come il disorientamento della ormai vecchia teoria dei quanti aveva investito quelli della mia generazione. Ma i giovani, per loro fortuna, possono assai più facilmente rinunciare alle convinzioni che non ebbero il tempo di consolidarsi con dure radici.

Per chiudere questa esposizione che va diventando un attentato alla vostra salute fisica e spirituale, io voglio accennare a una idea recentemente enunciata dal nostro più valente fisico teorico, dal giovanissimo Prof. Fermi, e che si preannunzia feconda dei più felici risultati nelle ricerche sulla costituzione della materia.

A base delle classiche teorie cinetiche sta la legge di Maxwell-Boltzmann, secondo la quale le molecole eguali di un gas non avrebbero tutte eguali velocità, ma le velocità reali sarebbero distribuite intorno al valore medio con la legge del caso, e cioè come sono distribuiti numerosi proiettili su un bersaglio intorno al centro di mira. La teoria dei quanti aveva già apportato una modificazione a questa legge statistica, modificazione dovuta ad Einstein. E cioè le velocità, e quindi le energie delle molecole, non variano in modo continuo dall'una all'altra, ma a gradini, di altezza determinata. Distribuendo perciò le molecole a varie altezze corrispondenti alle loro energie si troverebbe non una superficie continua, ma una vera gradinata ascendente.

Orbene per un principio che il Fermi ha enunciato, in analogia a una legge che domina certi fatti spettroscopici, su ognuno di quei gradini non può trovarsi che una sola molecola. Ciò significa che non solo la velocità delle molecole varia in modo discontinuo dalle une alle altre, ma che due molecole non possono avere la stessa velocità. La ipotesi enunciata ha condotto il Fermi a una formula di ripartizione delle velocità molto diversa da quell'a di Maxwell-Boltzmann, e che si avvicina a questa solo quando la materia è alquanto rarefatta e la temperatura non è molto bassa. Essa equivale perciò alla formula classica per le condizioni ordinarie della materia; ma per gas condensati e a temperature assai basse la nuova formula conduce a conseguenze diverse, e che sembrano più prossime alla realtà sperimentale.

Osservando che gli elettroni in un metallo anche a temperatura ordinaria si devono trovare nelle condizioni anormali in cui è valida la legge del Fermi, anziché quella del Maxwell, è riuscito a Pauli e più recentemente a Sommerfeld di fondare una teoria delle proprietà magnetiche, termiche ed elettriche dei metalli. Siamo perciò di fronte a una legge statica che si rivela come assai promettente per lo studio delle proprietà della materia. Ebbene — che significa, che due molecole non possono avere la stessa velocità? Se una molecola entra in un recipiente contenente un gas, come fa essa a sapere che può assumere solo alcune velocità, e non tutte quelle altre già possedute dai miliardi di miliardi delle molecole preesistenti?

Hanno le molecole, come i quanti di luce, coscienza delle

loro possibilità cinetiche e intelligenza dello stato in cui si trovano le altre molecole presenti?

Io ripeto così la folle domanda già posta in un punto di questo discorso a proposito delle interferenze luminose.

Orbene: questa forma di istinto nelle molecole non può escludersi a priori, se i fatti dimostrano che l'ipotesi conduce a conseguenze vere. Ricorderò che nei gesti quotidianamente compiuti da miriadi di esseri inferiori (e non parlo della vita di essere più evoluti, quali le formiche o le api) ci si rivela una coordinazione arcana che noi non attribuiremo certo a una anima o a un'intelligenza, anche perchè l'Uomo che ha anima e intelligenza, non ne è sempre capace.

Così, o Signori, io vi ho portato nel campo della Filosofia, visto che ci troviamo così a disagio in quello della semplice Fisica. E vi dico che non so augurarmi una fine prossima della crisi tragica che sconvolge adesso la mia Scienza. E' crisi di vita, che distrugge ciò che non merita di restare, ma che suscita prodigiosi impulsi al lavoro scientifico, con una potenza di attacco di cui mai il mondo vide l'eguale.

Sparite le nubi e placata la tempesta, se il nuovo cielo che verrà non sarà più il cielo che imparammo a conoscere nella nostra infanzia scientifica, ciò significherà che il breve tempo di nostra vita non fu dall'Umanità trascorso invano!

## SULLE PROPRIETÀ FILTRANTI DELLE CATENE DI CIRCUITI ELETTRICI □ □

V. GORI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### I. - INTRODUZIONE.

#### Generalità.

L'uso dei *filtri elettrici*, o catene di circuiti opportunamente accoppiati fra loro, si diffonde sempre più nel campo dell'elettrotecnica in genere, ma più specialmente, nel campo delle applicazioni radiotelegrafiche e radiotelefoniche. La loro caratteristica essenziale, consiste nell'attitudine che essi presentano di separare fra loro, o *filtrare*, correnti di natura oscillatoria, dipendentemente dalla differenza di frequenza di queste ultime. Sono cioè, combinazioni di circuiti dotate di una *selettività intesa in senso molto generale*, e che, sottoposte all'azione di uno spettro di frequenze, mentre permettono il passaggio di correnti la cui frequenza sia compresa entro una predeterminata gamma, costituiscono un arresto per correnti la cui frequenza non sia compresa in quella.

Scopo della presente monografia, è un tentativo di riassumere brevemente, coordinandoli in un'unica sintesi, i diversi studi che sono stati pubblicati sull'argomento: studi forse non ancora troppo noti e che, a ragione del loro carattere prevalentemente matematico, possono creare l'impressione di speculazioni teoriche, mentre sono invece fonti di applicazioni pratiche di notevole interesse.

#### Il problema generale di una catena di circuiti.

Consideriamo una catena costituita da un numero  $n$  di circuiti elettrici, ciascuno dei quali contenga: resistenza, induttanza e capacità; e supponiamo, che la loro disposizione reciproca sia tale che, mentre un generico circuito  $q$  ( $1 < q < n$ ) risulta accoppiato (in modo arbitrario) col precedente e col successivo, il primo sia accoppiato solo col secondo e, l' $n$ .<sup>mo</sup> solo con l' $(n - 1)$ .<sup>mo</sup>. Pensiamo inoltre, che in un istante qualunque assunto come origine dei tempi (e in corrispondenza del quale il sistema si trovi allo stato di riposo), sia applicata ai capi del primo circuito una f.e.m.  $F(t)$  funzione comunque complessa del tempo.

Se escludiamo il caso della presenza di conduttori *anomali* (B. 3) (\*), la determinazione del valore dell'intensità di corrente che, all'istante  $t$ , fluisce nel circuito  $q$ , dipende evidente-

mente dalla risoluzione di un sistema *non* omogeneo di equazioni differenziali lineari, a coefficienti costanti, della forma:

$$[I] \quad \begin{cases} R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + \frac{1}{C_1} \int i_1 dt + f(i_2) = F(t) \\ \dots \dots \dots \\ R_q i_q + L_q \frac{di_q}{dt} + \frac{1}{C_q} \int i_q dt + f(i_{q-1}, i_{q+1}) = 0 \\ \dots \dots \dots \\ R_n i_n + L_n \frac{di_n}{dt} + \frac{1}{C_n} \int i_n dt + f(i_{n-1}) = 0 \end{cases}$$

dove  $i_q$  è la corrente che circola in una determinata sezione del circuito  $q$ ;  $R_q$ ,  $L_q$ ,  $C_q$ , dipendono dalle costanti elettriche di questo;  $f(i_2)$ ,  $f(i_{q-1}, i_{q+1})$ , ... traducono analiticamente la relazione di accoppiamento fra i vari circuiti, e sono pertanto polinomi differenziali lineari a coefficienti costanti.

Fissata caso per caso la forma da assegnare a  $f(i_{q-1}, i_{q+1})$ , il procedimento da seguire per giungere alla soluzione generale del sistema [I] è basato sulle seguenti e note proprietà che sono d'altronde, una immediata conseguenza del suo carattere lineare:

a) Se  $J_1$  è un integrale *particolare* qualsivoglia del sistema [I] e,  $J_2$  la soluzione *generale* del sistema omogeneo corrispondente, la somma  $J_1 + J_2$  è l'*integrale generale* del sistema [I]. Fisicamente ciò significa, che la corrente nel circuito  $q$ , all'istante  $t$ , deve considerarsi come risultante dalla sovrapposizione della corrente a *regime* (integrale particolare  $J_1$ ) con la corrente che si origina nello stesso (integrale generale  $J_2$ ), quando il sistema di circuiti, dopo un impulso iniziale è sottratto all'azione esterna rappresentata da  $F(t)$ . E, poichè la soluzione  $J_2$ , per effetto di *smorzamento*, cessa di essere sensibile in un tempo relativamente breve, così in generale, in gran parte dei casi pratici l'interesse si concentra sul *periodo di regime*.

Peraltro vi sono casi della tecnica, in cui il *periodo di coesistenza delle oscillazioni proprie e di quelle forzate*, ha, esso solo, importanza preponderante. Pensiamo infatti, per es., alle attuali applicazioni radiotelegrafiche. Oggi che, all'emissione, il ritmo della *manipolazione* tende a velocità sempre più elevate, e che, alla *ricezione*, per ragioni di protezione contro disturbi in genere, l'*ascolto* o più in generale, la *registrazione scritta* dei segnali è fatta a valle di un complesso di circuiti oscillatori accoppiati fra loro, la conoscenza del *periodo transitorio* è, come facilmente si prevede, capitale (B. 4).

D'altronde, come potrebbero progettarsi organicamente i filtri che arrestano, nelle moderne trasmissioni radiotelefoniche transatlantiche (B. 17), l'*onda portante* e una delle *due gamme laterali* in cui si risolve il risultato della *modulazione*, se non si conoscesse sia pure in via approssimata, il comportamento in regime transitorio, di un complesso di circuiti?

b) L'altra proprietà del sistema [I] consiste in ciò che, se  $J'_1$  è un integrale corrispondente all'azione esterna  $f_1(t)$  e, se  $J'_2$  è un integrale corrispondente all'azione di un'altra sollecitazione  $f_2(t)$ , la somma  $J'_1 + J'_2$  è l'integrale relativo ad  $f_1(t) + f_2(t)$ . Per il sistema [I] vale quindi il principio della *sovrapposizione degli effetti* o legge di coesistenza, e poichè in base al teorema di Fourier, una funzione periodica  $F(t)$  può sempre riguadagnarsi come la somma di funzioni semplicemente sinusoidali, così basta considerare il comportamento di [I] rispetto ad una azione di quest'ultimo tipo.

Ma, nonostante le indicazioni (a) e (b) intese a facilitare la risoluzione di un sistema di equazioni differenziali del tipo [I], si intuisce come, caso per caso, gli ordinari sviluppi analitici debbano essere complessi e, tanto più penosi quanto maggiore è il *grado di libertà* del sistema medesimo ossia quanto maggiore è il numero dei circuiti. Tuttavia con opportuni procedimenti e semplificazioni sviluppate particolarmente dal CARSON (B. 2), si può giungere ad avere una visione sufficientemente completa del comportamento di un complesso di circuiti nel periodo transitorio.

Per maggiore semplicità (e logicità), nella nostra esposizione seguiremo il seguente metodo:

In una prima parte si stabiliscono e si discutono le proprietà filtranti delle catene di circuiti rispetto ad oscillazioni *continue e forzate*, ossia nel così detto regime permanente. In questa stessa parte si danno anche gli elementi necessari al progetto dei filtri usati nella pratica.

In una seconda parte, si accenna al comportamento dei

(\*) I richiami tra parentesi, preceduti dalla lettera B, si riferiscono alla bibliografia riportata in fine di questo studio.



filtri nel periodo *transitorio* e si discute fino a qual punto, l'applicazione pratica più importante, che li utilizza quali protezioni (radiotelegrafia), può contare sulla loro rispondenza agli scopi prefissi.

## PARTE PRIMA

### CAP. I.

#### Le catene di circuiti elettrici a regime.

1. — Consideriamo una catena di circuiti costituita da un numero qualsivoglia di impedenze  $z_1$  disposte in serie ed *eguali fra loro*, alternate con impedenze  $z_2$  poste invece in derivazione ed esse pure *eguali fra loro*.

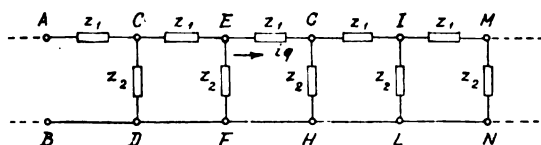


Fig. 1.

Tale disposizione sia quella rappresentata in fig. 1 nella quale si suppone che il conduttore  $B D F H \dots$  abbia una impedenza nulla.

Se una f. e. m. armonica semplice è applicata all'origine della catena e, se fra le diverse impedenze  $z_1$  e  $z_2$  non si esercita alcuna induzione mutua, l'equazione di ricorrenza fra le correnti in tre successivi circuiti ( $q-1$ ,  $q$ ,  $q+1$ ) è data dalla relazione vettoriale <sup>(1)</sup>.

$$(2Z_2 + Z_1)I_q - Z_2 I_{q-1} - Z_2 I_{q+1} = 0 \quad [1]$$

la cui soluzione generale è del tipo

$$I_q = \mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q} \quad [2]$$

dove  $\mathcal{A}$  e  $\mathcal{B}$  sono costanti (complesse) e,  $\gamma$  una grandezza (essa pure complessa) la cui equazione di definizione si ottiene sostituendo la [2] nella [1]. Effettuando questa si ha:

$$(\mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q}) \left\{ 2 + \frac{Z_1}{Z_2} - (e^{\gamma} + e^{-\gamma}) \right\} = 0$$

e perciò  $\gamma$  deve necessariamente soddisfare alla

$$\cosh \gamma = 1 + \frac{Z_1}{2Z_2} \quad [3]$$

La determinazione delle costanti  $\mathcal{A}$  e  $\mathcal{B}$  può farsi fissando le condizioni ai limiti e subordinatamente alla possibilità di stabilire fra le costanti stesse, un'altra relazione da aggiungersi alla [2].

<sup>(1)</sup> Per la rappresentazione a regime delle grandezze sinodali, noi qui seguiamo il metodo vettoriale o simbolico di Steinmetz. Per esso, una qualsiasi grandezza alternativa sinodale di tipo:

$$a = A \cos (\omega t + \varphi)$$

in cui  $A$  è l'ampiezza,  $\omega$  la pulsazione,  $\varphi$  la fase, può notoriamente riguardarsi come la parte reale del numero complesso:

$$a = A e^{j(\omega t + \varphi)} = A e^{j\varphi} \cdot e^{j\omega t} = \mathbf{A} e^{j\omega t}$$

dove  $\mathbf{A}$  è la caratteristica della grandezza  $a$ ; ossia, è essa pure un numero complesso il cui modulo  $A$  ed il cui argomento  $\varphi$  corrispondono ordinatamente all'ampiezza ed alla fase della grandezza alternativa in esame.  $\mathbf{A}$  definisce perciò completamente quest'ultima in corrispondenza dell'origine dei tempi.

Il fattore  $e^{j\omega t}$  è detto *fattore rotante* e, applicato alla caratteristica  $\mathbf{A}$  riproduce il valore attuale della grandezza  $a$ .

Fra i vari e noti vantaggi che il metodo presenta, assai comodo è il seguente: in qualunque equazione differenziale che traduca analiticamente relazioni intercedenti a regime fra grandezze alternative di eguale pulsazione, il fattore  $e^{j\omega t}$  comparando in tutti i termini, può senz'altro essere soppresso: quelle equazioni differenziali si riducono allora a semplici equazioni algebriche fra le corrispondenti caratteristiche.

In ciò che segue, le lettere in grassetto indicano le *caratteristiche* di grandezze alternative sinodali, mentre le stesse lettere (maiuscole) scritte normalmente indicano i corrispondenti *moduli*.

2. — Ora si osservi, che, il fissare le condizioni ai limiti equivale anche a precisare la disposizione reciproca delle impedenze  $z_1$  e  $z_2$  sia rispetto al generatore che alimenta la catena, sia rispetto al ricevitore su cui questa si chiude. E, se si vuole che le diverse impedenze costituiscano un complesso *simmetrico* anche tenendo conto di questi ultimi, due soluzioni si presentano immediatamente:

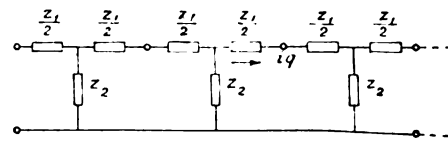


Fig. 2.

a) o si inizia e si termina la catena nel modo indicato in figura 2:

b) ovvero si segue la disposizione schematica in fig. 3:

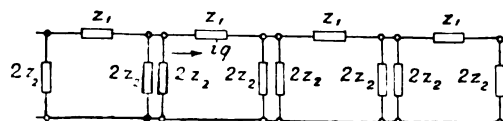


Fig. 3.

Nel primo caso (a), caratterizzato dal fatto che le impedenze in serie, iniziale e terminale, hanno ciascuna un valore eguale a  $\frac{z_1}{2}$ , il complesso dei circuiti costituisce quella che chiamasi: *catena di cellule a T*.

Nel secondo (b) invece, dove le impedenze in derivazione, iniziale e terminale, hanno ciascuna un valore eguale a  $2z_2$ , il complesso dei circuiti costituisce una: *catena di cellule a  $\pi$* .

Ma, come facili considerazioni dimostrano, il fatto che la catena sia costituita da cellule a T piuttosto che a  $\pi$ , non infirma la validità dell'equazione [1] di ricorrenza fra correnti. Invero, laddove ci si riferisca ad un circuito *intermedio* (che non sia cioè il primo o l'ultimo), la corrispondenza fra le figure 1, 2 e 3 è senz'altro evidente e, il significato della [1] appare ancora rigoroso. Solamente le espressioni analitiche che traducono il comportamento elettrico di quei due circuiti varieranno nei due casi.

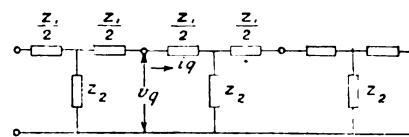


Fig. 4.

3. — Ciò posto, riferiamoci ad una catena di cellule a T (fig. 4) e, sia:  $v_0 = V_0 e^{j\omega t}$  la tensione all'origine di essa; per una qualsivoglia cellula si ha l'espressione *simmetrica*:

$$V_q = \left( \frac{Z_1}{2} + Z_2 \right) I_q - Z_2 I_{q+1}$$

e, quindi per la [2]:

$$V_q = \left( \frac{Z_1}{2} + Z_2 \right) \left( \mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q} \right) - Z_2 \left( \mathcal{A} e^{(q+1)\gamma} + \mathcal{B} e^{-(q+1)\gamma} \right)$$

d'altra parte, poichè la [1] può scriversi sotto la forma:

$$\left( \frac{Z_1}{2} + Z_2 \right) \left( \mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q} \right) - \frac{Z_1}{2} \left( \mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q} \right) (e^{\gamma} + e^{-\gamma}) = 0$$

si deduce:

$$V_q = \frac{Z_2}{2} \left( \mathcal{A} e^{\gamma q} + \mathcal{B} e^{-\gamma q} \right) (e^{\gamma} + e^{-\gamma}) - Z_2 \left( \mathcal{A} e^{(q+1)\gamma} + \mathcal{B} e^{-(q+1)\gamma} \right)$$

cioè:

$$V_q = -\frac{Z_2}{2} \left( \mathcal{A} e^{\gamma q} - \mathcal{B} e^{-\gamma q} \right) (e^{\gamma} - e^{-\gamma})$$

$$V_q = -Z_2 (\mathcal{A} e^{\gamma q} - \mathcal{B} e^{-\gamma q}) \sinh \gamma$$

e, ricordando la relazione fondamentale:

$$\cosh^2 \gamma - \sinh^2 \gamma = 1$$

si ha in definitiva, tenendo presente la [3],

$$V_q = - (K)_T (\mathcal{A} e^{qr} - \mathcal{B} e^{-qr}) \quad [4]$$

con

$$(K)_T = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}$$

4. — Proponiamoci ora di precisare il significato dell'espressione:

$$(K)_T = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}$$

A tale scopo, si consideri una sola cellula della catena a  $T$  e, pensiamo che essa sia chiusa su una certa impedenza  $z_c = Z_c e^{j\omega t}$  (fig. 5).

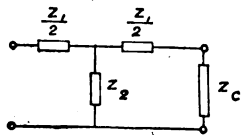


Fig. 5.

L'impedenza  $(Z_e)_T$  misurata all'entrata è allora:

$$(Z_e)_T = \frac{Z_1}{2} + \frac{1}{\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{\frac{Z_1}{2} + Z_c}} \quad [5]$$

Supponiamo ora che, corrispondentemente ad una certa frequenza, sia:

$$(Z_e)_T = Z_c$$

in tal caso la [5] si trasforma nella:

$$(Z_e)_T = (K)_T = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}$$

Si deduce allora che, nell'equazione [4] della tensione all'entrata di una generica cellula in funzione della corrente corrispondente, compare un termine:

$$(K)_T = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}} \quad [6]$$

che rappresenta una certa impedenza caratterizzata da ciò che, se la cellula (a  $T$ ) è chiusa su essa, l'impedenza all'entrata della cellula medesima è eguale a quella.

Ora è ovvio che, se la catena di circuiti anziché a  $T$  fosse stata a  $\pi$ , l'equazione della tensione in una generica cellula avrebbe dovuto risultare espressa in una forma simile alla [4].

Naturalmente, al posto di  $\sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}$  sarebbe comparso un altro fattore il cui significato sarebbe stato analogo, per una cellula a  $\pi$ , a quello ora definito. Esso fattore può dedursi direttamente riferendosi alla figura 6.

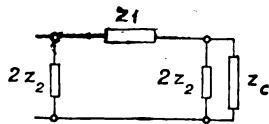


Fig. 6.

L'impedenza  $(Z_e)_\pi$  all'entrata della cellula è data da:

$$(Z_e)_\pi = \frac{1}{\frac{1}{2Z_2} + \frac{1}{Z_1 + \frac{1}{\frac{1}{2Z_2} + \frac{1}{Z_c}}}}$$

se si pone  $(Z_e)_\pi = Z_c = (K)_\pi$  si ha:

$$(Z_e)_\pi = (K)_\pi = \frac{\sqrt{Z_1 \cdot Z_2}}{\sqrt{Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}} \quad [7]$$

In definitiva, l'equazione della tensione all'entrata di cia-

scuna cellula, sia questa a  $T$  ovvero  $\pi$ , è della forma generica:

$$V_q = -K (\mathcal{A} e^{qr} - \mathcal{B} e^{-qr}) \quad [8]$$

dove  $K$  indica una certa impedenza, di cui abbiamo visto il significato e la cui espressione analitica è data dalla [6] per le catene a  $T$  e dalla [7] per quelle a  $\pi$ .

5. — Riferiamoci ad una catena costituita da un numero finito di cellule (a  $T$  od a  $\pi$  indifferentemente) e, supponiamola chiusa su una impedenza qualsiasi  $z_n = Z_n e^{j\omega t}$  (fig. 7).



Fig. 7.

Se assumiamo come grandezze note la tensione  $V_0$  e la corrente  $I_0$  all'origine ( $q = 0$ ) della catena, si ha, dalle [3] e [8]

$$I_0 = \mathcal{A} + \mathcal{B} \\ V_0 = -K (\mathcal{A} - \mathcal{B})$$

da cui:

$$\mathcal{A} = \frac{1}{2} \left( I_0 - \frac{V_0}{K} \right) \quad \mathcal{B} = \frac{1}{2} \left( I_0 + \frac{V_0}{K} \right)$$

Le equazioni della corrente e della tensione all'entrata di una generica cellula prendono allora la forma:

$$I_q = \frac{1}{2} \left( I_0 - \frac{V_0}{K} \right) e^{qr} + \frac{1}{2} \left( I_0 + \frac{V_0}{K} \right) e^{-qr} \quad [9]$$

$$V_q = \frac{1}{2} \left( V_0 - K I_0 \right) e^{qr} + \frac{1}{2} \left( V_0 + K I_0 \right) e^{-qr} \quad [10]$$

6. — Tali equazioni richiamano alla mente quelle che si stabiliscono nello studio della propagazione delle correnti lungo una linea a costanti uniformemente distribuite. Come in una linea, così in una catena di circuiti, sia la distribuzione della corrente, sia quella della tensione in corrispondenza dell'entrata delle varie cellule, si possono pensare (in senso puramente figurativo) come risultanti dalla sovrapposizione di due distribuzioni perfettamente analoghe, la prima delle quali procede dall'inizio della catena verso il ricevitore secondo una certa legge, l'altra invece procede secondo la stessa legge, ma in verso opposto. Tuttavia si deve osservare, che la differenza essenziale nei due modi di propagazione, lungo una linea naturale e lungo una catena di circuiti, risiede (fra l'altro) in ciò che, mentre nella prima le leggi dell'attenuazione esponenziale della corrente (e tensione) valgono per ogni elemento di essa, qualunque sia la sua posizione rispetto all'origine della linea, nelle catene valgono invece solamente all'entrata di ciascuna cellula. Nell'interno di queste, è valida solo, nè potrebbe essere diversamente, la legge di Ohm generalizzata.

Ciò nondimeno è invalso l'uso di adottare anche per le catene di circuiti una terminologia perfettamente analoga a quella seguita nello studio delle linee a costanti distribuite. Così, la grandezza  $\gamma$  chiamasi costante di propagazione: essa è in generale un numero complesso della forma:

$$\gamma = \alpha + j\beta$$

$\alpha$  è chiamato costante di attenuazione ed affetta solo l'ampiezza delle grandezze cui è applicato;  $\beta$  è la costante di fase ed affetta solo la fase delle stesse.

L'analogia formale che abbiamo ora ricordata non deve sorprendere, se si pensa che ogni linea naturale può sempre essere sostituita da opportuni circuiti a costanti concentrate, il cui complesso costituisce la corrispondente linea artificiale. Uno studio particolarmente elegante per stabilire le leggi analitiche di questa corrispondenza, è stato fatto, come è noto, dal KENNELLY (B. 6). D'altronde, una linea naturale, in definitiva, non è che il limite di una catena di  $n$  circuiti accoppiati. Ed è altresì noto, come ad ogni linea artificiale possa farsi sempre corrispondere una linea naturale. Questa dipendenza non è però univoca, e in ogni caso, le due sono mai completamente equivalenti.

L'impedenza  $K$  che definimmo nelle pagine precedenti, è chiamata impedenza caratteristica od iterativa della catena di circuiti. La sua espressione analitica è diversa a secondo che

questa è a  $T$  [6] od a  $\pi$  [7]; si deve tuttavia osservare che:

$$(\mathbf{K})_T(\mathbf{K})_\pi = \mathbf{Z}_1 \mathbf{Z}_2 = k^2$$

ossia, il prodotto delle due impedenze caratteristiche (di una catena a  $T$  e di una a  $\pi$ ) riproduce il quadrato dell'impedenza caratteristica di una linea naturale le cui costanti distribuite per unità di lunghezza, siano  $\mathbf{Z}_1$  e  $\mathbf{Z}_2$ . (Kennelly).

7. — Si supponga ora che, l'impedenza  $\mathbf{Z}_n$  su cui si chiude la nostra catena di circuiti, sia eguale (in senso vettoriale) all'impedenza iterativa  $\mathbf{K}$  di essa. Riprendiamo le [9] e [10], notando che queste possono anche scriversi sotto la forma:

$$\mathbf{I}_q = \mathbf{I}_0 \cosh q\gamma - \frac{\mathbf{V}_0}{\mathbf{K}} \sinh q\gamma \quad [11]$$

$$\mathbf{V}_q = \mathbf{V}_0 \cosh q\gamma - \mathbf{K} \mathbf{I}_0 \sinh q\gamma \quad [12]$$

e poichè la tensione  $\mathbf{V}_n$  ai capi dell'impedenza  $\mathbf{Z}_n$  è esprimibile con

$$\mathbf{V}_n = \mathbf{Z}_n \mathbf{I}_n,$$

se combiniamo questa con le [11] e [12] dove al posto di  $q$  si ponga  $n$ , otteniamo:

$$\mathbf{I}_0 = \mathbf{V}_0 \frac{\cosh n\gamma + \frac{\mathbf{Z}_n}{\mathbf{K}} \sinh n\gamma}{\mathbf{Z}_n \cosh n\gamma + \mathbf{K} \sinh n\gamma}.$$

Poniamo quindi:

$$\mathbf{Z}_L = \frac{\mathbf{Z}_n \cosh n\gamma + \mathbf{K} \sinh n\gamma}{\cosh n\gamma + \frac{\mathbf{Z}_n}{\mathbf{K}} \sinh n\gamma}; \quad [13]$$

si ha allora:

$$\mathbf{I}_0 = \frac{\mathbf{V}_0}{\mathbf{Z}_L}$$

e, se, come abbiamo supposto,  $\mathbf{Z}_n = \mathbf{K}$ , la [13] diventa:

$$\mathbf{Z}_L = \mathbf{K}$$

e perciò:

$$\mathbf{I}_0 = \frac{\mathbf{V}_0}{\mathbf{K}}$$

in tal caso le [11] e [12] si semplificano:

$$\mathbf{I}_q = \mathbf{I}_0 (\cosh q\gamma - \sinh q\gamma)$$

$$\mathbf{V}_q = \mathbf{V}_0 (\cosh q\gamma - \sinh q\gamma)$$

ossia:

$$\mathbf{I}_q = \mathbf{I}_0 e^{-q\gamma} = \mathbf{I}_0 e^{-(\alpha + j\beta)q} \quad [14]$$

$$\mathbf{V}_q = \mathbf{V}_0 e^{-q\gamma} = \mathbf{V}_0 e^{-(\alpha + j\beta)q} \quad [15]$$

le quali dimostrano che se, e solamente se, la catena di circuiti è chiusa su una impedenza eguale all'impedenza caratteristica (o iterativa) di essa, il rapporto fra le correnti (e tensioni) all'entrata di due successive cellule è eguale ad  $e^{-\gamma}$ .

In altri termini: l'ampiezza della corrente (e tensione) all'entrata di una cellula si ritrova all'entrata della successiva ridotta nel rapporto  $e^{-\alpha}$ , mentre la sua fase si modifica della quantità  $\beta$ .

## CAP. II.

### Proprietà selettive o filtranti delle catene di circuiti.

8. — Consideriamo una catena di circuiti chiusa su una impedenza eguale all'impedenza caratteristica di essa e supponiamo di alimentarla con una f. e. m. variabile nel tempo secondo una legge comunque complessa e, pertanto, risolvibile in uno spettro di frequenze.

Le equazioni della corrente e della tensione sono ancora rappresentate dalle [14] e [15], dove la costante di propagazione è definita da [3]:

$$\cosh \gamma = \cosh (\alpha + j\beta) = 1 + \frac{\mathbf{Z}_1}{2\mathbf{Z}_2}.$$

Ci proponiamo di discutere i valori che assume  $\gamma$  (e quindi  $\alpha$  e  $\beta$ ) dipendentemente da quelli assunti, per ogni frequenza, dal rapporto  $\frac{\mathbf{Z}_1}{\mathbf{Z}_2}$ .

Per semplicità di quel che diremo, pensiamo in un primo tempo, che la catena di circuiti, sia priva di cause dissipatrici

di energia (resistenze ohmiche, isteresi dielettrica, ecc.). In tal caso, il rapporto  $\frac{\mathbf{Z}_1}{\mathbf{Z}_2}$  è evidentemente un numero reale e corrisponde al rapporto dei moduli.

Supponiamo allora che:

$$\text{I}^\circ \quad \frac{\mathbf{Z}_1}{\mathbf{Z}_2} > 0$$

ne risulta:

$$\cosh \gamma > 1 \quad [16]$$

cioè,  $\gamma$  è un numero reale positivo; e, poichè:

$$\cosh \gamma = \cosh (\alpha + j\beta) = \cosh \alpha \cos \beta + j \sinh \alpha \sin \beta \quad [17]$$

deve necessariamente essere:

$$\sinh \alpha \sin \beta = 0 \quad [17 \text{ bis}],$$

la cui coesistenza con la [16] fornisce

$$\alpha \neq 0 \quad ; \quad \beta = 0$$

Quindi, corrispondentemente a frequenze per cui il rapporto  $\frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} > 0$ , la catena di circuiti si comporta in modo tale che, le correnti (e tensioni) all'entrata delle varie cellule, modificano sì la loro ampiezza, ma conservano inalterata la fase.

$$\text{II}^\circ \quad \frac{\mathbf{Z}_1}{\mathbf{Z}_2} < -4$$

Ne segue che:

$$\cosh \gamma < -1$$

cioè,  $\gamma$  è un numero reale negativo. Ripetendo lo sviluppo del coseno iperbolico di  $(\alpha + j\beta)$  nel modo ora fatto, si deduce:

$$\alpha \neq 0 \quad ; \quad \beta = \pi$$

Perciò: corrispondentemente a frequenze per cui il rapporto  $\frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} < -1$  le correnti (e tensioni) all'entrata delle varie cellule, si modificano non solo in ampiezza, ma anche nella fase. Passando da un circuito all'altro, lo spostamento di fase è di  $180^\circ$ .

III<sup>o</sup>

$$-4 < \frac{\mathbf{Z}_1}{\mathbf{Z}_2} < 0 \text{ od equivalentemente } -1 < \frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} < 0 \quad [17 \text{ ter}]$$

ossia  $\cosh \gamma$  è un numero reale negativo il cui valore assoluto è minore dell'unità. In tal caso [17] e [17 bis]:

$$\alpha = 0 \quad ; \quad \beta \neq 0$$

Questo risultato è interessante e dimostra che, laddove esistano frequenze per cui si verifica  $-1 < \frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} < 0$  la catena di circuiti si comporta in modo tale che le correnti (e tensioni) all'entrata delle varie cellule, si mantengono inalterate in ampiezza, pur modificando la loro fase.

E' così messa in luce l'azione filtrante delle catene di circuiti: azione che, come già accennammo, si riassume essenzialmente in ciò che, dato uno spettro di frequenze agente su esse, se ne esistono alcune verificanti la condizione [17 ter] le corrispondenti azioni elettriche si propagano (in senso figurativo) senza smorzarsi. Le altre, sono invece arrestate in misura più o meno ampia.

Le frequenze che verificano le equazioni:

$$\frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} = -1 \quad \text{e} \quad \frac{\mathbf{Z}_1}{4\mathbf{Z}_2} = 0$$

delimitano perciò una gamma nell'interno della quale vi è trasparenza per le azioni elettriche; esse sono chiamate frequenze critiche o frontiere. Esternamente a queste si hanno invece le zone attenuate o zone opache.

9. — Le precedenti considerazioni hanno significato in quanto si ammetta che la catena di circuiti sia chiusa su una impedenza eguale all'impedenza caratteristica di essa. Ove ciò non sia, occorre discutere le equazioni complete [9] e [10] ovvero [11] e [12], le quali tengono conto dell'azione riflessa.

Ma esaminiamo prima, quale sia la legge di variazione con la frequenza, dell'impedenza caratteristica di una catena.

A) Nell'interno di una gamma per cui  $\alpha = 0$ , l'impedenza caratteristica è una funzione reale.

Infatti, sia nel caso di cellule a  $T$  [6], sia in quello di celle a  $\pi$  [7], l'impedenza  $K$  dipende dalla grandezza:

$$Z_1 \cdot Z_2 + \frac{Z_1^2}{4} = Z_1 \cdot Z_2 \left( 1 + \frac{Z_1}{4Z_2} \right)$$

e, poichè  $Z_1$  e  $Z_2$  sono puramente immaginarie e tali che il rapporto  $\frac{Z_1}{4Z_2}$  è negativo e maggiore di  $-1$ , non solo è positivo il prodotto  $Z_1 Z_2$ , ma è altrettanto positiva la somma:

$$\left( 1 + \frac{Z_1}{4Z_2} \right)$$

l'impedenza  $K$  è dunque reale.

B) In corrispondenza delle frequenze critiche o frontiere, l'impedenza caratteristica cambia natura divenendo da reale immaginaria e passando per i valori o zero o infinito.

Tale deduzione è immediata se, nelle espressioni analitiche [6] e [7] si pone  $\frac{Z_1}{4Z_2} = -1$  e successivamente

$$\frac{Z_1}{4Z_2} = 0 \quad (Z_1 = 0; Z_2 = \infty).$$

S'intuisce quindi come, la condizione  $Z_n = K$  sia di difficile realizzazione. Invero, praticamente, nessun apparecchio ricevente presenterà una impedenza la cui variazione con la frequenza sia analoga a quella seguita dall'impedenza caratteristica della catena.

Giova perciò discutere più da vicino quale sia l'effettivo comportamento di un complesso di circuiti chiuso su una impedenza qualsivoglia rispetto ad una f. e. m. di pulsazione variabile.

10. — Riprendiamo allo scopo la [11]:

$$I_q = I_0 \cosh q \gamma - \frac{V_0}{K} \sinh q \gamma$$

la quale, tenuto conto della [13] e, riferendosi alla sortita della catena, può scriversi sotto la forma:

$$I_n = V_0 \left( \frac{1}{Z_L} \cosh n \gamma - \frac{1}{K} \sinh n \gamma \right)$$

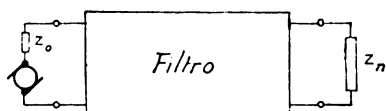


Fig. 8.

Se (fig. 8), indichiamo con  $E_0$  la f. e. m. di alimentazione e, con  $Z$ , la sua impedenza interna, poichè:

$$\frac{V_0}{Z_L} = \frac{E_0}{Z_0 + Z_L}$$

si ha:

$$I_n = \frac{E_0}{Z_0 + Z_L} \left( \cosh n \gamma - \frac{Z_L}{K} \sinh n \gamma \right) \quad [18]$$

Ora si osservi, che, per ragioni di cui diremo in seguito, l'impedenza  $Z$ , del generatore può esser resa sensibilmente eguale (per es. mediante trasformatori) a  $Z_n$ . In tal caso, sostituendo l'espressione [13] di  $Z_L$  in [18] e, ponendo in questa  $Z_0 = Z_n$ , si ottiene dopo facili riduzioni:

$$I_n = \frac{E_0}{\left( K + \frac{Z_n^2}{K} \right) \sinh n \gamma + 2 Z_n \cosh n \gamma} \quad [19]$$

espressione generale della corrente alla sortita della catena di circuiti. Da essa possono dedursi, come caso particolare, le considerazioni che abbiamo già fatte partendo direttamente dalla [14]. Basta infatti, nella [19], porre  $Z_n = K$  per ottenere una espressione analoga alla [14].

Ma, per seguire quanto ci siamo proposti, supponiamo che  $Z_n$  abbia un valore qualunque.

I°) Nella zona di frequenze (trasparente) per cui è verificata la relazione:

$$-1 < \frac{Z_1}{4Z_2} < 0 \quad [20]$$

si ha:

$$\alpha = 0$$

e poichè:

$$\begin{aligned} \cosh \gamma &= \cosh j \beta = \cos \beta \\ \sinh \gamma &= \sinh j \beta = j \sin \beta \end{aligned}$$

si deduce dalla [19]:

$$I_n = \frac{E_0}{j \left( K + \frac{Z_n^2}{K} \right) \sin n \beta + 2 Z_n \cos n \beta} \quad [21]$$

L'esame di questa espressione dimostra che, se l'impedenza caratteristica  $K$  fosse, nella zona di frequenze che qui si considera, costante, la corrente alla sortita della catena avrebbe solo una variazione periodica esattamente definibile.

Pertanto, l'impedenza caratteristica è funzione della frequenza; quindi, la legge di variazione della corrente nella zona di filtrazione dipende anche da quella. In definitiva, la corrente alla sortita della catena di circuiti, corrispondentemente a frequenze verificanti la [21] ha una ampiezza variabile.

Tuttavia queste variazioni sono ridotte se, come si è supposto, la sorgente di f. e. m. ha una impedenza interna eguale a quella del ricevitore. Infatti, nel denominatore della [21] (ottenuta appunto in quella supposizione), una variazione di  $K$  è parzialmente compensata con quella che subisce  $\frac{Z_n^2}{K}$ .

L'andamento dei valori assunti da  $I_n$  entro la zona di filtrazione può dedursi da una opportuna discussione della [21].

II°) Nelle zone di frequenza attenuate, e per le quali

$$\frac{Z_1}{Z_2} > 4 \quad \text{o} \quad \frac{Z_1}{Z_2} < -4$$

abbiamo già visto che il coefficiente di attenuazione  $\alpha$  è diverso da zero, mentre

$$\beta = 0 \quad \text{oppure} \quad \beta = \pi.$$

In ogni modo si ha:

$$\cosh \gamma = \cosh \alpha = \left| 1 + \frac{Z_1}{2Z_2} \right|$$

e perciò la [19] può scriversi ora sotto la forma:

$$I_n = \frac{E_0}{\pm \left( K + \frac{Z_n^2}{K} \right) \cosh n \alpha \pm 2 Z_n \cosh n \alpha} \quad [22]$$

che permette in ogni caso particolare, di calcolare  $I_n$  in modulo e fase. Ma, come osserva il DAVID (B. 16), essendo  $K$  una grandezza immaginaria e  $Z_n$  in generale reale, il modulo di  $I_n$  soddisfa alla:

$$I_n < \frac{E_0}{2 Z_n \cdot \cosh n \alpha},$$

la quale fornisce quindi un limite superiore. Il suo valore dipende da  $n$ , ossia dal numero di cellule, e da  $\alpha$ , ossia dal rapporto  $\frac{Z_1}{Z_2}$  e quindi dalla frequenza.

11. — Quali deduzioni possono trarsi dall'esame sommario che abbiamo ora fatto? E' evidente, che le variazioni di ampiezza della corrente nella zona di filtrazione sono, per quanto possibile, da evitarsi.

A tale scopo, non potendo ottenere l'eguaglianza fra  $Z_n$  e  $K$  in tutta la zona di filtrazione, si renderà  $Z_n$  eguale al valor medio di  $K$ , o al valore che  $K$  stesso assume corrispondentemente alla frequenza media geometrica fra le frequenze che delimitano la gamma passante. (Continua)

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.



# SULLA STRUTTURA DEI SUONI E LA LORO PERCEZIONE

U. BORDONI



Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

(Continuazione e fine, v. N. 28, pag. 733).

## PARTE II.

### Sulla percezione dei suoni.

#### 5. - Limiti di percettibilità dei suoni - Audiogramma normale medio - Rappresentazione dei difetti di percezione.

Anche nello studio della percezione dei suoni e dei rumori, conviene cominciare dal caso più semplice, che è quello della percezione dei suoni puri (§ 2).

E' stato già rilevato (§ 2) come per individuare un suono puro bastino due elementi: la *frequenza* (od *altezza*) e la *intensità energetica*. Ora, l'esperienza dimostra che, fissata una determinata altezza, l'orecchio percepisce il suono soltanto se (nel punto ove l'orecchio si trova) l'intensità energetica raggiunga o superi un determinato valore minimo  $J_0$ . Esiste dunque ciò che potrebbe chiamarsi impropriamente « una soglia » delle sensazioni sonore, così come avviene per l'occhio e, del resto, per qualunque strumento artificiale; anche in una bilancia, con i piatti in equilibrio, tale equilibrio si turba sensibilmente soltanto se il peso che si aggiunge ad uno dei piatti raggiunga un certo valore minimo, magari piccolissimo, ma sempre finito. All'inverso di  $J_0$ , si dà il nome di « *sensibilità energetica* » dell'orecchio.

E' da aggiungere, sebbene non sia il caso di entrare in una discussione particolareggiata al riguardo, che l'orecchio, veramente, è sensibile ad una parte soltanto dell'energia sonora che lo investe, e cioè a quella parte che è sotto forma *potenziale* (Savart); l'energia cinetica lo influenza assai meno. In altri termini, sono le variazioni di pressione dell'aria che agiscono sull'orecchio, più che i moti vibratorii veri e propri delle particelle dell'aria. In quanto segue, tuttavia, per  $J$  si intenderà genericamente la potenza *totale* attraversante l'unità di superficie del fronte d'onda, supposto in libera progressione; quella relativa alla forma *potenziale* dell'energia sarebbe, in media, la metà.

Man mano che l'intensità energetica  $J$  si allontana, in più, dal valore  $J_0$  sopra definito, diventa sempre più intensa la sensazione auditiva. Ma continuando  $J$  a crescere, ad un certo punto comincia a verificarsi un fenomeno nuovo, consistente essenzialmente nella percezione del fenomeno vibratorio sonoro anche da parte di altri organi del corpo umano, e, più precisamente, dagli organi del tatto. Nè la cosa può sorprendere troppo. Deve difatti riconoscersi, anche prima di discutere più minutamente il complesso funzionamento dell'orecchio (§ 9), che l'orecchio è essenzialmente un delicato sistema di organi capaci di essere impressionati da vibrazioni longitudinali dell'aria. Ma queste vibrazioni, data la loro natura (§ 1), sono evidentemente capaci di impressionare anche gli ordinari organi del tatto, se raggiungono una intensità sufficiente; sicchè, la differenza funzionale, a questo riguardo, fra l'orecchio e gli organi del tatto non è di natura del tutto *qualitativa* ma, per una parte, soltanto *quantitativa*: nel senso che i minimi di intensità energetica occorrenti per impressionare i più delicati tra gli organi del tatto sono di gran lunga maggiori (d'ordinario) <sup>(14)</sup> di quelli sufficienti per impressionare l'orecchio. <sup>(15)</sup>

Si deve poi aggiungere che quando l'intensità energetica ha raggiunto valori tali da cominciare ad impressionare anche

gli organi del tatto, la sensazione auditiva è così forte, da essere non solo sgradevole, ma addirittura fastidiosa: e questo fastidio ostacola anche la percezione, in quelle condizioni, delle differenze di altezza. Si tratta, dunque, d'un complesso di fenomeni che non è senza qualche analogia con quelli che si verificano per l'occhio; ed adottando un linguaggio simile, si potrebbe asserire, in forma riassuntiva, che quando l'intensità energetica del suono raggiunge un certo limite, si iniziano, presso a poco contemporaneamente, due fenomeni:

a) la sensazione auditiva raggiunge tali caratteristiche da potersi parlare di una specie di « *abbagliamento* » acustico; b) oltrechè dall'orecchio, la esistenza del fenomeno sonoro è percepita anche dagli organi del tatto.

Tutto questo giustifica la asserzione, che, *per ogni frequenza, la intensità energetica percettibile non solo ha un limite inferiore  $J_0$ , ma ha anche un limite superiore  $J_s$ , oltrepassato il quale la sensazione auditiva cessa di essere normale*. Ed una parte importante dello studio delle proprietà dell'orecchio consisterà ovviamente nel determinare i valori di  $J_0$  e di  $J_s$  per le differenti frequenze. Si tratta per altro, specie nel caso di  $J_s$ , di determinazioni nè facili, nè suscettibili di grande esattezza, attesa la natura stessa dei fenomeni da studiare.

Lasciando da parte, attesi gli scopi della presente nota, l'esame dei metodi adoperabili od adoperati in queste ricerche, le quali sono state numerose specialmente in questi ultimi dieci anni, basterà qui dire che il loro insieme ha dimostrato anzitutto l'esistenza di forti differenze individuali negli andamenti di  $J_0$  ed  $J_s$  con la frequenza, anche considerando soltanto individui senza apprezzabili difetti di udito; i quali andamenti individuali, poi (e specialmente quello di  $J_0$ ), sono generalmente così poco regolari <sup>(16)</sup> da far nascere fondatamente il dubbio che indichino piccoli difetti di audizione, non rilevabili alla osservazione ordinaria. Comunque, sperimentando sopra numerose persone (senza difetti facilmente apprezzabili) e facendo, per ogni frequenza, la media fra i valori individuali misurati di  $J_0$  ed  $J_s$ , è stato possibile definire un andamento medio (Fletcher, Wegel, Jones, ecc.) il quale, pur non adattandosi esattamente, forse, a nessun individuo, ha però una evidente importanza generale (fig. 17). Le ascisse del diagramma sono le frequenze, ancora in scala *logaritmica*; per le ordinate, sono segnate sul diagramma tre scale differenti, ma corrispondenti. Le due a sinistra sono anch'esse *logaritmiche* e si riferiscono rispettivamente ai valori della « intensità energetica » (§ 1), espressa in microwatt per  $\text{cm}^2$ , e della corrispondente « media efficace delle fluttuazioni di pressione » (§ 1), espressa in dine per  $\text{cm}^2$ ; della scala di destra si dirà in seguito (§ 6).

La fig. 17 è ciò che si può chiamare l'*audiogramma dell'orecchio normale medio*; esso può essere molto utilmente completato dalla indicazione, per ogni frequenza, dei limiti entro cui è compresa la intensità energetica del suono nel caso della usuale conversazione fra più persone <sup>(17)</sup>. Ne risulta allora l'area tratteggiata centrale, che può chiamarsi « *area della conversazione normale* », a differenza di quella intera, compresa fra le curve  $J_0$  ed  $J_s$ , che può dirsi « *l'area totale della audizione* ».

L'audiogramma fig. 17 dà luogo facilmente a molte osservazioni interessanti.

Il fatto che le due linee  $J_0$  ed  $J_s$  si incontrino, rispettivamente verso le frequenze basse e quelle alte, è stato un poco frettolosamente interpretato come atto senz'altro a fornire una risposta precisa alla questione, così spesso studiata in passato, con risultati poco concordanti (a seconda della intensità delle sorgenti sonore adoperate), *dei limiti delle frequenze udibili*: nel senso che una data frequenza potrebbe abbastanza logicamente, chiamarsi « non udibile » allorchè fosse percepita dall'orecchio solo se il suono raggiungesse una intensità energetica superiore a quella sufficiente per impressionare gli organi del tatto: e la fig. 17 mostra che questa circostanza si verifica per le frequenze inferiori a circa 20 (punto A) o superiori a circa 20.000 (punto B). Questi sarebbero i « *limiti normali delle frequenze udibili* ». La considerazione ora accennata è per altro meno rigorosa (una analisi approfondita lo mostrerebbe facilmente) di quanto non possa apparire a prima vista, specie nei riguardi del limite inferiore delle frequenze, per il quale interviene anche l'altro fenomeno, ben più decisivo, della perce-

<sup>(14)</sup> Persino dei milioni di milioni di volte maggiori, come si vedrà poco oltre (fig. 17).

<sup>(15)</sup> La differenza funzionale rimane qualitativa per quanto riguarda la percezione delle frequenze; chè l'orecchio distingue e riconosce anche le varie frequenze, mentre gli organi del tatto si limitano (fors'anche, in piccola parte, per insufficiente esercizio), con la specie di fremito da cui sono pervasi allorchè la intensità energetica è abbastanza grande, a riconoscere la *esistenza* del fenomeno sonoro, ma non le sue modalità caratteristiche.

<sup>(16)</sup> Non occorre dire che le irregolarità sono di un ordine di grandezza nettamente superiore alle incertezze presumibili delle misure.

<sup>(17)</sup> Prescindendo, in via di approssimazione necessariamente grossolana, dalla circostanza che nel linguaggio si ha a che fare con suoni complessi invece che puri.

zione isolata delle singole onde di compressione e rarefazione. Essa deve perciò essere considerata soltanto come un modo, *convenzionale* semplice, non privo del resto di ragionevolezza, di definire gli accennati limiti delle frequenze.

Un'altra osservazione riguarda la entità delle variazioni, specie di  $J_0$ , con la frequenza. Si tratta di variazioni veramente enormi. La sensibilità dell'orecchio è massima per frequenze prossime a circa 2500 v. c. (cioè al mi 6) e raggiunge valori straordinariamente alti, in quanto l'orecchio è impressionato già da intensità energetiche dell'ordine di  $4 \cdot 10^{-10}$  microwatt per  $\text{cm}^2$  (corrispondenti a fluttuazioni medie efficaci di pressione dell'ordine di alcuni decimillesimi di dine per  $\text{cm}^2$ ). Si calcola facilmente che, per queste frequenze, una sorgente sonora della potenza di 1 watt sarebbe udita (supposto assolutamente escluso ogni altro fenomeno di tipo sonoro, ed ogni fenomeno disturbatore), entro un raggio <sup>(18)</sup> prossimo ai 140 chilometri! E' interessante ripetere qui, appoggiata da numeri concreti, la constatazione che questa eccezionale sensibilità

Le cifre precedenti potrebbero, per altro, condurre ad un equivoco che è bene eliminare. Se, in base ad esse, si calcola la potenza sonora media che dovrebbe emettere una sorgente sonora per essere intesa bene sino ad alcuni metri di distanza, si trovano delle cifre molto piccole, che difficilmente giungono al decimillesimo, o, tutt'al più al millesimo di watt; con una potenza sonora, difatti, di  $10^{-3}$  watt, la intensità energetica è ancora di un decimillesimo di microwatt per  $\text{cm}^2$  sino alla distanza di circa 9 metri, anche prescindendo dall'effetto rinforzante, che può essere relevantissimo, prodotto dalle pareti dell'ambiente. Il caso del linguaggio umano non può evidentemente assimilarsi senz'altro a quello d'un insieme di toni puri, ma poichè è estremamente verosimile che gli ordini di grandezza dei fenomeni corrispondenti, nei due casi, non siano molto diversi, se ne dedurrebbe che anche per essere intesi sino alle distanze che d'ordinario interessano, basterebbe parlare con potenze sonore limitatissime, generalmente comprese fra  $10^{-5}$  e  $10^{-3}$  watt: e per una intera ora di discorso, ad es.,

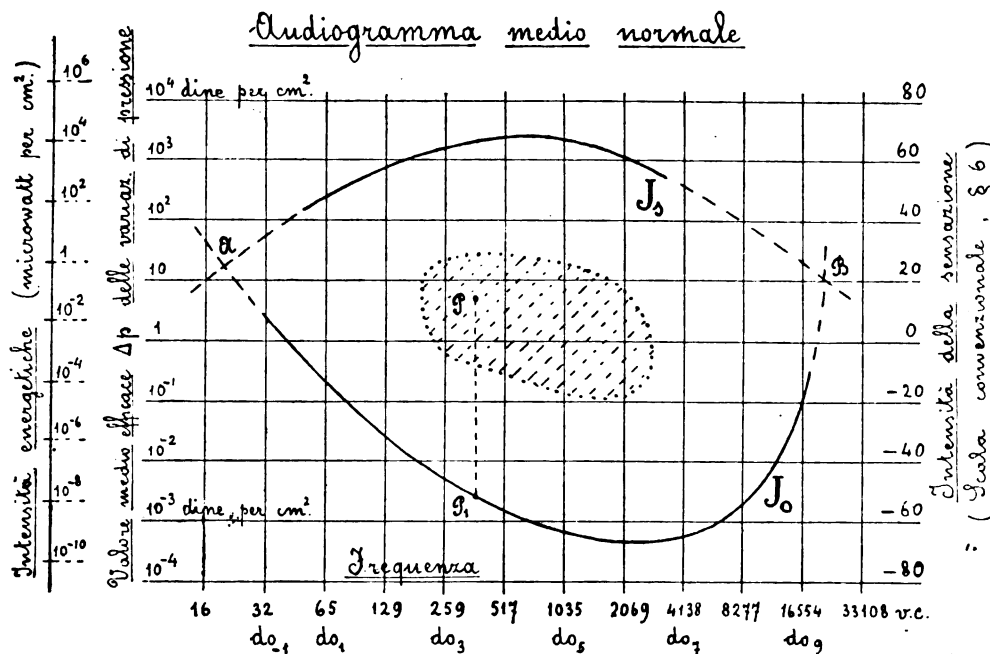


Fig. 17.

energetica dell'orecchio è dello stesso ordine di quella dell'occhio umano. Esperienze ripetute hanno, difatti, mostrato che in condizioni atmosferiche pressochè perfette una sorgente luminosa della intensità media sferica di 1 candela, cioè della potenza di  $4 \pi$  lumen, è ancora visibile a circa 12 km. di distanza. Ora, una sorgente luminosa che trasformasse completamente 1 watt in radiazioni giallo-verdi (che sono quelle per le quali l'occhio è più sensibile), avrebbe una potenza di circa 630 lumen, cioè, 50 volte superiore; essa sarebbe perciò visibile (supposte perfette le condizioni atmosferiche) ad una distanza (circa 7 volte maggiore) di circa 90 Km.

La sensibilità dell'orecchio va per altro diminuendo rapidamente man mano che la frequenza considerata si allontana da circa 2500 v. c.; essa è già 10 volte minore per frequenze di circa 500 e 6000 v. c.; 100 volte minore per frequenze di circa 300 e 9000, e così via; nei punti A e B essa è circa 1 miliardo di volte minore che per la frequenza 2000.

Più modeste, ma sempre grandi, sono le variazioni del limite dell'abbagliamento acustico. Nell'intervallo fra 250 e 4000 v. c., che è quello più importante per il linguaggio (come appare sia dalla fig. 17, sia dalle figure del § 4), l'abbagliamento acustico si verifica per intensità energetiche dell'ordine di 10 milliwatt per  $\text{cm}^2$ , da  $10^{12}$  a  $10^{13}$  volte maggiori di quelle corrispondenti al minimo percettibile ( $J_0$ ). Questa estrema adattabilità dell'orecchio ad intensità energetiche così diverse <sup>(19)</sup> va per altro molto rapidamente diminuendo per frequenze maggiori o minori di quelle ora accennate, sino ad annullarsi (per definizione) alle frequenze limiti.

L'audizione normale, nelle conversazioni fra più persone, corrisponde ad intensità energetiche medie (come appare dalla fig. 17) di qualche millesimo di microwatt per  $\text{cm}^2$ ; nel caso, per altro, in cui sia una sola la persona che parla e le altre siano attente, la audizione è ancora ottima con intensità energetiche assai minori, dell'ordine del decimillesimo di microwatt per  $\text{cm}^2$ .

questo implicherebbe una quantità d'energia sonora compresa fra qualche millesimo e qualche decimo, appena, di chilogrammetro. Ora, questo risultato appare in contraddizione con la esperienza quotidiana della fatica causata dal parlare a lungo.

Ma la spiegazione è semplice. Il nostro organismo è abituato soltanto al lavoro normale della respirazione, che consiste in periodiche immissioni di aria nei polmoni e nelle conseguenti emissioni. Assumendo una media di sedici atti respiratori al minuto primo, ciascuno corrispondente ad un volume d'aria di 0,5 litri, ne risulterebbe un volume di circa mezzo metro cubo all'ora. Ora, durante la respirazione normale, il cui ritmo è regolarissimo, la pressione di aspirazione o di emissione varia (in media) fra un massimo di 200 mm d'acqua ad un minimo di zero; invece, durante la fonazione, il ritmo degli atti respiratori è meno regolare, e se il massimo di pressione rimane intorno ai 200 mm d'acqua, il minimo non scende praticamente al disotto di circa 150 mm. Quindi, la fatica prodotta dalla fonazione è dovuta principalmente a due cause:

- a) la maggiore pressione media che si deve mantenere durante gli atti respiratori;
- b) la irregolarità degli atti respiratori stessi.

Questa seconda causa si lascia difficilmente tradurre in un numero <sup>(20)</sup>; ma basta la prima per asserire che il maggior lavoro che si deve fare durante la fonazione è, tenuto conto delle cifre medie precedenti, dell'ordine di almeno alcune decine di

<sup>(18)</sup> La cifra sopra accennata corrisponde ad una sensibilità di  $\frac{10^{10}}{4}$   $\text{cm}^2$  per microwatt, cioè di  $\frac{10^{16}}{4}$   $\text{cm}^2$  per watt. Ora  $\frac{10^{16}}{4}$  è appunto in  $\text{cm}^2$  la superficie d'una sfera di circa 140 Km. di raggio.

<sup>(19)</sup> Essa trova il suo riscontro in una adattabilità dell'occhio che è del tutto paragonabile.

<sup>(20)</sup> E' noto, per altro, che una delle difficoltà dell'arte del canto sta appunto nel conciliare un minimo di regolarità degli atti respiratori con le esigenze della fonazione.

chilogrammetri all'ora <sup>(21)</sup>; dunque, d'un ordine di grandezza un centinaio di volte maggiori dell'energia sonora. La spiegazione della contraddizione apparente sopra segnalata sta dunque in questo: che l'insieme dei nostri organi vocali non trasforma in energia sonora vera e propria che una piccolissima frazione dell'energia di cui abbisognano per entrare in funzione.

Le misure dirette (Fletcher, Crandall, Sabine P. E., Jones, ecc.), confermano che la potenza sonora corrispondente alla fonazione normale è dell'ordine dei 10-15 microwatt se si tratta della usuale conversazione fra un piccolissimo numero di persone; raggiunge i 100 microwatt se l'uditorio è alquanto più numeroso e si spinge fin verso i 500 od i 1000 microwatt solo nei casi in cui l'oratore cerca di farsi sentire da un rilevante numero di persone. Non è da confondere, per altro, questa, che è la potenza sonora veramente emessa dall'organo vocale, con la potenza sonora *apparente* (alla quale è effettivamente dovuta la audizione), che è eguale alla precedente più l'effetto rinforzante delle riflessioni sulle eventuali pareti dell'ambiente. Pur non essendo qui il caso di discutere a fondo questo punto, basterà accennare che questo effetto rinforzante è generalmente molto rilevante; tanto che è frequente il caso di ambienti chiusi in cui la potenza sonora apparente sia otto o dieci volte maggiore di quella vera.

Si può infine osservare che il rilevamento degli audiogrammi individuali è veramente uno dei mezzi più semplici ed efficaci per precisare la natura e la entità dei difetti di audizione (di rappresentare, cioè, il fenomeno della sordità), i quali, attraverso queste ricerche, hanno mostrato di poter assumere forme svariatissime, come appare dai diagrammi della figura 18

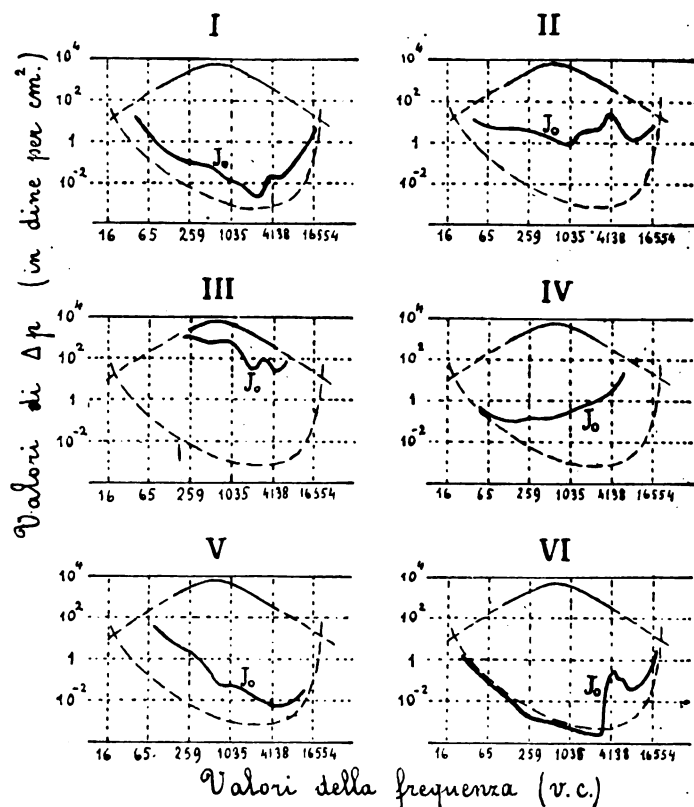


Fig. 18.

(Fletcher), nei quali è anche riportato, per il confronto, l'audiogramma normale, fig. 17. In alcuni casi, la sordità consiste semplicemente in un aumento, più o meno regolare, di tutti i valori di  $J_0$  (figg. 18 I e 18 II); aumento che può, per altro, essere così forte, da significare la sordità quasi completa, come nella fig. 18 III, nella quale l'area totale di audizione è circa il 12 per cento di quella normale, e, particolare ancora più importante, è tutta al *disopra* dell'area della conversazione normale: ciò che significa la assoluta impossibilità, per la persona, di prender parte alle usuali conversazioni. In altri casi, si hanno

<sup>(21)</sup> Il lavoro necessario per comprimere un gas da una pressione  $p$  ad una pressione  $p_1$  è dato notoriamente da  $\int_{p_1}^{p_2} p \cdot dv$ , essendo  $v$  il valore generico corrispondente al valore generico  $p$ . Esprimendo  $v$  in mc. e  $p$  in Kg. (o, ciò che è numericamente lo stesso, in mm. di acqua), il lavoro così calcolato risulta espresso in chilogrammetri.

deficienze di audizione relativamente più spiccate per le frequenze alte (fig. 18 IV) o le frequenze basse (fig. 18 V): più rari sono i casi di deficienze limitate a determinate zone di frequenza, come nella fig. 18 VI.

La gravità dei casi di sordità è evidentemente individuata dalla posizione della curva  $J_0$  rispetto l'area della conversazione normale. In linea di massima, si può osservare che nell'intervallo di frequenza più essenziale per una qualche percezione, sia pure imperfetta, del linguaggio (e cioè fra circa 250 e circa 4000 v. c.), l'orecchio normale ha dei valori di  $J_0$  che si aggirano intorno a qualche miliardesimo di microwatt per  $\text{cm}^2$ , e corrispondono a dei  $\Delta p$  dell'ordine di  $10^{-3}$  dine per  $\text{cm}^2$ . Le difficoltà di percezione cominciano a diventare notevoli quando i valori individuali di  $J_0$  salgono, nell'accennato intervallo, sino al centomillesimo di microwatt per  $\text{cm}^2$  (e, quindi, il  $\Delta p$  raggiunge le  $10^{-1}$  dine per  $\text{cm}^2$ ); e diventano evidenti allorché il  $\Delta p$  minimo percettibile raggiunge 1 dine per  $\text{cm}^2$  o valori superiori: nei quali casi l'individuo sente solo se « si parla molto forte » e vicino al suo orecchio.

## 6. - Sensibilità dell'orecchio alle differenze di intensità - Legge di Weber-Fechner - Misura della intensità delle sensazioni auditive.

Una questione che ha grande interesse, sia per le conseguenze che è possibile trarne nel campo fisiologico che per i suoi legami con molti problemi relativi alla corretta percezione dei suoni e del linguaggio, è quella della *sensibilità dell'orecchio alle variazioni di intensità energetica del suono*.

Si supponga di far udire all'orecchio, alternativamente, dei suoni puri della stessa altezza, ma di intensità energetica differente: qual'è il minimo valore che deve avere la differenza fra due intensità energetiche affinché l'orecchio apprezzi che si tratta di intensità diverse?

I risultati delle numerose ricerche fatte al riguardo (fra le più recenti, quelle di Fletcher, di Knudsen, ecc.), possono così riassumersi:

a) il comportamento dell'orecchio è sensibilmente lo stesso (anche quantitativamente) qualunque sia la frequenza considerata, almeno finché essa non si avvicina troppo ai limiti estremi delle frequenze udibili (§ 5).

b) variando la intensità energetica dei suoni considerati, varia quasi proporzionalmente il minimo valore che deve avere la differenza di cui sopra; sicché, dicendo  $J_1$  ed  $J_2$  le intensità energetiche dei due suoni, ed indicando con  $\Delta J = J_1 - J_2$  il minimo valore che deve avere, perchè sia ancora percettibile, la loro differenza di intensità, e con  $J = \frac{J_1 + J_2}{2}$  il loro valore

medio, risulta quasi costante (tranne che per intensità energetiche molto basse) il rapporto  $\frac{\Delta J}{J}$ . Più precisamente, se si determinano i valori di questo rapporto alle varie intensità energetiche, si ottengono le cifre riassunte dalla fig. 19, nella quale le ascisse indicano valori crescenti della intensità energetica; il loro significato esatto sarà spiegato alla fine del presente paragrafo.

Il comportamento dell'orecchio nei riguardi delle differenze di intensità è dunque molto simile a quello dell'occhio; in particolare, è comune il fatto che, almeno entro certi limiti, è costante non la sensibilità *assoluta* dell'organo considerato alle differenze di intensità dello stimolo (cioè, il valore di  $\Delta J$ ) bensì la sensibilità *relativa*, (cioè il rapporto  $\frac{\Delta J}{J}$ ). Questa sensibilità

relativa è però molto minore nell'orecchio. Per l'occhio, infatti, i rapporti del tipo  $\frac{\Delta J}{J}$  possono scendere, in condizioni favorevoli, sino al disotto di 0,01; in condizioni più comuni (ed in assenza di fenomeni di abbagliamento) non superano 0,03 circa. Per l'orecchio, invece, il rapporto stesso non scende praticamente mai al disotto di 0,10 (fig. 19); sicché, il 10 % è la minima differenza di intensità energetica che l'orecchio riesce ancora ad apprezzare.

E' appunto la sensibile costanza (già praticamente rilevata dal Weber da vari decenni) del rapporto  $\frac{\Delta J}{J}$ , quella che ha condotto, attraverso una ipotesi che è necessario discutere, ad un interessante tentativo di individuazione e di calcolo della *intensità fisiologica* delle sensazioni auditive.

L'ipotesi è che l'intensità di queste sensazioni sia influ-

viduabile e misurabile con un numero, così come avviene per tante grandezze fisiche. Si tratta di una ipotesi apparentemente ovvia che per molto tempo è stata ammessa senza discussione; ed anche oggi essa viene quasi sempre fatta in modo implicito, introducendo senz'altro nelle considerazioni, ad un certo punto, la misura delle sensazioni.

In realtà, è una ipotesi alla quale possono farsi gravi obiezioni dal punto di vista fisiologico, psicologico e filosofico. Non può dubitarsi, difatti, che ciò che con frase riassuntiva viene chiamato « intensità d'una sensazione », sia un qualche cosa che risulti da una alterazione *sempre complessa* dello stato del nostro organismo rispetto quello stato che corrisponde alla assenza della sensazione stessa: e che, per conseguenza, il passaggio da una intensità ad un'altra, corrisponda al passaggio da uno stato complesso di alterazioni, ad un altro stato, pure complesso.

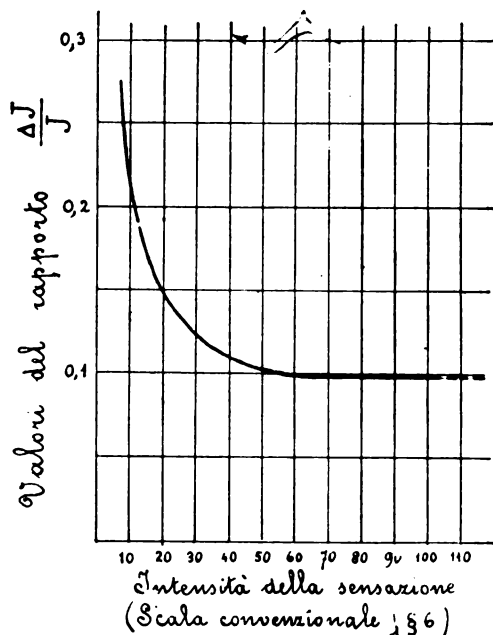


Fig. 19.

Difficilmente può dunque sostenersi (a meno di casi particolari) che dei semplici numeri possano veramente esprimere una complessa alterazione e le sue ulteriori variazioni; tanto più che vi sono dei casi nei quali i fisiologi ritengono di avere messo in luce che, col variare di intensità dello stimolo eccitatore della sensazione, subiscano delle variazioni anche il numero e la natura degli organi elementari interessati alla sensazione: più che di un « aumento di intensità » della sensazione, dovrebbe perciò parlarsi di « trasformazione » della sensazione stessa.

Ora, se tutto questo è vero (tanto, anzi, da far apparire singolare che da tante parti si continui a non tenerne conto), non è però giustificata la conseguenza che ne è stata tratta da taluno (Bergson), mediante uno schema di ragionamento logico che non è applicabile né a questo, né a tanti altri problemi del genere: la conseguenza, cioè, che siano prive di significato, oltrechè di valore, tutte le deduzioni che possono trarsi dall'avere ammesso la sopra accennata ipotesi.

Bisogna difatti riflettere che quasi mai, in fisica (ed in tante altre scienze), le ipotesi e le teorie hanno, nella mente di chi le costruisce o le adopera, un carattere « definitivo »: quasi mai, cioè, vengono considerate come esprimenti la verità ultima. Anche quando non lo si dice esplicitamente, ipotesi e teorie vengono sempre ritenute soltanto come provvisorie; come un qualche cosa che, essendo meno lontano dal vero che non le teorie od ipotesi precedenti, sia più atto a suggerire nuove ricerche sperimentali o teoriche od a collegare meglio fenomeni noti: in altri termini, come *mezzi di lavoro* il cui valore, più che dalla vicinanza alla verità (vicinanza che non è suscettibile di controllo), è determinato dal loro accordo col più gran numero possibile di fatti e dalla loro fecondità. E se vi sono casi di ipotesi che si dimostrano, per un lungo periodo di tempo, talmente d'accordo con i fatti, da far nascere la speranza che realmente esprimano qualche cosa di molto vicino alla verità, sono numerosi anche quelli di ipotesi o di teorie che vengono utilmente adoperate per la loro fecondità, pur essendovi la quasi certezza che, così come sono formulate, non possano cor-

rispondere completamente alla realtà: la giustificazione dell'impiego delle ipotesi va ricercata più nella importanza delle loro conseguenze in accordo con i fatti che non in ragionamenti astratti e necessariamente incerti sulla loro verosimiglianza. Nè questo deve meravigliare; chè l'essere una ipotesi diversa dal vero non impedisce che essa possa contenere qualche cosa che la faccia risultare sensibilmente equivalente al vero sotto certi rispetti ed entro certi limiti; e sarebbe un grave errore rinunciare aprioristicamente ai progressi ai quali può condurre il suo impiego; s'intende qui, naturalmente, un impiego tanto più giudizioso e cauto quanto più fondate appaiono le ragioni di dubbio. E si potrebbe citare, al riguardo, esempi di « tutti i calibri »; dalle fecondissime idee di Cannizzaro sulla struttura delle molecole e sopra i legami di valenza fra i vari atomi, idee che si sono dimostrate di così prodigiosa utilità nella classificazione, nello studio e nelle previsioni di esistenza dei composti organici, pur essendo evidente che non era possibile prendere sul serio l'idea che la molecola fosse formata di atomi in posizione relativa invariabile e muniti come di uncini di collegamento, sino alla modestissima ipotesi di altro genere, facilmente controllabile in ogni sua parte, dell'essere puntiformi le sorgenti artificiali di luce; ipotesi che, pur non essendo vera, conduce però molto comodamente a risultati vicinissimi al vero in un gran numero di casi, compresi entro limiti che (per la particolare semplicità del caso) si sanno assegnare con sufficiente precisione.

Tornando, dunque, alla ipotesi sulla esprimibilità in modo semplice della intensità delle sensazioni, si può concludere trattarsi d'una ipotesi che, pur non rispecchiando esattamente la verità, può tuttavia essere adoperata cautamente come ipotesi di lavoro ove — ed è appunto questo il caso — risultando in sufficiente accordo con i fatti controllabili, sia utile per la esposizione o la discussione d'un certo numero di questioni; a condizione, come sempre, che si dia alle sue conseguenze un valore modesto (di probabile equivalenza al vero, piuttosto che di coincidenza con la verità) e che si sia pronti a trasformarla o ad abbandonarla in quelle eventuali deduzioni nelle quali sembrasse in contrasto con fatti accertati.

Ammesso dunque di poter misurare con dei numeri le intensità delle sensazioni auditive, si indichi con  $S$  la misura della sensazione prodotta da una intensità energetica  $J$ ; un aumento generico  $\Delta J$  di quest'ultima provocherà un corrispondente aumento  $\Delta S$  nella intensità della sensazione. Ma quando  $\Delta S$  è la minima variazione ancora percettibile di intensità della sensazione, l'esperienza mostra (fig. 19) che entro certi limiti è costante il rapporto fra i corrispondenti valori di  $\Delta J$  ed  $J$ . Ora, ammesso che la intensità della sensazione sia esprimibile con un numero, non vi sono ragioni per ritenere a priori che il valore del  $\Delta S$  minimo percettibile sia diverso a seconda del valore al quale è già giunta la intensità della sensazione; ritenendo perciò che sia costante, (ciò che costituisce ancora una ipotesi, per quanto ovvia, fra questo  $\Delta S$  ed il rapporto costante  $\frac{\Delta J}{J}$  dovrà correre una relazione del tipo:

$$\Delta S = K \cdot \frac{\Delta J}{J} \quad (1)$$

indicando con  $K$  una grandezza costante, di natura fisico-fisiologica (avente, anzi, le stesse « dimensioni » della  $S$ ).

Considerando adesso i  $\Delta S$ ,  $\Delta J$  come differenziali, ciò che costituisce una ulteriore approssimazione (abbastanza grossolana, come mostra la fig. 19), la (1) può integrarsi e dà:

$$S = K \cdot \log_e J + S_0 \quad (2)$$

equazione esprimente ciò che d'ordinario si chiama legge di Fechner, e per la quale « la intensità delle nostre sensazioni (chè la legge sembra generale) varia col logaritmo della entità dello stimolo ». Le considerazioni svolte sopra chiariscono che la importanza concettuale di questa legge è assai più modesta di quanto non potrebbe forse credersi. Ad ogni modo, il valore di  $S_0$  si lascia facilmente determinare dalla circostanza sperimentale che  $S$  ha valori sensibili solo se  $J$  supera il valore  $J_0$ . Scrivendo perciò che per  $J = J_0$  deve aversi  $S = 0$ , si ricava  $S_0 = -K \cdot \log_e J_0$  e quindi:

$$S = K \log_e \frac{J}{J_0} \quad (3)$$

relazione avente significato fisico solo per  $J > J_0$ .

La grandezza  $K$  è indipendente da  $J$  (entro certi limiti) per l'osservazione fatta; ma rimane da decidere se essa sia pure indipendente dalla frequenza, cioè, eguale per tutti i suoni sem-



plici. Ammettere questo, significa ammettere non soltanto che le sensazioni sonore comincino per ogni frequenza allorché  $J$  supera l' $J_0$  corrispondente a quella frequenza; ma che, inoltre, due sensazioni sonore siano egualmente intense allorché le  $J$  relative sono multipli eguali dei corrispondenti minimi  $J_0$ . Nasce così, anche per via teorica, il problema del confronto delle intensità delle sensazioni prodotte da suoni di diversa altezza; cioè il problema di « *fonometria* » che corrisponde a quello della « *fotometria eterocromatica* » (confronto di luci di colore diverso). Anche nel campo acustico, il problema diventa ragionevole solo a patto di sostituire il concetto di eguaglianza delle sensazioni con quello di *equivalenza* delle sensazioni stesse<sup>(22)</sup>; e le esperienze, condotte con metodi che consistono essenzialmente nella audizione alternata dei suoni in questione<sup>(23)</sup>, portano alla conclusione che la indipendenza di cui sopra non può riguardarsi mai come esatta; ma che, tuttavia, essa può ammettersi con buona approssimazione per quell'intervallo medio di frequenze (presso a poco, da circa 250 v. c. a circa 4000 v. c.) per il quale (fig. 17) è pure sensibilmente costante il rapporto fra i valori di  $J$ , che danno luogo all'abbagliamento acustico ed i valori corrispondenti di  $J_0$ .

Entro questo intervallo, essendo d'altra parte arbitrario il valore numerico di  $K$  (ché non esistono altre relazioni, all'infuori della (3), fra  $S$ ,  $K$  e, eventualmente, altre grandezze fisiche di dimensioni note), si è scelto per  $K$  il valore convenzionale  $10 \cdot \log_{10} e$ ; sicché, introducendo nella (3) i logaritmi decimali, più comodi, essa si scriverà:

$$S = 10 \cdot \log_{10} \frac{J}{J_0} \quad (4)$$

Ove, per il calcolo di  $S$ , si conoscesse non il rapporto fra le intensità energetiche  $J$  e  $J_0$ , ma quello delle corrispondenti fluttuazioni medie di pressione, già definite (§ 1)  $\Delta p$  e  $\Delta p_0$  si avrebbe:

$$S = 20 \log_{10} \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \quad (5)$$

La forma di queste relazioni, intanto, fa capire come l'orecchio possa adattarsi a suoni di intensità energetica immensamente diversa (§ 5): la ragione è che l'intensità della sensazione cresce assai più lentamente che non la intensità energetica. Allorché, ad es., per la frequenza 2000, l'intensità energetica ha raggiunto il valore che corrisponde all'abbagliamento acustico (circa  $J = 3 \cdot 10^7$  microwatt per  $\text{cm}^2$ , fig. 17, e cioè quasi  $10^{13}$  maggiore di quello,  $J_0$ , che produce l'inizio della sensazione) la (4) dà soltanto  $S = 130$ , circa. E sul valore delle unità nelle quali è espressa la intensità della sensazione getta luce sufficiente questa osservazione: si supponga che da un certo valore  $J_1$  della intensità energetica, alla quale corrisponderà una sensazione  $S_1$  si passi al valore  $J_2$  che ne differisce solo del minimo percettibile, cioè, nelle migliori condizioni, del 10 per cento (fig. 19).

Essendo:

$$J_2 = 1,10 J_1 \quad \text{si ha per la (4):}$$

$$S_2 = S_1 + 10 \log_{10} 1,10$$

cioè:

$$S_2 = S_1 + 0,414.$$

La unità di misura della intensità delle sensazioni<sup>(24)</sup> è dunque tale che la minima variazione apprezzabile nella sensazione è dell'ordine dei quattro decimi della unità stessa.

E' a questa scala convenzionale di misura delle sensazioni auditive che si riferiscono le ascisse della fig. 19 e le ordinate della terza scala (a destra) della fig. 17; nella quale ultima figura, per altro, attesa la variabilità di  $J_0$  con la frequenza, si è indicata una scala generica di intensità di sensazioni con uno zero in posizione arbitraria: per avere la intensità della sensazione che corrisponde ad un generico punto, come  $P$ , ad es., dell'area di audizione, basta ovviamente fare la differenza dei valori delle ordinate che corrispondono al punto considerato ed al corrispondente  $J_0$ ; cioè, leggere la lunghezza del segmento

$P P_0$  nella scala di unità segnata a destra<sup>(25)</sup>, (che non è logaritmica).

Si può allora dire che la intensità delle sensazioni corrispondenti alle audizioni ordinarie è generalmente compresa (fig. 17), per un orecchio normale, fra 40 e 80 unità della scala convenzionale sopra definita.

E non è senza ovvia interpretazione la circostanza che l'intervallo di frequenza più importante per il linguaggio sia precisamente quello al quale corrispondono i minimi valori di  $J_0$  ed i massimi di  $J$ ; cioè, ad un tempo, la massima sensibilità e la massima adattabilità del nostro organo dell'udito.

## 7. - Sensibilità dell'orecchio alle differenze di altezza - Minima durata necessaria alla percezione.

Una questione analoga a quella trattata nel § precedente, sebbene di importanza minore, è quella della *sensibilità dell'orecchio alle variazioni di frequenza*, a sensibile parità di intensità di sensazioni (supposto sempre che si tratti di suoni puri).

L'esperienza, conduce, al riguardo, a conclusioni dello stesso genere di quelle illustrate nel § precedente: la minima variazione di altezza  $\Delta f$  che l'orecchio riesce ad apprezzare non è costante in valore assoluto, lungo la scala delle frequenze; è piuttosto costante, almeno nell'intervallo 500 v. c. - 8000 v. c. (intervallo in buona parte coincidente con quello, 250 v. c. - 4000 v. c., già ricordato in altre occasioni) il rapporto  $\frac{\Delta f}{f}$  fra la minima variazione apprezzabile di frequenza ed il valore medio della frequenza sperimentato, come appare dalla fig. 20

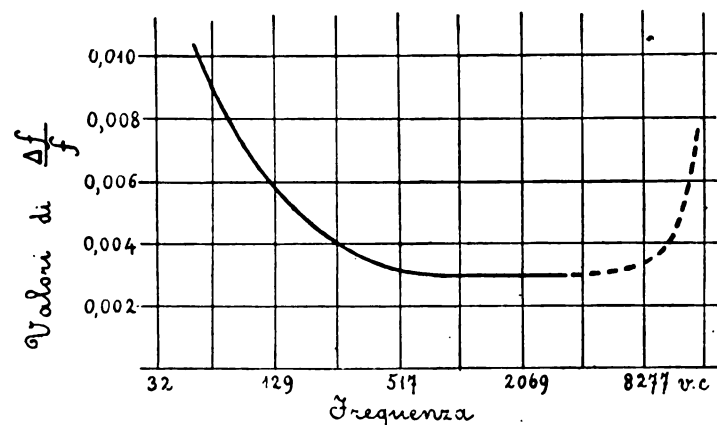


Fig. 20.

(Fletcher, Knudsen, ecc.); e questo valore costante (che è anche il minimo di cui l'orecchio è capace) è prossimo a 0,003. Il significato quantitativo di questo numero sarà meglio apprezzato ove si ricordi che nella scala musicale temperata, la variazione corrispondente ad un *semitono* è dovuta ad una variazione di frequenza del 6,1 per cento, circa; di gran lunga maggiore, dunque, di quell'a minima apprezzabile che, nelle più favorevoli condizioni, è appena del 3 per mille.

Le cifre precedenti, si può osservare di passaggio, rendono nullo il valore di certe osservazioni che taluni scrittori di questioni musicali hanno creduto di dover fare a proposito dei tentativi recenti di introduzione del « quarto di tono » (Haba) nella musica. A questi tentativi si potranno certo muovere numerose obiezioni, sia di carattere estetico, sia basate sulle complicazioni di tecnica, costruttiva ed esecutiva, che ne risulterebbe; non però obiezioni basate sulla difficoltà, per l'orecchio, di percepire correntemente le differenze di altezza corrispondenti ai quarti di tono, anche per frequenze basse od alte.

La conoscenza della sensibilità dell'orecchio alle variazioni di frequenza ed a quelle di intensità energetica permette di rispondere ad una domanda, non priva di interesse: quella del *numero massimo dei suoni puri differenti* (o per l'altezza, o per la intensità, o per tutte e due le cause insieme) *percettibili da un orecchio normale*. La conoscenza della legge di percettibilità delle variazioni di altezza permette difatti di determinare il numero delle frequenze realmente distinguibili le une dalle altre; la legge di percettibilità delle variazioni di intensità permetterà poi, frequenza per frequenza, di determinare il numero

<sup>(22)</sup> Nel caso particolare del punto  $P$  della fig. 17, si avrebbe  $S_p = 14 - (-53) = 67$ .

<sup>(22)</sup> Chè due sensazioni auditive prodotte da suoni di altezza diversa non potranno mai essere *eguali*, come non diventano mai *eguali* le sensazioni prodotte da luci di diverso colore.

<sup>(23)</sup> E' un metodo che corrisponde a quello dell'a fotometria per esame alternato (*flicker ph.*, *flimmer ph.*).

<sup>(24)</sup> Non ha un nome speciale.

delle intensità diverse, distinguibili le une dalle altre. Si verrà così come a suddividere l'interno dell'area di audizione (fig. 17) in un gran numero di rettangoli in ciascuno rappresentante 1 suono diverso degli altri; ma di rettangolini che avranno dimensioni diverse da punto a punto in relazione al variare della sensibilità dell'orecchio. Il risultato di questo calcolo (che va condotto per approssimazione) è (Fletcher) che il numero totale dei suoni puri diversi di cui sopra è prossimo, per un orecchio normale, a circa trecentomila.

E' stata anche fatta la proposta (che ha trovato un certo consenso) di assumere come misura del grado di sordità di un individuo il rapporto fra il numero dei suoni puri ch'egli può percepire (calcolabile in base al suo audiogramma individuale, si veggano gli esempi, fig. 18) e il numero normale poc'anzi indicato; ma questa proposta non pare senz'altro accettabile, per il fatto che i singoli suoni puri hanno evidentemente importanza assai diversa: i più importanti sono certo quelli che corrispondono all'area della conversazione normale.

In altri termini, come è stato già osservato, la gravità della sordità non dipende soltanto dall'area effettiva della zona di audizione, ma anche dalla sua posizione rispetto l'area usata nelle conversazioni usuali.

Qualche interesse per la definizione del comportamento dell'orecchio nei riguardi dei suoni puri isolati presentano ancora due questioni.

La prima è quella della *minima durata che un suono puro deve avere, affinché esso venga riconosciuto dall'orecchio*; della durata, cioè, al disotto della quale l'orecchio è portato a classificare il fenomeno sonoro piuttosto come un rumore che come un suono di caratteristiche definite e riconosciute. Le ricerche compiute al riguardo sono, fino ad oggi, poche ed incomplete; sembra tuttavia si possa dedurre che, almeno per suoni compresi fra 128 v. c. e 512 v. c., e per intensità deboli e medie, la minima durata occorrente per il riconoscimento del suono sia pressochè indipendente dall'altezza e dalla intensità e si aggiri intorno a secondi 0,06; i limiti estremi misurati, di questa durata sono, difatti, 0,043 e 0,069. Ne segue che il numero delle vibrazioni complete occorrenti deve crescere quasi proporzionalmente all'altezza del suono; nelle esperienze ora accennate (Bode, Fletcher) questo numero è effettivamente variato fra circa 12 v. c. (nel caso della frequenza 128 v. c.) e 30 v. c. (frequenza 512).

La seconda questione, sulla quale si hanno ancora minori notizie, è quella della *persistenza delle sensazioni sonore*, anche dopo cessata la causa eccitatrice. Che il fenomeno esista, come avviene per l'occhio (persistenza delle immagini sull'a retina), non v'ha dubbio; sembra, per altro, che abbia importanza assai minore che nell'occhio: che, cioè, cessato l'arrivo dell'energia sonora, la sensazione auditiva scenda molto rapidamente sino a zero, dando quindi luogo ad una durata *sensibile* assai limitata. Dalle poche ricerche al riguardo (Mayer) apparirebbe che, supposti i suoni intensi, questa durata sensibile sia dell'ordine del mezzo centesimo di secondo per le frequenze basse (circa 100 v. c.) e vada ancora diminuendo col crescere dell'altezza. La modesta entità del fenomeno è verosimilmente in relazione alla mancanza nell'orecchio (§ 9) di un organo che, come la retina nell'occhio, subisca delle vere e proprie alterazioni fisico-chimiche allorchè viene investito dallo stimolo.

## 8. - Percezione contemporanea di più suoni - Fenomeni di mascheramento reciproco - Intensità delle sensazioni prodotte da suoni complessi.

Lo studio della percezione dei suoni complessi si identifica (§ 3-4) in parte con quello della percezione di più suoni semplici contemporanei.

Il primo fatto semplice da mettere in luce al riguardo è che l'orecchio (al contrario dell'occhio) gode della proprietà di percepire contemporaneamente ed isolatamente i singoli suoni (o rumori) che lo colpiscono (*facoltà risolutiva*). Se questi vari suoni hanno caratteristiche individuali abbastanza diverse, l'orecchio può addirittura seguirne contemporaneamente le variazioni: si possono così seguire, senza confonderli, i suoni contemporanei di due strumenti di timbro diverso, le voci di più persone, ecc. E quando la successione dei suoni aiuti, si può persino seguire, a sufficienza, ciascuno dei canti contemporanei di più strumenti aventi timbro simile od eguale: è questa possibilità che ha concesso, specie in passato, un così largo sviluppo alla musica polifonica, la quale, se ha dato origine a stranezze d'ogni genere — ben lontane dall'arte — come quelle dei canoni a più decine di voci contemporanee di Okeghem, ha pure

prodotto quelle meraviglie di genialità e di finezza che portano, per non citare che i nomi più alti, le firme di Palestrina e di Bach.

Non deve però credersi che l'audizione contemporanea di più suoni avvenga senza perturbazioni reciproche e senza fenomeni nuovi. Si è già accennato (§ 2) al fatto, che verrà a suo tempo discusso (§ 9) della percezione di suoni di combinazione, di origine *soggettiva*, oltre i suoni *oggettivamente* esistenti nel fenomeno sonoro; ma fra gli altri fatti, una attenzione tutta speciale merita il fenomeno che si potrebbe chiamare del « *mascheramento reciproco* » dei suoni. Esso può enunciarsi riassuntivamente dicendo che quando l'orecchio è colpito da un suono, la sua sensibilità agli altri suoni diventa minore: l'audizione d'un suono, cioè, ostacola ed indebolisce la audizione degli altri. Ma se questo fatto potrebbe, fino ad un certo punto, apparire prevedibile, non può dirsi lo stesso della sua particolarità principale, che è la *asimmetria* degli effetti mascheranti: a sensibile equivalenza di altre condizioni, i suoni gravi esercitano sopra i suoni acuti un effetto mascherante assai maggiore di quello che questi ultimi, a loro volta, sono capaci di produrre.

Vari sono i modi nei quali possono rappresentarsi i risultati delle numerose ricerche compiute al riguardo (Wegel-Lane, Fletcher, ecc.), e nella cui analisi minuta non è qui possibile entrare. Si può, ad es., scelto un determinato suono mascherante (individuato per mezzo della sua altezza e della intensità della sensazione auditiva ch'esso produrrebbe da solo, misurata nella scala definita nel § 6), determinare quale è la intensità minima della sensazione (sempre nella scala definita nel § 6) che dovrebbero essere capaci di produrre, (da soli) suoni di altezza differente, per poter cominciare ad essere percepiti (uno ad uno, s'intende) anche in presenza del suono mascherante; supposto che suono mascherante e suono mascherato colpiscano lo stesso orecchio. I risultati si possono

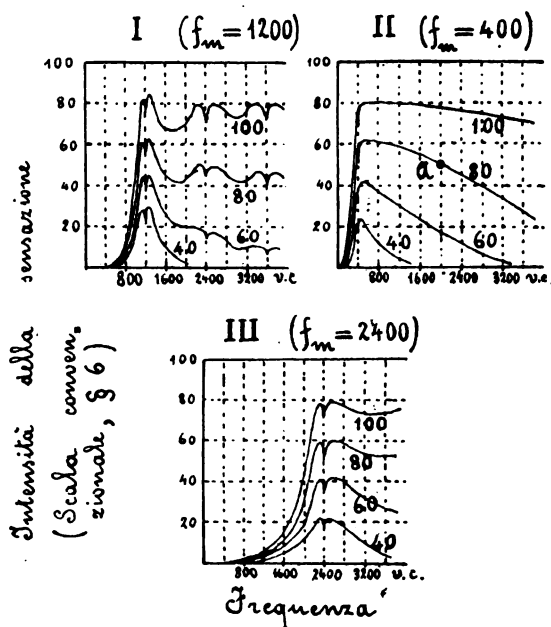


Fig. 21.

rappresentare in diagrammi (fig. 21), ciascuno relativo ad una data frequenza del suono mascherante, in cui per ascisse si prendano le frequenze del suono mascherato (conviene qui la scala ordinaria, non logaritmica) e per ordinate le intensità, determinate come è stato indicato, delle sensazioni che il suono mascherato dovrebbe essere capace di produrre, da solo. Ad ogni intensità di sensazione prodotta dal suono mascherante, da solo, corrisponderà evidentemente una particolare curva; i tre grafici della figura 21 forniscono alcuni esempi istruttivi al riguardo; riferendosi rispettivamente a suoni mascheranti di 1200 e 400 e 2400 v. c., capaci di produrre sensazioni di intensità 40, 60, 80, 100 unità (§ 6).

Dal diagramma, fig. 21, II, appare, ad es., che quando l'orecchio è colpito da un suono di frequenza 400, capace di produrre da solo una sensazione di intensità 80, un altro suono di frequenza 2000 comincia ad essere percepito soltanto quando (punto A) ha raggiunto una intensità tale che da solo produrrebbe nell'orecchio una sensazione auditiva eguale a 50 (cioè, § 6, una intensità energetica  $10^5$  maggiore di quella che corrisponde al minimo di udibilità in assenza di altri suoni); l'effetto mascherante può dunque essere *relevantissimo*.

Caratteristiche dei diagrammi del tipo fig. 21 è la loro *asimmetria* rispetto la ordinata che corrisponde alla frequenza del suono mascherante; asimmetria che è tanto maggiore quanto più intenso è il suono mascherante stesso. Così, la fig. 21, II mostra che se nel caso poc'anzi considerato la intensità del suono mascherante fosse stato di sole 40 unità, il suo effetto mascherante sulla frequenza 2000 sarebbe stato *sensibilmente nullo*, a causa del diverso andamento delle curve 40 e 80. Analogamente, nella fig. 21, I, mentre nelle curve per basse intensità mascheranti (40, ad es.), si nota ancora una certa simmetria rispetto la ordinata 1200 v. c., la simmetria sparisce del tutto nelle curve relative ad intensità di 80 e 100 unità.

Naturalmente, come il suono mascherante attenua la percezione del suono mascherato, così si può parlare anche d'un effetto mascherante che quest'ultimo produce sul primo. Ma, come s'è avvertito, è in generale assai prevalente l'effetto prodotto dai suoni più bassi. Così, se si producessero contemporaneamente due suoni, di frequenza 400 e 1200 e capaci ciascuno, isolato, di produrre una sensazione di intensità 80, si ricava dalla fig. 21, II che il suono più basso produrrebbe sull'altro un effetto mascherante pari a circa 58 unità (sicchè, il suono più acuto, se inteso in presenza dell'altro, sembrerebbe avere una intensità corrispondente ad una sensazione di appena  $80 - 58 = 22$  unità), mentre la fig. 21, I mostra che l'effetto mascherante del suono più acuto sarebbe praticamente nullo.

I diagrammi del tipo fig. 21 si possono mettere anche sotto altra forma, utile in certe considerazioni. Si immagini, ancora, di costruire diagrammi separati per ciascuna frequenza del suono mascherante; e, scelta una data frequenza del suono mascherato, di rappresentare graficamente l'andamento delle intensità minime (prese come ordinate) che deve avere il suono mascherato per essere cominciato a percepire in presenza dell'altro (più esattamente, l'andamento della intensità delle sensazioni che il suono mascherato dovrebbe essere capace di produrre da solo, nell'orecchio), in funzione della intensità delle sensazioni che il suono mascherante produrrebbe da solo. Per ogni frequenza del suono mascherato si avrà una curva; l'insieme di un certo numero di queste curve (fig. 22) costituirà sotto altra forma, dei diagrammi equivalenti a quelli, tipo fig. 21, dai quali sono stati ricavati.

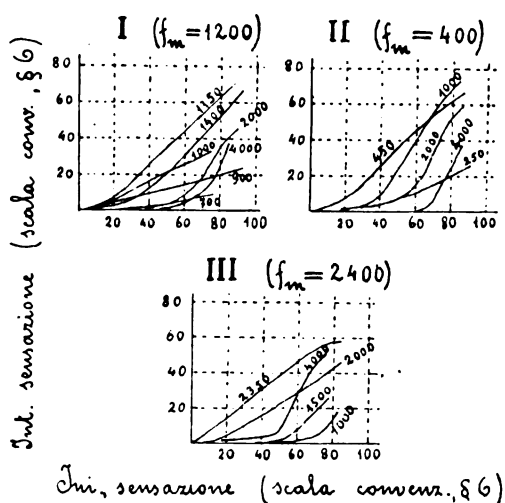


Fig. 22.

La fig. 22 dà, a guisa d'esempio, i grafici corrispondenti a quelli della fig. 21.

La conoscenza, anche quantitativa, dei particolari di questi fenomeni di mascheramento è evidentemente indispensabile per avere una idea precisa della natura delle sensazioni destinate nell'orecchio dai suoni complessi o da un insieme di suoni. Se, difatti, gli spettri acustici illustrati nei §§ 3 e 4 danno una idea della struttura energetica dei suoni, non deve credersi che le intensità delle sensazioni destinate dai singoli suoni componenti siano nel rapporto corrispondente alle intensità energetiche. E' necessario tener conto sia della diversa sensibilità dell'orecchio alle diverse frequenze (illustrata dalla fig. 17, curva  $f_0$ ) per la quale suoni di eguale intensità energetica producono sensazioni tanto meno intense quanto più la loro frequenza si scosta da un certo valore medio, prossimo alle 2500 v. c.; sia della natura, sensibilmente logaritmica,

della relazione che lega la intensità della sensazione (ammesso di poterne parlare, § 6) alla intensità energetica; sia, infine, del prevalente effetto mascherante che le armoniche di frequenza bassa esercitano sulle armoniche più alte.

Considerazioni analoghe si possono ripetere nel caso in cui all'orecchio si faccia sentire un « accordo », cioè un insieme di più suoni contemporanei; chè la differenza fra « suono complesso » e « accordo » è, più che altro, quantitativa: nell'accordo sono più numerosi i suoni di importanza relativa grande.

Ben diversi dai precedenti sono invece i risultati dell'esperienza se i due suoni investono separatamente le due orecchie: chè, in generale, l'effetto mascherante è assai minore. Quale che sia la diversa frequenza dei due suoni, l'effetto mascherante di uno di essi sull'altro è generalmente insignificante finchè l'intensità della sensazione prodotta dal primo non ha raggiunto valori abbastanza elevati: di 70 e persino di 100 unità, a seconda dei casi.

Le proprietà dell'orecchio qui brevemente riassunte hanno evidentemente un campo d'applicazione estremamente esteso e forniscono gli elementi per la spiegazione corretta d'una quantità di fatti che dal campo della riproduzione e della trasmissione dei suoni vanno sino alle più delicate questioni di pura arte musicale; in quest'ultimo dominio, ad es., forniscono, *a posteriori*, la ragione di certe antiche e tradizionali pratiche empiriche nell'impiego dei vari strumenti e dei loro impasti e promettono largo aiuto per il rapido, felice raggiungimento di effetti nuovi. <sup>(26)</sup>

Numerosi e ripetuti sono stati i tentativi di elaborare dei metodi corretti di calcolo della intensità delle sensazioni prodotte dai suoni complessi, del tipo, ad es., di quello accennato nel § 6 per i suoni semplici. Ma se può ammettersi che talune relazioni (per lo più di carattere empirico) rappresentino discretamente la verità in casi semplici ed entro certi limiti, assai più incerta appare la possibilità d'una soluzione generale, sia pure convenzionale, non troppo inferiore a quella (che già è tutt'altro che molto soddisfacente) adottata per i suoni semplici: basta, difatti, rilevare che gli effetti di mascheramento reciproco, così variabili con tante circostanze, impediscono di considerare l'effetto d'un suono complesso come una somma relativamente semplice di effetti dovuti ai singoli suoni componenti.

Tenuto conto, anche, che l'applicazione d'una soluzione del genere ora accennata implicherebbe, comunque, la conoscenza dello spettro acustico del suono in questione, e cioè la esecuzione di laboriose e difficili esperienze preliminari, si tende oggi a risolvere il problema della misura della intensità d'un suono complesso attraverso la misura sperimentale diretta con un suono semplice di confronto (i due suoni vengono uditi alternativamente): con una vera e propria misura, cioè, di fonometria « eterocromatica ». In molte ricerche, si è adoperato come suono di confronto un suono semplice di 700 v. c., di intensità regolabile (e nota): questa altezza è tale da consentire ancora misure discrete fin verso gli estremi dell'intervallo di frequenza più comunemente usato.

La opportunità della misura diretta è dimostrata anche dal fatto che le intensità delle sensazioni prodotte dai suoni complessi crescono in funzione delle intensità energetiche con legge diversa da quella comune ai suoni puri: in generale, cresce alquanto più rapidamente, anche a causa forse della variabile importanza degli effetti di mascheramento reciproco. La fig. 23 (Fletcher) fornisce al riguardo un esempio interessante. La sua parte superiore rappresenta lo spettro acustico d'un suono complesso (ordinate: le intensità energetiche), che veniva prodotto con differenti intensità e paragonato col suono semplice di 700 v. c.; la parte inferiore rappresenta i risultati del confronto sperimentale: ordinate, le intensità delle sensazioni prodotte dal suono puro, calcolate con la (4), e ascisse, le intensità delle sensazioni che avrebbe dovuto produrre il suono complesso, se fossero state pure calcolate con la (4), intendendo con  $I$  ed  $I_0$  le sue intensità energetiche totali. Alorchè, ad es., l'intensità energetica totale del suono complesso era  $10^6$  volte maggiore di quella corrispondente al limite di percettibilità, esso avrebbe dovuto produrre una sensazione di

<sup>(26)</sup> Una, ad esempio, delle conseguenze che più interessano l'arte, è che il carattere degli accordi (o, più in generale quello dei suoni complessi) varia a seconda della intensità con la quale sono prodotti; e questo per la diversa rapidità con la quale cresce, con la loro intensità, l'effetto mascherante che i vari suoni componenti sono capaci di produrre.

intensità 60; dalla fig. 23, appare che il confronto diretto dimostrava che questo suono era equivalente invece ad un suono semplice di intensità 71, circa.

**9. - Cenni sulla struttura anatomica dell'orecchio e sul funzionamento dell'orecchio interno - Non linearità della relazione fra "stimolo esterno", e "stimolo interno"; eccitazioni aggiuntive di origine soggettiva.**

E' opportuna, a questo punto, qualche parola intorno al probabile modo di funzionare di quel meraviglioso e delicatissimo strumento che è l'orecchio. Non sarà possibile, per altro, esaminare un po' completamente come l'orecchio stesso sia costituito, e discutere le varie teorie, più o meno complete, che sono state affacciate per spiegare il suo comportamento: questo richiederebbe, da solo, una assai ampia monografia. Basterà qui qualche cenno, riguardante ciò che più direttamente si riferisce allo scopo della presente nota.

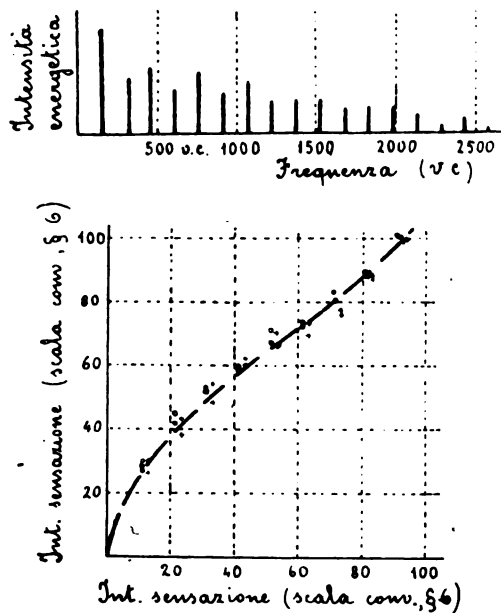


Fig. 23.

Nell'orecchio umano, si distinguono tre parti, la cui forma è indicata in modo schematico dalla fig. 24. L'orecchio esterno è formato dal padiglione 1, che si prolunga nel condotto uditivo esterno 2, chiuso dalla sottile membrana del timpano 3. La seconda parte, l'orecchio medio, compreso fra 3 e 6, è costituito un insieme di ossicini 4 e 5 (martello, incudine, staffa) che da una parte si appoggia alla membrana del timpano e dall'altra si appoggia alla finestra ovale 7, apertura praticata

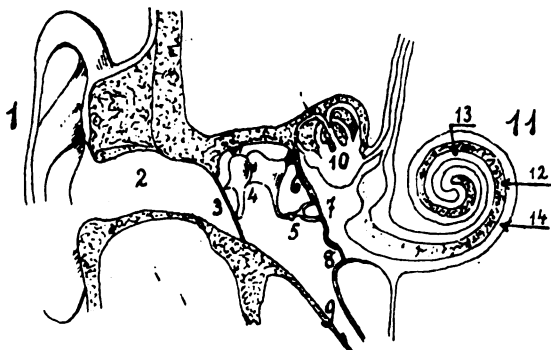


Fig. 24.

nella parete 6 e chiusa da una sottilissima membrana. Poco sotto, in 8, la parete 6 porta un'altra apertura (finestra rotonda) chiusa anch'essa da una sottilissima membrana. L'orecchio medio è ripieno di aria, in libera comunicazione (attraverso 9) con la cavità faringea. L'orecchio interno (o labirinto) infine, contiene alcuni minuscoli organi di forma complicata, collegati fra di loro. Si distinguono principalmente il sistema dei tre canali semicircolari, 10, e la chiocciola, 11, alla quale va a terminare il nervo cocleare; l'insieme di questi due organi è rappresentato a parte, molto ingrandito, nell'a fig. 25. Con ogni certezza, l'orecchio esterno e quello medio non fanno che raccogliere e trasmettere all'orecchio interno,

in forma adatta, la perturbazione ambiente costituente il fenomeno sonoro; l'organo in cui si produce la eccitazione nervosa che poi, trasmessa al cervello, costituisce la sensazione auditiva, è la chiocciola. Quest'organo singolare 11 ha la forma di un canale avvolto ad elica (circa due giri e mezzo) come

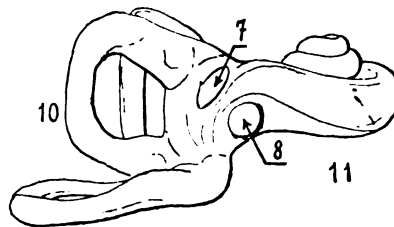


Fig. 25.

nelle chiocciola (fig. 25), diviso internamente in due parti, che si avvolgono parallelamente, da un setto longitudinale, 12 (fig. 24), in parte osseo ed in parte membranoso. Uno dei due canaletti elicoidali, a sezione schiacciata, così determinati, è la così detta scala vestibolare, 13, e si apre, alla base, verso quella parte dell'orecchio interno dove è situata la finestra ovale 7; l'altro canaletto, la scala timpanica, 14, si apre invece, alla base, là dove c'è la finestra rotonda. Il setto longitudinale, osseo nella parte più vicina all'asse della chiocciola, non prosegue fino all'apice della chiocciola stessa, ma si arresta, per così dire, a piccola distanza dall'apice, lasciando una piccola comunicazione (elicotrema) fra i due canaletti.

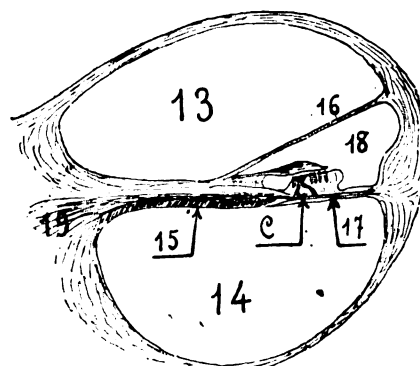


Fig. 26.

La fig. 26 rappresenta una sezione trasversale, assai ingrandita, di una delle spire della chiocciola; 13 e 14 sono le due scale ora definite; 15 la parte ossea del setto. E' importantissimo notare che la parte membranosa del setto è formata, in realtà, da due sottili membrane 16 e 17, le quali determinano, in sostanza, un terzo canaletto elicoidale 18 (scala media o duto cocleare), a sezione pressochè triangolare, che segue l'andamento delle spire della chiocciola. La 16 si chiama membrana di Reissner, la 17 si chiama membrana basilare. E' a quest'ultima che vanno le più sottili terminazioni del nervo uditivo, 19; ed è sopra di esse che si trova il così detto « organo del Corti », C, al quale, per vario tempo, è stata attribuita una funzione essenziale nel fenomeno della audizione.

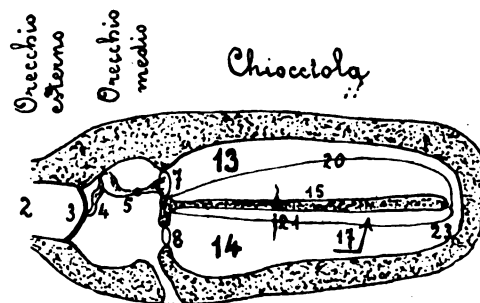


Fig. 27.

I canaletti della chiocciola sono riempiti di liquido (endolinfa); e del liquido c'è pure all'esterno del labirinto.

Dal punto di vista meccanico, lo schema dell'orecchio, alterando le proporzioni per comodità di rappresentazione è quello che appare dalla fig. 27, nella quale i numeri hanno lo



stesso significato che nelle figure 24, 25, 26; si è supposta la chiocciola rettificata (la linea 20 rappresenta l'attacco della membrana di Reissner, che deve immaginarsi partente dalla parte ossea 15 del setto, alla superficie interna della chiocciola; l'altra linea 21 rappresenta l'attacco della membrana basilare; 23 è l'elicotrema che mette in comunicazione i due canali principali, 13 e 14). Non può esservi dubbio che le vibrazioni dell'aria, raccolte dal padiglione e dal canale uditivo, si trasmettono all'orecchio interno, e più precisamente alla finestra ovale 7 ed alla finestra rotonda 8 (fig. 24, 25, 26, 27) per mezzo sia della catena degli ossicini (che va a terminare proprio in 7), sia dell'aria contenuta nell'orecchio medio; di guisa che la perturbazione sonora si trasmette certamente ai liquidi che riempiono i canali 13, 14, 18 della chiocciola. L'esistenza della facoltà risolutiva, ha spinto a ricercare nella chiocciola qualche organo che potesse funzionare da risonatore o da analizzatore dei suoni; e per qualche tempo si è pensato di averlo individuato (Helmholtz) o nell'organo del Corti, che è realmente una specie di minuscola e complicatissima arpa, contenente alcune migliaia di delicate fibre tese, di caratteristiche meccaniche gradatamente variabili, o (dato che l'organo del Corti manca in taluni animali) nella membrana basilare stessa, contenente pure delle fibre alle quali poteva attribuirsi verosimilmente un ufficio del genere. L'esame dei fatti relativi alla percezione di suoni da parte di orecchi difettosi non riesce favorevole, per altro, alla idea che proprio ad ogni suono debba corrispondere uno speciale e particolare minuscolo organo percettivo, atto ad essere eccitato sotto l'influenza soltanto di quel suono.

Si sono perciò elaborate anche teorie nelle quali si ammette che, sotto l'influenza delle perturbazioni sonore, la membrana basilare si limiti ad entrare in un complicato moto vibratorio, come una lamina telefonica (Voltagini, Rutherford, ecc.) lasciando al cervello, che riceve gli stimoli dal complesso delle terminazioni nervose situate nella membrana stessa, di analizzare la sensazione (in che modo?) e di distinguere i vari suoni; ma si è finalmente tornati ad una teoria intermedia (terkuile, Gray, Roaf, Wrightson, Hartridge, Fletcher, Wegel e Lane, ecc) che appare capace di rendere conto di molti fatti. Ecco in che cosa consiste. La membrana basilare, come s'è accennato, si presenta come una sottile striscia membranosa, ad andamento elicoidale, attaccata da una parte (secondo uno dei lati più lunghi) alla parte ossea del setto interno della chiocciola, e dalla parte opposta alla parete interna della chiocciola. Il suo sviluppo, entro tutti i due giri e mezzo della chiocciola, è di circa 31 mm.; la sua larghezza è di 0,2 mm. verso la base della chiocciola (là dove i due canali interni sboccano l'uno verso la finestra ovale e l'altro verso la finestra rotonda) e va gradatamente crescendo (per il restringersi della parte ossea del setto) sino a circa 0,36 mm, in corrispondenza

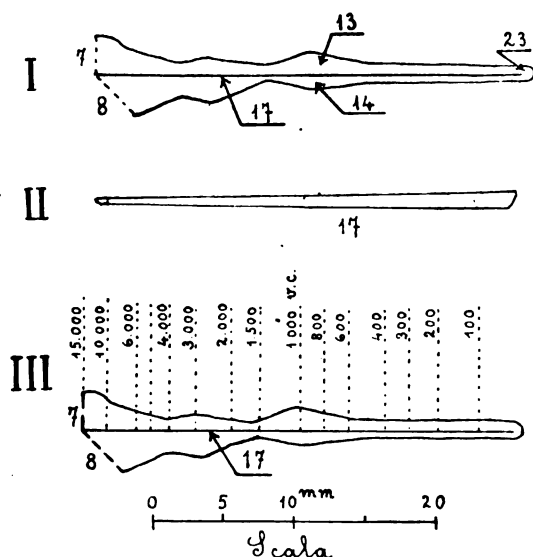


Fig. 28.

all'elicotrema. La fig. 28, I rappresenta uno schema della chiocciola, sempre supposta rettificata, nella quale i numeri indicativi hanno i consueti significati, ed in cui come membrana separante i due canali principali si considera solo la membrana basilare, vista di profilo; la fig. 28, II mostra la membrana stessa, vista di fronte. Allorché il liquido contenuto nella chioc-

ciola riceve la perturbazione sonora (supposta di tipo semplice) attraverso la due finestre 7-8, non v'ha dubbio che debba entrare in vibrazione anche la membrana basilare. A causa, tuttavia, delle variabili sue dimensioni (larghezza e spessore) dalla base all'elicotrema, il moto vibratorio ch'essa assume in tutta la lunghezza acquisterà la sua entità massima in una sezione che sarà più o meno distante dalla base della chiocciola a seconda della frequenza in questione; ad ogni sezione, cioè, della membrana basilare, corrisponderà una particolare frequenza caratteristica. Si è anche tentata la determinazione della distribuzione di queste frequenze in base alla conoscenza delle dimensioni e delle condizioni in cui la membrana si trova: la fig. 28, III rappresenta i risultati ottenuti (Wegel-Lane), che vanno presi soltanto a titolo d'indicazione; da essa apparirebbe, ad es., che le vibrazioni della sezione situata a metà distanza fra base ed apice terminale della chiocciola dovrebbero corrispondere alla frequenza 1000, circa.

Secondo l'accennata teoria, la distinzione fra le altezze sarebbe basata sulla diversa posizione che assume, in corrispondenza, il massimo di vibrazione della membrana e, quindi, sulla diversità delle terminazioni nervose che ricevono la massima eccitazione; la impossibilità, per altro, di distinguere frequenze troppo vicine (§ 7) sarebbe legata alla circostanza che se queste frequenze fossero troppo vicine, le sezioni di massima vibrazione sarebbero sensibilmente coincidenti; e quindi sarebbero pressoché le stesse le terminazioni nervose eccitate. I limiti estremi delle frequenze udibili sono legati alle caratteristiche meccaniche della membrana (che fissano dei limiti alle frequenze capaci di farne entrare in vibrazione qualche sezione); la differente sensibilità alle diverse frequenze (figura 17) è legata probabilmente al variabile « rendimento », con la frequenza, della trasmissione d'energia sonora attraverso le varie parti dell'orecchio.

Varie altre particolarità si spiegano molto facilmente con questa teoria, se si tiene conto d'una proprietà meccanica generale dell'orecchio (Helmholtz), proprietà che non solo è dimostrabile sperimentalmente, ma che è facilmente prevedibile in base alle particolarità anatomiche del sistema di organi che trasmette l'energia sonora dall'orecchio esterno sino all'interno della chiocciola; la proprietà che gli spostamenti finali del fluido nell'interno della chiocciola (per es., in prossimità della finestra ovale) non possono ritenersi esattamente proporzionali alla entità della causa stimolante iniziale <sup>(27)</sup>, cioè, alle variazioni di pressione che si verificano nel condotto uditivo, in prossimità della membrana del timpano. E' ciò che si chiama la non linearità della risposta dell'orecchio interno allo stimolo esterno. Detta allora  $x$  la entità dello spostamento istantaneo, dalla posizione di riposo, di una particella del fluido contenuto nella chiocciola, e  $\delta p$  il valore istantaneo corrispondente della soprapressione (o sotto pressione) nel condotto uditivo, in luogo di scrivere semplicemente  $x = a \cdot \delta p$ , essendo  $a$  una costante, si dovrà scrivere fra  $x$  e  $\delta p$  una relazione più complessa, la quale si potrà sempre supporre sviluppata in un polinomio, ordinato secondo le potenze di  $\delta p$ , contenente un numero sufficiente di termini:

$$x = a_0 + a_1 \cdot \delta p + a_2 \cdot (\delta p)^2 + \dots \quad (6)$$

Si supponga allora che lo stimolo sia costituito da un suono semplice; che, in altri termini,  $\delta p$  sia una funzione sinusoidale del tempo, di frequenza  $f$ :

$$\delta p = \delta p_0 \cdot \sin 2\pi f \cdot t \quad (7)$$

Sostituendo questa espressione nella (6), la  $x$  risulterà funzione non solo di  $\sin 2\pi f t$ , ma anche delle potenze successive di questa funzione sinusoidale. Ora, è ben noto che le potenze delle funzioni sinusoidali si lasciano decomporre in somme o differenze di funzioni sinusoidali di frequenza multipla (la molteplicità più alta corrisponde all'esponente) di quella della funzione primitiva <sup>(28)</sup>; sicchè, in definitiva,  $x$  risulterà funzione di una serie di grandezze sinusoidali di cui la prima sarà

<sup>(27)</sup> La proporzionalità esatta si verificherebbe, come è noto, se si trattasse, ad es., di trasmissioni elastiche perfette (legge di Hooke).

<sup>(28)</sup> Si ha, ad es.

$$\begin{aligned} \sin^2 z &= \frac{1 - \cos 2z}{2} \\ \sin^3 z &= \frac{3 \sin z - \sin 3z}{4} \end{aligned}$$

e così via. In generale, lo sviluppo di  $\sin^m z$  contiene il termine  $\cos m z$  se  $m$  è pari, od il termine  $\sin m z$  se  $m$  è dispari.

sen  $2\pi f \cdot t$  (introdotta dal termine  $a_1 \cdot \delta p$ ) e le altre saranno le sue armoniche superiori, e saranno introdotte dai termini realmente esistenti dello sviluppo (6). Se, ad es. lo sviluppo finisce col termine  $a_2 \cdot (\delta p)^2$ , la  $x$  risulterebbe funzione di sen  $2\pi f \cdot t$  e di cos  $4\pi f \cdot t$ ; per l'orecchio interno sarebbe, cioè, come se, supposta lineare la relazione fra  $\delta p$  ed  $x$ , lo stimolo iniziale contenesse due frequenze, il suono puro di frequenza  $f$  e la sua ottava, di frequenza  $2f$ .

Si può dunque affermare, in generale, che, a causa della non linearità della relazione che collega lo stimolo esterno con la eccitazione dell'orecchio interno, allorché l'orecchio viene colpito da un suono semplice, l'orecchio interno riceve non solo la eccitazione corrispondente alla frequenza in questione (la sola oggettivamente esistente), ma anche le eccitazioni, di origine completamente soggettiva, corrispondenti alle sue armoniche superiori. La membrana basilare presenterà perciò non solo il massimo di vibrazione corrispondente alla frequenza in questione, ma altresì, contemporaneamente, degli altri massimi (generalmente più deboli) nelle sezioni corrispondenti alle frequenze multiple (fig. 28, III). E l'orecchio riceverà una eccitazione complessa dovuta verosimilmente alle terminazioni nervose che si trovano nelle parti vibranti della membrana, senza aver modo di distinguere le eccitazioni di origine oggettiva da quelle di origine soggettiva (§ 2). S'intende che il numero e la importanza delle armoniche soggettive così introdotte nella sensazione dipenderà dai valori dei coefficienti  $a$  dello sviluppo (6).

Naturalmente più complicato è il caso d'uno stimolo formato da più suoni. Si supponga, per semplicità, trattarsi soltanto d'un insieme di due suoni semplici, di frequenza  $f_1$  ed  $f_2$ : l'espressione di  $\delta p$  sarà del tipo:

$$\delta p = \delta p_1 \cdot \sin 2\pi f_1 \cdot t + \delta p_2 \cdot \sin (2\pi f_2 \cdot t + \varphi) \quad (8)$$

Sostituendo questa espressione nella (6), e sviluppando, si otterranno evidentemente sia dei termini contenenti delle potenze delle funzioni sinusoidali fondamentali, sia dei termini contenenti i prodotti delle funzioni stesse, elevate a potenze anche superiori alla prima. I termini del primo tipo, per la ragione già accennata sopra, equivalgono a nuove funzioni sinusoidali di frequenza multipla di  $f_1$  ed  $f_2$ ; quanto ai termini del secondo tipo, bisogna ricordare che, in generale, un prodotto di funzioni sinusoidali si può decomporre nella somma algebrica di altre funzioni sinusoidali di frequenza pari alla somma ed alla differenza delle frequenze primitive (<sup>29</sup>). Sarà allora chiaro che quando l'orecchio è investito da due suoni semplici, l'orecchio interno riceve non solo le due eccitazioni corrispondenti, ma altresì tutte le altre (di origine soggettiva) che corrispondono alle armoniche superiori dei due suoni e ancora quelle (suoni di combinazione) che corrispondono a frequenze eguali alla somma ed alla differenza delle varie frequenze precedenti.

E' da avvertire che l'origine di questi suoni di combinazione non è da confondere, generalmente, con quella dei « battimenti » veri e propri, relativi al caso di due suoni di frequenza assai vicina.

La evidente generalizzabilità di questi risultati, ove si tratti di più che di due suoni puri, fa capire la complessità delle eccitazioni ricevute dall'orecchio interno, e quella dei moti vibratorii assunti dalla membrana basilare (e quindi delle impressioni ricevute dal cervello) anche in casi relativamente semplici; complessità tanto maggiore quanto più qualcuno o parecchi dei coefficienti  $a$  della (6) hanno valori sensibili rispetto  $a_1$ .

Tutto ciò che ora è stato detto, sul nascere nell'interno dell'orecchio di qualche cosa di soggettivo che equivalga a nuovi stimoli di tipo sinusoidale, in aggiunta a quelli realmente esistenti, vale evidentemente qualunque sia la teoria che si accetta sul funzionamento dell'orecchio. Ma applicandolo al caso della teoria che qui è stata accennata come più probabile, diventa relativamente semplice la spiegazione dei fenomeni di mascheramento (a causa del complesso stato di moto in cui viene a trovarsi la membrana basilare); e diventano pure facili le spiegazioni di certi fatti, riscontrati in orecchi anormali, sopra i quali non è qui il caso di insistere.

(<sup>29</sup>) Ad es.:

$$\sin y \cdot \sin z = \frac{\cos(y-z) - \cos(y+z)}{2}$$

e così via.

## 10. - Spettro acustico medio del linguaggio - Influenza, sulla « comprensibilità », della soppressione di determinate zone di frequenza; influenza della intensità energetica.

Le considerazioni svolte nelle pagine precedenti ed il complesso dei risultati sperimentali che vi sono accennati forniscono le basi per la trattazione razionale della maggior parte dei problemi che possono interessare le svariatissime applicazioni dell'acustica. Lo scopo di questa nota, e la mole ch'essa ha già raggiunto, consigliano, per altro, di aggiungere qui soltanto alcuni cenni su ciò che più da vicino interessa uno di quei problemi, quello della trasmissione dei suoni e, più specialmente, del linguaggio.

La soluzione completamente corretta di questo problema si può avere soltanto (§ 3 e 4) ove si riesca a trasmettere fedelmente tutte le frequenze comprese entro limiti assai estesi, dal limite inferiore udibile sino, se non al limite superiore, almeno a 10.000 - 12.000 v. c. Ma poichè questo non è ancora praticamente possibile, è assai utile indagare quale sia l'effetto, per es., sulla comprensibilità di parole trasmesse, di eventuali dificienze in questa fedeltà di riproduzione.

Una utile ricerca preliminare è quella relativa allo « spettro acustico medio del linguaggio normale ». Poichè, difatti, il linguaggio fa uso, in misura maggiore o minore, di tutte le vocali e le consonanti, ciascuna delle quali ha uno « spettro » notevolmente complesso (<sup>30</sup>), si potrà, totalizzando tutti gli spettri e tenendo debito conto della relativa frequenza d'impiego, costruire lo « spettro medio » cercato. Data anzi la varietà degli spettri componenti, è da presumere che si tratterà d'uno spettro sensibilmente continuo, purchè si riferisca ad un numero sufficientemente grande di parole. Ora, la ricerca è stata realmente fatta per la lingua inglese per via sperimentale

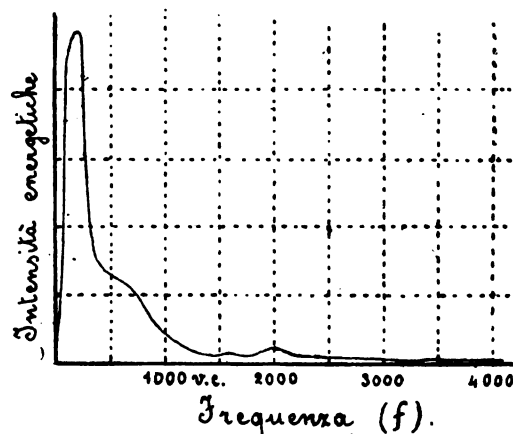


Fig. 29.

diretta, ed ha dato i risultati illustrati dalla fig. 29 (Crandall e Mackenzie), nella quale le ascisse sono le frequenze (scala non logaritmica) e le ordinate sono proporzionali alle intensità energetiche. L'esperienza ha mostrato anche che lo spettro acustico varia pochissimo col variare delle parole pronunciate (purchè non troppo poche); che, invece, varia assai da una persona all'altra, come mostrano i quattro grafici della fig. 30, che sono le curve individuali di quattro persone (I, II, III, maschi; IV, femmina). Tenuto conto di questo, la curva della fig. 29, che rappresenta la media degli spettri relativi a sei persone, non può ancora considerarsi come sufficientemente « media »; ma è certo assai interessante a titolo di orientamento, e mostra un inatteso massimo d'energia per le basse frequenze. Non si dimentichi per altro, che la importanza, per l'orecchio, delle singole frequenze è notevolmente diversa da quanto apparirebbe dalla fig. 29 a causa della sua differente sensibilità (fig. 17); così ad es., essendo la  $J_0$  per la frequenza 1000 circa cento volte minore che non la  $J_0$  per la frequenza 200 (che corrisponde al massimo energetico della curva, fig. 29) la sensazione prodotta sull'orecchio dalla frequenza 1000 (supposte le intensità energetiche proporzionali a quelle del diagramma, fig. 29) sarà notevolmente più intensa di quella prodotta dalla frequenza corrispondente al massimo.

Significato fisico meno interessante, ma importanza pratica

(<sup>30</sup>) Si tengano presenti le avvertenze contenute nei §§ 2-3-4 sul significato da dare, specialmente per la presenza delle consonanti, agli spettri acustici del linguaggio, ed alle locuzioni: « frequenze caratteristiche d'una vocale o d'una consonante » e simili.

maggior hanno i risultati delle ricerche che sono state fatte (Fletcher, Steinberg, Jones, ecc.) sulla « comprensibilità » del linguaggio ove si sopprimano, nella trasmissione, determinate zone di frequenza. Il metodo seguito è stato generalmente quello di fare pronunciare, davanti ad un trasmettitore, un certo numero di parole senza nessun legame fra di loro; di sopprimere

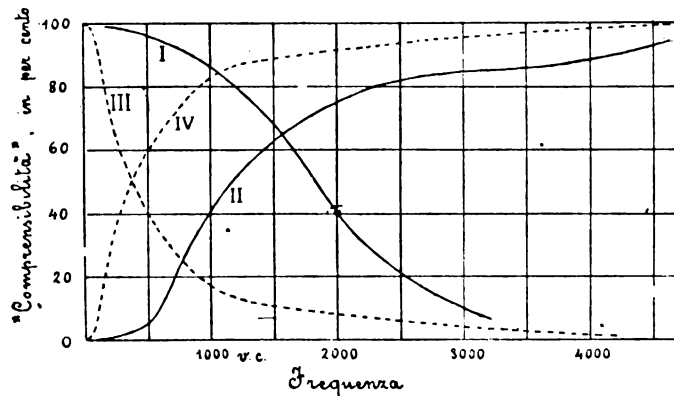


Fig. 31.

mere nella trasmissione le frequenze superiori ad un certo valore, oppure inferiori ad un altro valore (per mezzo dei noti « filtri elettrici » dei tipi *high-pass* e *low-pass*); e di determinare al ricevitore, la percentuale di parole correttamente interpretate (« comprensibilità ») malgrado questa mutilazione della trasmissione. I risultati sono rappresentati dalle curve I e II della fig. 31 (ascisse le frequenze, ordinate le percentuali di parole capite). I punti della prima delle curve si riferiscono alla soppressione delle frequenze inferiori ai valori corrispondenti della ascissa; quelli della seconda, alla soppressione delle frequenze superiori ai valori corrispondenti dell'ascissa. Le curve III e IV (punteggiate) rappresentano invece, corrispondentemente, di quanto si riduce (in media) la potenza sonora del linguaggio ove si sopprimano le stesse zone di frequenza; esse sono state calcolate per mezzo dei dati della fig. 29.

I risultati numerici che si traggono dalla fig. 31, (la quale si riferisce più specialmente alla lingua inglese) sono indubbiamente singolari. Essi mostrano, ad es., che sopprimendo nella trasmissione le frequenze inferiori a 500 v. c., l'energia sonora del linguaggio così mutilato scende al 40 %, soltanto, di quella iniziale; ma questo è quasi senza effetto sulla comprensibilità delle parole, che rimane prossima al 96 per cento; sopprimendo le frequenze inferiori a 1000 v. c., la energia trasmessa scende fino al 17 %, ma la comprensibilità rimane ancora pari all'86 %.

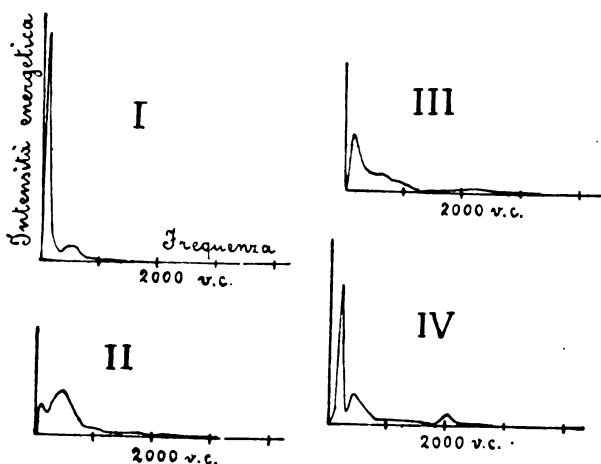


Fig. 30.

Se invece si fossero sopprese le frequenze superiori a 1000 v. c., l'energia sarebbe rimasta l'84 % del valore iniziale, ma la comprensibilità sarebbe scesa al 40 % soltanto.

Come conclusione generica, si può affermare che, contrariamente ad opinioni prima molto diffuse, le frequenze « centrali » per così dire, per la corretta comprensione del linguaggio medio sono quelle intorno ai 1500 periodi per secondo; e che le frequenze inferiori ai 500 periodi contribuiscono molto alla intensità energetica (figg. 29, 30) ma relativamente poco alla intensità della sensazione ed ancora meno alla comprensibilità del linguaggio.

E' ancora da osservare che le ordinate ricavabili dalla figura 31 rappresentano dei minimi; in quanto, essendosi trattato nelle esperienze relative di parole *slegate*, l'aver inteso giustamente alcune parole non porgeva alcun aiuto (come invece si verifica nel discorso ordinario) per capire le successive.

Notevole importanza ha, infine, un ultimo punto: la influenza della intensità del suono, supposto trasmesso correttamente, sulla comprensibilità del linguaggio. Le esperienze al riguardo (Jones, Fletcher, ecc.) sono state condotte con un metodo analogo a quello poc'anzi accennato, curando per altro che le varie frequenze venissero trasmesse fedelmente (senza « distorsione », cioè, dell'insieme delle frequenze), e facendo variare la intensità del suono alla ricezione, col mezzo di adatti sistemi di amplificazione.

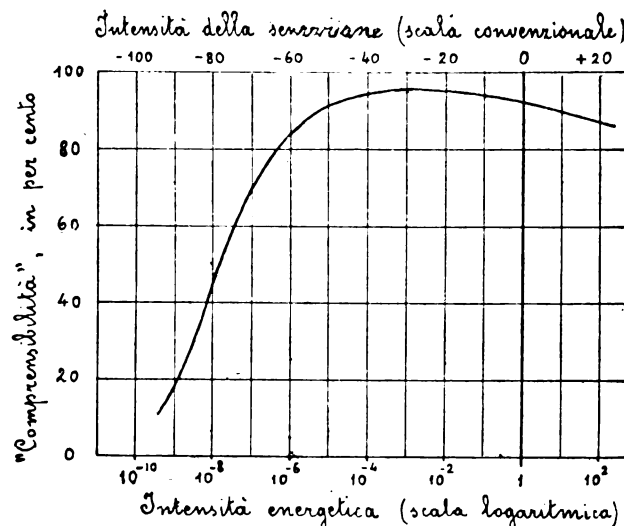


Fig. 32.

La fig. 32 si riferisce (come la 31) al caso generale del linguaggio. Le ordinate sono le percentuali di parole capite correttamente nelle varie condizioni; le ascisse sono le intensità energetiche totali del linguaggio, (in scala logaritmica), espresse prendendo come unità quella che corrispondeva alla immediata prossimità dell'orecchio alla bocca che pronunciava le parole <sup>(31)</sup>. Sulla stessa figura sono state anche indicate le intensità delle sensazioni, in una scala convenzionale derivata bensì dalla relazione logaritmica (4) del § 6, ma nella quale il valore 0 della intensità è stato fatto corrispondere non al minimo di udibilità, bensì alla intensità energetica assunta come unità. Questo significa chiamare convenzionalmente 0 la intensità della sensazione che si ha allorché l'orecchio è situato nella immediata vicinanza della bocca che parla; allontanando l'orecchio, le intensità delle sensazioni saranno espresse da numeri negativi, come è appunto indicato nella fig. 32. In sostanza, la differenza fra questa scala convenzionale e quella definita nel § 6 sta soltanto nello spostamento dello zero; la quale cosa è stata qui fatta per la difficoltà (si trattava di linguaggio!) d'una determinazione esatta della minima intensità energetica percettibile, cioè di quella che avrebbe dovuto corrispondere alla  $I_0$  della (4). Si può solo arguire, dall'andamento della curva, che la intensità di sensazione chiamata zero nella fig. 32 sarebbe stata espressa all'incirca dal valore 100 nella scala del § 6. E' interessante rilevare, appunto dalla fig. 32, che la comprensibilità del linguaggio rimane altissima (superiore al 90 %) anche riducendo la intensità energetica del suono sino ad un po' meno di un centomillesimo di quella che corrisponde alla vicinanza immediata della bocca; cioè, riducendo la intensità della sensazione (misurata nella scala § 6) da circa 100 a meno di 50 (si ricordi che nella usuale conversazione, la intensità delle sensazioni auditive è compresa, nella stessa scala, fra circa 40 e circa 80). La comprensibilità, per altro, finisce col diminuire con grande rapidità allorché la intensità energetica scende al disotto di circa 1 decimillesimo del valore iniziale; cioè, quando la intensità media delle sensazioni scende al di sotto di circa 30 (corrisponde al -70 della figura), per il quale valore la comprensibilità è ancora pari al 70 per cento.

<sup>(31)</sup> Il dispositivo sperimentale impiegato consentiva di produrre alla ricezione intensità ancora maggiori; di prolungare, cioè, la curva a destra della ascissa corrispondente alla intensità energetica 1.

Non occorre rilevare esplicitamente la possibilità di costruire, oltre ai diagrammi generali figure 31 e 32, altri grafici sussidiari, dello stesso tipo, riguardanti ciascuno la comprensibilità di determinate vocali, sillabe e parole; lavoro che è stato in buona parte fatto, principalmente per la lingua inglese. L'insieme di questi grafici, che precisa *quantitativamente* la influenza delle condizioni di trasmissione o riproduzione sulla comprensibilità del linguaggio e sulla fedeltà di riproduzione dei timbri, riesce evidentemente della più grande utilità per risolvere ogni problema di trasmissione, che possa presentarsi, con quel giusto grado di perfezione che, pur essendo sufficiente nel caso particolare, non implichi spese superflue di impianto o di esercizio.

#### ALCUNE INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE.

Il numero dei lavori pubblicati in questi ultimi decenni sopra gli argomenti trattati nella presente nota è grandissimo. Basteranno qui, tuttavia, alcune indicazioni (in ordine cronologico), relative ai lavori (libri ed articoli) più importanti, più recenti e più comprensivi, tenuto conto che molti di essi contengono, a loro volta, ampie indicazioni e citazioni bibliografiche relative ai lavori precedenti.

- HELMHOLTZ. — *Théorie phys. de la musique*, 1874.  
 RAYLEIGH. — *Th. of Sound*, 1894.  
 CHWOLSON. — *Physique*, I, 1908.  
 WINKELMANN. — *Hand. d. Physik*, II, 1909.  
 STUMPF. — *Sitzb. d. Preuss. Ak. d. Wissensch.*, 1918.  
 WRIGHTSON. — *An. Mechanism of int. Ear.*, 1918.  
 STEWART. — *Binaural location of pur tone*, 1920 (*Phys. Rev.*).  
 MARAGE. — *Phys. de la voix*, 1921.  
 MILLER. — *Musical sounds*, 1922.  
 CRANDALL e MACKENZIE. — *Energy distribution in Speech*, 1922 (*Phys. Rev.*).  
 LANE. — *Minimum sound energy for audition*, 1922 (*Phys. Rev.*).  
 FLETCHER. — *Phys. Measur. of Audition*, 1923, (*J. Frank. Institute*).  
 KNUDSEN. — *Sensibility of the ear*, 1923, (*J. Frank. Inst.*).  
 KARCHER. — *Measur. of sound intensity*, 1923 (*Sc. Pap. Bur. of St.*).  
 FLETCHER. — *Aud. measurements*, 1924 (*West. El. Co.*).  
 WEGEL e LANE. — *Auditory masking of one pure tone by another*, 1924, (*Phys. Rev.*).  
 FLETCHER e STEINBERG. — *Loudness of a complex sound*, 1924, (*Phys. Rev.*).  
 WAGNER. — *Frequenzbereich von Sprache und Musik*, 1924, (*E.T.Z.*).  
 STEWERT e PEACOCK. — *Acoustic wave filters*, 1924, (*Phys. Rev.*).  
 LUCIANI. — *Fisiologia*, 1924, IV.  
 FLETCHER. — *Constants of Speech and Hearing*, 1925, (*Bell Tech. J.*).  
 STEINBERG. — *Loudness and physical stimulus*, 1925, (*Phys. Rev.*).  
 SACIA e BECK. — *Power of Speech Sound*, 1926, (*Bell Techn. Journ.*).  
 KINGSBURY. — *Loudness of pure tone*, 1927, (*Bell Teleph. Lab.*).  
 CRANDALL. — *Vowels Sounds*, 1927, (*Bell Tech. Journ.*).

## :: SUNTI E SOMMARI ::

#### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

J. S. PARSONS — **Evoluzione dei relais per reti di distribuzione.** (*J. A. I. E. E.*, gennaio 1927, Vol. XLVI, N. 1, pag. 50).

In questi ultimi anni gli apparecchi di controllo e di protezione per il sistema di distribuzione a corrente alternata a rete chiusa hanno subito notevoli perfezionamenti. La protezione è, come è noto, affidata ad interruttori comandati da uno o più relais ad induzione. Nell'articolo l'A. fa la storia di uno di questi.

La difficoltà del progetto di un apparecchio di tal natura proviene dal doppio compito ad esso affidato, di controllo cioè non solo dell'apertura, ma anche della chiusura dell'interruttore.

Il problema fu risolto inizialmente con relais del tipo a doppio contatto, schematicamente rappresentato in fig. 1. A relais diseccitato una molla mantiene il contatto mobile sui blocchetti 1 e 2, com'è indicato in figura (questa è condizione indispensabile per poter mandare corrente su una rete non in servizio). Il contatto mobile chiude così il circuito della spirale del meccanismo del relais; se il trasformatore, che alimenta la cabina in cui si trova il relais, vien messo sotto tensione, il nucleo *N* viene succhiato, determinando la chiusura dell'interruttore ausiliario *A*: ciò produce l'eccitazione della spirale di chiusura dell'interruttore. La chiusura dell'interruttore determina a sua volta l'interruzione in *B* di questo circuito.

Per rendere possibile l'apertura dell'interruttore, il contatto mobile deve passare sui blocchetti 2 e 3; per effetto dell'interruzione del contatto 1-2 una resistenza *R* rimane inserita nel circuito della spirale del relais; la resistenza è tale che il relais non può più determinare il succhiamento del nucleo, ma può mantenerlo succhiato se già il nucleo è in questa posizione.

Le forze operanti nel relais sono dovute a tre spirali; la spirale di tensione, la spirale di fase e quella d'intensità. La spirale di tensione è inserita a valle dell'interruttore ed è perciò sempre eccitata quando la rete di distribuzione è in servizio, il suo flusso combinato con quello delle spirali di fase determina una posizione di chiusura per il relais mentre, combinato con il flusso delle spirali d'intensità, determina una posizione di apertura. Ciò si verifica quando, per l'esclusione dal servizio di un feeder, al trasformatore arriva corrente di ritorno; allora il contatto mobile va nella posizione 2-3, la spirale del relais è messa in corto circuito e lascia cadere il nucleo; con ciò si agisce sul nottolino dell'interruttore determinandone lo scatto.

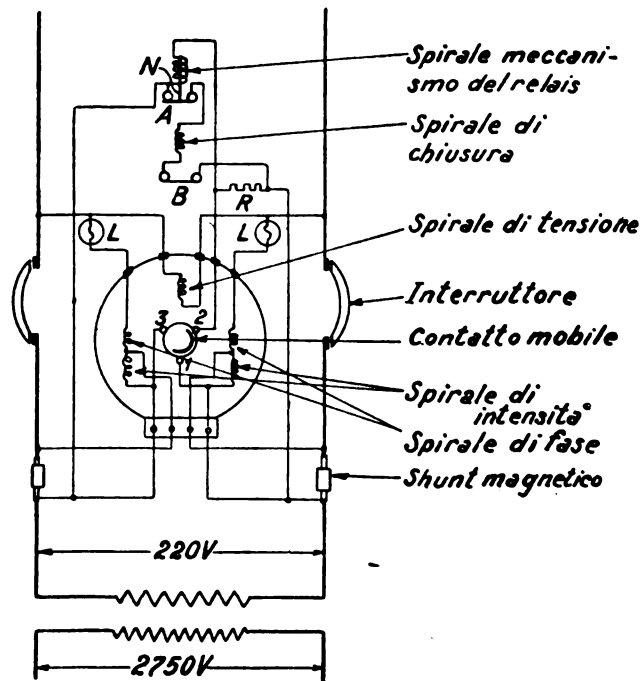


Fig. 1.

Una volta aperto l'interruttore, le spirali di tensione e di fase provvedono a far tornare il contatto mobile nella posizione 1-2. Se questa manovra fosse stata affidata alla molla, l'interruttore si sarebbe chiuso senz'altro non appena il trasformatore fosse stato di nuovo alimentato dalla sottostazione, senza riguardo alla tensione a valle.

Nel circuito della spirale di fase è inserita una lampada *L* a filamento di tungsteno, che permette alla spirale di sopportare la tensione della linea rispetto alla terra e, eventualmente, la tensione doppia: il primo caso si può verificare a interruttore aperto, se è interrotta l'alimentazione del trasformatore, il secondo per un errore nelle connessioni. E' noto che il tungsteno ha una resistenza rapidamente crescente con la temperatura.

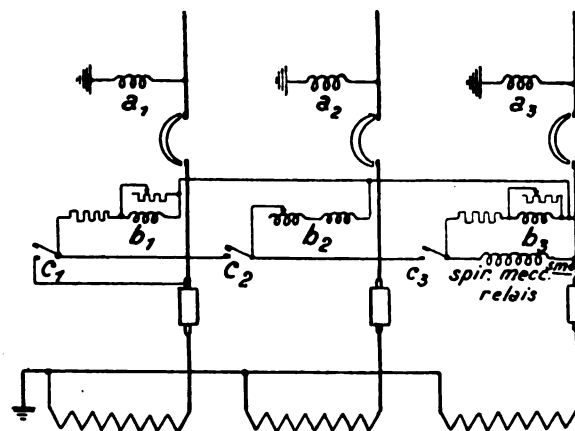


Fig. 2 a.

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| $a_1$ = Spir. tensione relais 1. | $a_2$ = Spir. tensione relais 2. |
| $b_1$ = " ritenuta " "           | $b_2$ = " ritenuta " "           |
| $c_1$ = Contatti " "             | $c_2$ = Contatti " "             |
| $a_3$ = Spir. tensione relais 3. |                                  |
| $b_3$ = " ritenuta " "           |                                  |
| $c_3$ = Contatti " "             |                                  |

Le spirali d'intensità sono shuntate con uno shunt magnetico a nucleo di ferro. Questo shunt offre una grande impedenza alle deboli correnti di ritorno che così devono circolare nelle spirali d'intensità determinando la manovra di cui abbiamo parlato; le correnti erogate dal trasformatore al contrario trovano in queste ultime un'impedenza crescente con l'intensità e si riversano attraverso lo shunt; così si evita un sovrariscaldamento delle spirali d'intensità.



Questo relais ha l'inconveniente di richiedere per l'apertura dell'interruttore un tempo troppo lungo rispetto a quanto sarebbe desiderabile in caso di guasto al cavo primario. Si decise perciò di abbandonare il doppio contatto per i relais da adottarsi per le reti trifasi a quattro conduttori. Fu necessario aggiungere un sistema di spirali di ritenuta, che esercitano la sola azione di mantenere chiusi i contatti dei relais dopo la loro chiusura. Per aprire i contatti le spirali d'intensità devono vincere l'azione delle spirali di ritenuta.

In fig. 2 sono riportati per semplicità i soli schemi dei circuiti di tensione e di ritenuta dei tre relais; le resistenze in serie con le spirali di ritenuta dei relais 1 e 3 sono tali che praticamente rappresentano i valori delle impedenze dei circuiti. Le resistenze in parallelo hanno lo scopo di regolare l'azione delle spirali di ritenuta. Le polarità dei circuiti delle spirali di ritenuta 1 e 3 sono invertite; la spirale del relais n. 2 non ha in serie alcuna resistenza, ma una reattanza; tutto ciò perchè le spirali di ritenuta devono agire assieme alle spirali di tensione, le quali assorbono una corrente di 90° circa in ritardo rispetto alle tensioni. La fig. 2 b rappresenta vettorialmente le tensioni e le correnti.

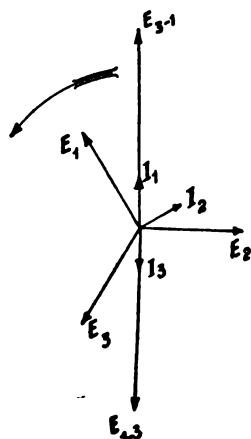


Fig. 2 b.

$E =$ Tens. spir. tens. relais 1.	$E_{1-3} =$ Tens. circuiti ritenuta relais 1.
$E =$ " " " " 2.	$E_{1-3} =$ " " " " 2.
$E =$ " " " " 3.	
$I_1 =$ Correnti spirali ritenuta relais 1.	
$I_2 =$ " " " " 2.	
$I_3 =$ " " " " 3.	

Il numero dei relais richiesti a protezione della rete è molto grande, perciò si è voluto in seguito creare un tipo unico di relais per il monofase a tre conduttori e il trifase a quattro conduttori, allo scopo di ridurre al minimo le spese di manutenzione. Il nuovo relais è montato su cassa rettangolare con coperchio in vetro e ha la lampada di fase entro la cassa.

La spirale agente su un piccolo interruttore ausiliario è connessa in serie con i contatti del relais, le spirali di ritenuta e la resistenza. Le spirali di ritenuta sono connesse fra la linea e la terra dal lato del trasformatore.

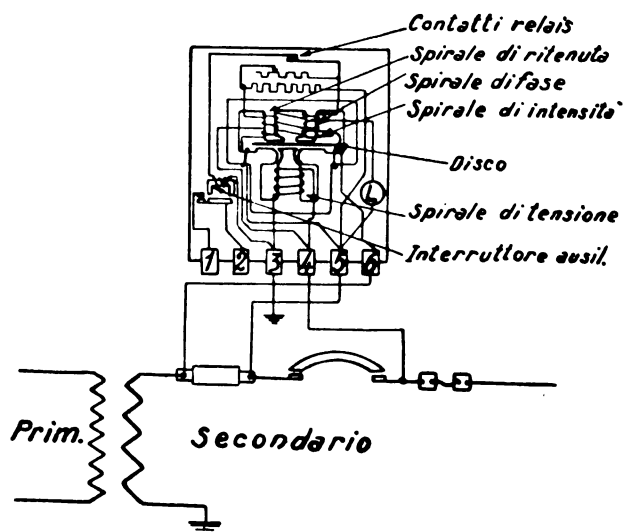


Fig. 3.

L'interruttore ausiliario chiude un circuito indipendente dagli altri, che controlla il meccanismo del relais, che a sua volta agisce sull'interruttore. La fig. 3 mostra un solo relais e un solo polo dell'interruttore, gli altri relais sono connessi agli altri poli esattamente allo stesso modo. I contatti dell'interruttore ausiliario in tutti i relais sono connessi in serie con la spirale del meccanismo del relais; è necessario che tutti i contatti siano connessi in serie per assicurare l'apertura dell'interruttore in caso di guasti e prevenire il succedersi

continuativo di aperture e chiusure per condizioni non equilibrate di tensione. Da notare, che basta che un solo relais apra i contatti, perchè l'interruttore si apra, laddove tutti i contatti devono essere chiusi, perchè l'interruttore si chiuda.

Di questo, come degli altri relais, l'A. riporta le curve caratteristiche di funzionamento, le quali ci dicono per quali valori delle tensioni secondarie del trasformatore e per quali sfasamenti rispetto alla tensione della rete il relais chiude l'interruttore, nonché per quali correnti in grandezza e fase si produce l'apertura. Ciò dimostra che le caratteristiche del relais devono corrispondere a quelle della rete sulla quale questo deve agire. Una rotazione delle curve caratteristiche può essere ottenuta con un dispositivo sfasatore.

L'ultimo tipo di relais infine differisce dal precedente perchè rende possibile la rotazione della sola curva di chiusura, per il caso in cui la corrente di eccitazione del trasformatore predomini su quella di carica del cavo o viceversa. Un migliaio di relais del tipo descritto sono ora in funzione con risultato soddisfacente.

M. Co.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

S. A. LEVIN - C. J. YOUNG — **Distribuzione del campo e resistenza di radiazione di un'antenna verticale non caricata, oscillante su una delle sue armoniche.** (Proc. Inst. Radio E., Vol. 14, N. 5, ottobre 1926, pag. 675).

Nello studio di un'antenna gli argomenti che più interessano sono: la distribuzione della corrente e della tensione, il campo elettromagnetico prodotto a distanza e la resistenza di radiazione. La determinazione più o meno precisa di queste grandezze può essere fatta sulla scorta dei classici lavori di Hertz e di Abraham. Gli AA. hanno ritenuto interessante pubblicare alcune aggiunte riguardanti particolarmente le antenne eccitate su armoniche, che di recente sono state impiegate con le onde corte.

E' noto l'andamento della distribuzione della corrente lungo una antenna verticale e monofilare. Quando questa è collegata alla terra può oscillare solo su armoniche dispari, mentre quando è isolata può oscillare tanto su armoniche dispari, quanto su armoniche pari. Se indichiamo con:

- $i$  il valore della corrente in un punto  $x$  al tempo  $t$ ;
- $\lambda$  la lunghezza d'onda;
- $l$  la lunghezza del filo dell'antenna;
- $\lambda_0 = 2l$  per antenna isolata;
- $\lambda_0 = 4l$  per antenna collegata alla terra;
- $c$  la velocità della luce;

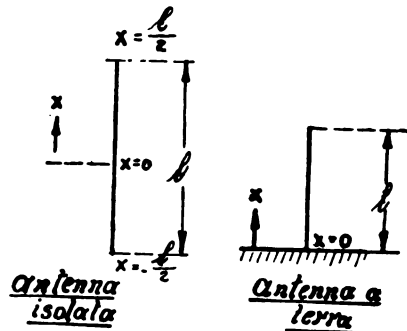


Fig. 1.

e se ci riferiamo alla fig. 1, si può esprimere l'andamento della corrente con le seguenti formole:

per antenna isolata e  $\frac{\lambda_0}{\lambda}$  uguale a un numero dispari intero:

$$\left. \begin{aligned} \text{per } x > 0 \quad i &= -a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x - \frac{\lambda_0}{4} \right) \sin \frac{2\pi c}{\lambda} t \\ \text{per } x < 0 \quad i &= a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x + \frac{\lambda_0}{4} \right) \sin \frac{2\pi c}{\lambda} t \end{aligned} \right\} \quad (1);$$

per antenna isolata e  $\frac{\lambda_0}{\lambda}$  uguale a un numero pari intero:

$$\left. \begin{aligned} \text{per } x > 0 \quad i &= -a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x - \frac{\lambda_0}{4} \right) \sin \frac{2\pi c}{\lambda} t \\ \text{per } x < 0 \quad i &= -a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x + \frac{\lambda_0}{4} \right) \sin \frac{2\pi c}{\lambda} t \end{aligned} \right\} \quad (2);$$

per antenna collegata alla terra e  $\frac{\lambda_0}{\lambda}$  uguale a un numero dispari intero:

$$\text{per } x > 0 \quad i = -a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x - \frac{\lambda_0}{4} \right) \sin \frac{2\pi c}{\lambda} t \quad (3);$$

inoltre per  $x > 0$  si ha:

$$v = -\frac{a}{Cc} \cos \frac{2\pi}{\lambda} \left(x - \frac{\lambda_0}{4}\right) \cos \frac{2\pi c}{\lambda} t + K(x) \quad (4),$$

dove  $C$  è la capacità dell'antenna per unità di lunghezza.

La costante di integrazione  $K(x)$  è, in generale, una funzione di  $x$ , ma in questo caso è nulla, poichè  $v = 0$  quando la corrente  $a = 0$ .

E' anche possibile che un'antenna oscilli simultaneamente su diverse frequenze. Consideriamo, per esempio, un'antenna collegata alla terra; l'espressione:

$$i = \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin \frac{2\pi}{\lambda_n} \left(x - \frac{\lambda_0}{4}\right) \sin \left(\frac{2\pi c}{\lambda_n} t + \varphi_n\right) \quad (5)$$

per valori interi dispari di  $n = \frac{\lambda_0}{\lambda}$  soddisfa alle condizioni limiti, e quindi rappresenta una possibile distribuzione della corrente. Normalmente però una delle componenti è molto più accentuata delle altre.

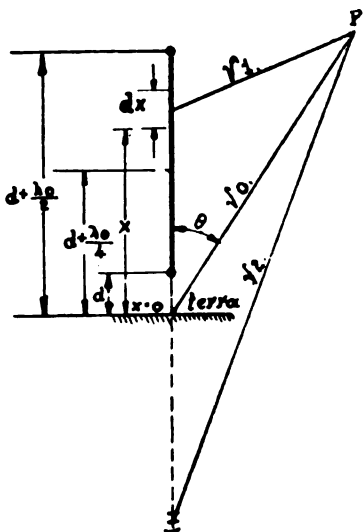


Fig. 2.

Per il campo elettrico, e nell'ipotesi di una terra perfettamente conduttrice, gli AA. giungono alle seguenti espressioni (fig. 2):

per antenna isolata oscillante su armoniche dispari ( $\frac{\lambda_0}{\lambda} = n$  dispari intero):

$$e = \frac{4a}{cr_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \cos(\beta \gamma \cos \vartheta) \sin \vartheta \frac{\cos(\beta \cos \vartheta)}{\sin^2 \vartheta} \quad (6)$$

avendo posto:

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda} \frac{\lambda_0 + 4d}{4} = \frac{\pi}{2} n \left(1 + \frac{4d}{\lambda_0}\right)$$

$$\beta = \frac{\pi}{2} n$$

$$\gamma = 1 + \frac{4d}{\lambda_0}$$

$$\alpha = \beta \gamma$$

$d$  è la distanza dalla terra del punto più basso dell'antenna.

Per antenna isolata oscillante su armoniche pari ( $\frac{\lambda_0}{\lambda} = n$  pari e intero):

$$e = -\frac{4a}{cr_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \sin(\beta \gamma \cos \vartheta) \sin \vartheta \frac{\sin(\beta \cos \vartheta)}{\sin^2 \vartheta} \quad (7)$$

per antenna collegata alla terra ( $\frac{\lambda_0}{\lambda} = n$  dispari e intero):

$$e = -\frac{2a}{cr_0} \cos \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \frac{\cos(\beta \cos \vartheta)}{\sin \vartheta} \quad (8)$$

Nei riguardi delle curve di distribuzione della potenza il valore numerico del vettore di Poynting  $\frac{c}{4\pi} e^2$  può essere ricavato dalle precedenti equazioni (6), (8). Poichè interessano solo i valori relativi di questo, il fattore  $\cos \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0)$  può essere trascurato nel calcolo di  $e^2$ , dato che in un certo istante esso ha lo stesso valore in tutti i punti. Portando in un diagramma polare raggi vettoriali, la cui lunghezza sia proporzionale a  $e^2$ , e riunendo le estremità di questi raggi, si ottiene una curva che può essere chiamata di distribuzione della potenza. Alcuni esempi di tali curve sono riportati nelle fig. 3 e 4.

Per ottenere la potenza irradiata occorre moltiplicare il termine

$\frac{c}{4} e^2$  per un elemento di superficie  $ds = 2\pi r_0^2 \sin \vartheta d\vartheta$  e integrare fra i limiti  $\vartheta = 0$  e  $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ . La potenza irradiata da un'antenna isolata, oscillante su armoniche dispari è espressa da:

$$P = \frac{8a^2}{c} S_1 \cos^2 \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \quad (9),$$

dove:

$$S_1 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^2(\beta \gamma \cos \vartheta) \frac{\cos^2 \beta \cos \vartheta}{\sin \vartheta} d\vartheta.$$

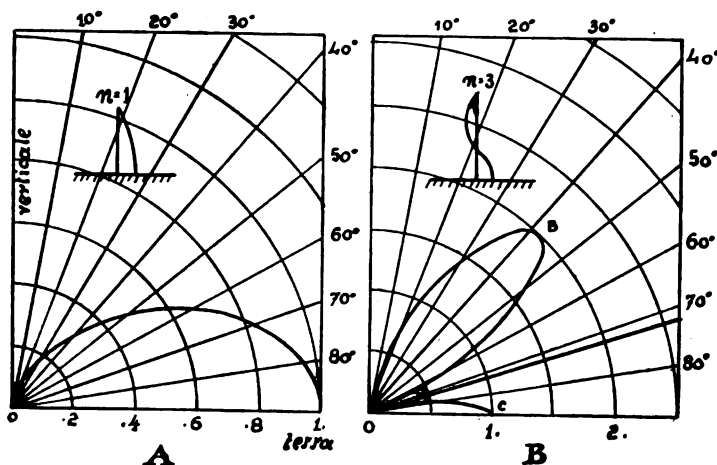


Fig. 3.

Per un'antenna isolata oscillante su armoniche pari si ha:

$$P = \frac{8a^2}{c} S_2 \cos^2 \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \quad (10),$$

dove:

$$S_2 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2(\beta \gamma \cos \vartheta) \frac{\sin^2 \beta \cos \vartheta}{\sin \vartheta} d\vartheta.$$

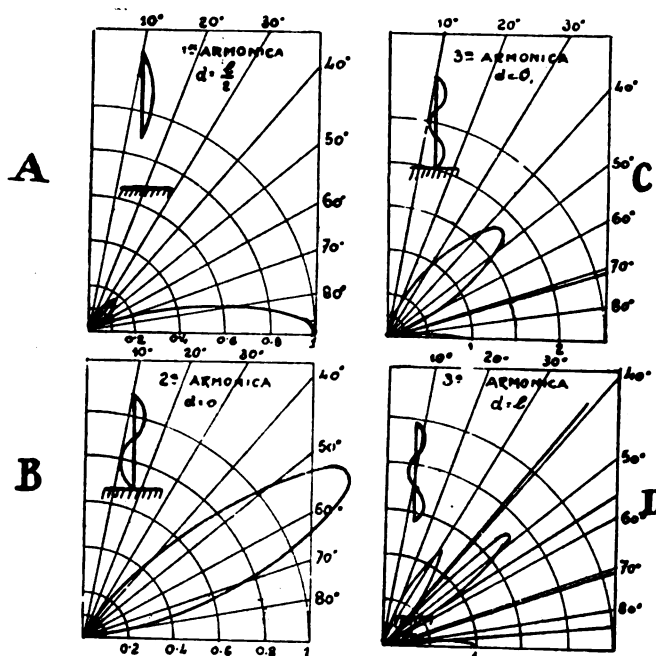


Fig. 4.

Per un'antenna collegata alla terra:

$$P = \frac{2a^2}{c} S_3 \cos^2 \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0) \quad (11),$$

dove:

$$S_3 = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2 \left(\frac{\pi}{2} n \cos \vartheta\right)}{\sin \vartheta} d\vartheta.$$

La resistenza di radiazione può essere definita come il rapporto del valor medio della potenza irradiata al valor medio del quadrato

della corrente. Ora il valor medio dell'espressione  $\cos^2 \frac{2\pi}{\lambda} (ct - r_0)$  contenuta nelle equazioni (9), (10), (11) è  $\frac{1}{2}$ , il valor medio del quadrato della corrente è  $\frac{1}{2} a^2$ , perciò il valore della resistenza di radiazione, relativo ai tre casi precedenti, è espresso rispettivamente da:

$$R = \frac{8a^2}{c} \frac{1}{2} S_1 = \frac{8S_1}{c} = 240 S_1 \text{ ohm};$$

$$R = 240 S_2 \text{ ohm};$$

$$R = 60 S_3 \text{ ohm}.$$

Nella fig. 5 sono riportati i valori di  $S_1$  e  $S_2$ , calcolati dagli Autori, che permettono di ricavare la resistenza di radiazione per un'antenna

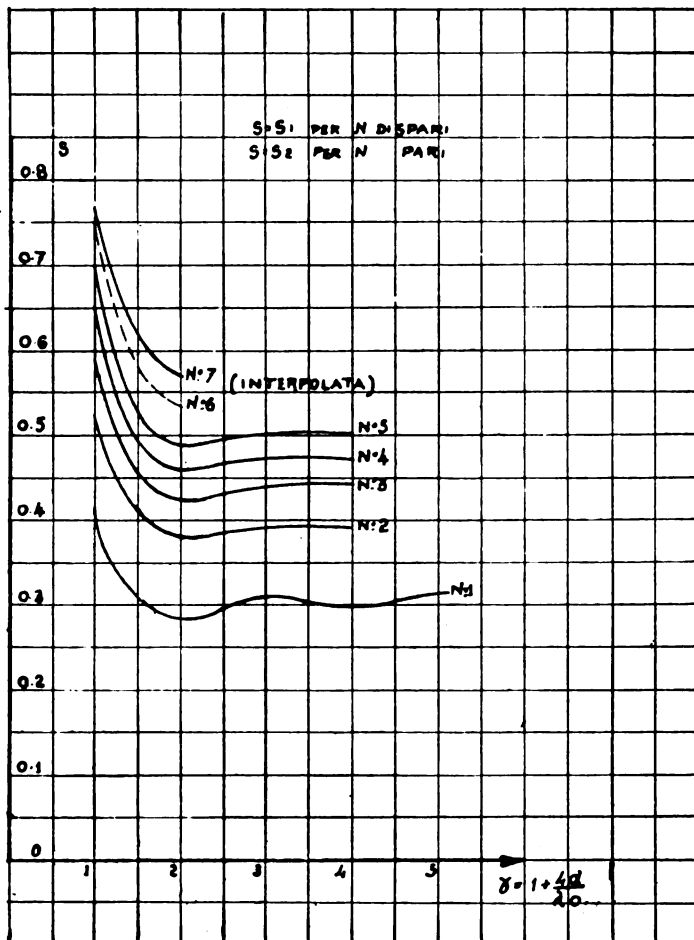


Fig. 5.

isolata, fino alla settima armonica, e per varie altezze del piede dell'antenna sul suolo.

Per esempio:

$$n = 1 \quad d = 0 \quad \gamma = 1 \quad S_1 = 0,41;$$

$$R = 240 \times 0,41 = 98,4 \text{ ohm}.$$

Per  $d = l$ :

$$\gamma = 1 + \frac{4d}{\lambda} = 1 + \frac{4l}{2\lambda l} = 3; \quad S_1 = 0,31;$$

$$R = 74,4 \text{ ohm}.$$

E' pure stato calcolato  $S_2$  per valori dispari di  $n$ .

Il prodotto  $R = 60 S_2$  è riportato nella seguente tabella.

Armonica $n$	$R$ Ohm
1	37
3	52
5	60
7	65
9	68
11	71
13	73
15	75
17	77
19	79
21	81

Infine è interessante conoscere la tensione massima alla estremità dell'antenna per la determinazione dell'effetto corona, per l'isolamento, ecc. Il calcolo di tale tensione è illustrato brevemente per il caso di un'antenna isolata oscillante su armoniche dispari. La nota equazione:

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -C \frac{\partial v}{\partial t}$$

può essere messa sotto la forma:

$$\frac{\partial i}{\partial x} = -j\omega C V = -j \frac{2\pi c}{\lambda} C V,$$

dove  $i$  e  $V$  possono essere i valori massimi nel punto  $x$ .

Dalle (1) si ottiene:

$$i = +a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left( x + \frac{\lambda_0}{4} \right);$$

derivandola rispetto a  $x$  e uguagliando alla precedente si ottiene numericamente:

$$V = \frac{a}{cC} \cos \frac{2\pi}{\lambda} \left( x + \frac{\lambda_0}{4} \right).$$

Il valore massimo di  $V$  risulta perciò:

$$V_{\max} = \frac{a}{cC} \text{ volt};$$

$a$  è il valor massimo della corrente di antenna misurato in un ventre di corrente ed è uguale a:

$$V/2 \sqrt{\frac{\text{potenza sull'antenna in watt}}{\text{resistenza totale dell'antenna in ohm}}}.$$

Il valore di  $C$  è espresso in farad per cm e  $c$  è uguale alla velocità della luce, cioè a  $3.10^{10}$  cm/s. C. Mt.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

*Esperienze di interruttori rapidi di nuovo tipo, costruiti dall'A. E. G. con tempi di scatto di circa 1/300 di secondo, sono riportate nell'E. T. Z. del 24 febbraio 1927. Si sperimentò con interruttori da 1000 A che comandavano dei raddrizzatori esafasi a mercurio, da 1500 A e 800 V, alimentati da un alternatore da 15.000 kVA, attraverso trasformatori da 1000 kVA, 6140/630 V.*

Si eseguirono diverse prove per verificare il comportamento di questi interruttori nelle condizioni di massime sollecitazioni, per verificarne le doti di selettività, ecc. Nell'articolo citato sono riportati anche numerosi oscillogrammi ricavati durante le esperienze. Nel complesso risulta dimostrato l'ottimo comportamento di questi interruttori rapidi agli effetti della protezione degli impianti.

### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONGRESSI, ECC.

*Il Congresso Internazionale del Motore a Scoppio.* — Tenutosi a Padova il 16 e il 17 giugno di quest'anno ha avuto un largo successo. Vennero presentate al Congresso oltre 30 Comunicazioni di studiosi e di tecnici italiani ed esteri, talché si può dire che vennero presi in considerazione tutti i problemi tecnici che interessano attualmente la costruzione e le applicazioni del motore a scoppio.

In occasione del Congresso ebbe luogo anche la Commemorazione ufficiale di Enrico Bernardi, il precursore italiano del motore a scoppio, la cui priorità fu validamente rivendicata.

Al Congresso venne deciso di fondare una Associazione Nazionale del Motore a Scoppio, la quale si propone anche di iniziare la pubblicazione di una speciale Rivista. Analoga iniziativa sarà presa dai Congressisti esteri nei rispettivi Paesi, ed è prevista anche una Federazione internazionale delle diverse Associazioni nazionali. Venne unanimemente deliberato di indire un Secondo Congresso internazionale del motore a scoppio; esso avrà luogo probabilmente nel prossimo anno 1928 in una sede che non è ancora stabilita.

Gli Atti del Congresso di Padova verranno prossimamente pubblicati a cura della Commissione ordinatrice del Congresso stesso.

### TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

*Una inchiesta sulle protezioni contro le sovratensioni è stata compiuta a cura dell'Assoc. Suisse des Electriciens e i risultati sono riferiti nel Bull. della Associazione del marzo 1927. La relazione pubblicata raduna i dati raccolti da ventisei Società elettriche; la inchiesta era rivolta a determinare se sia possibile senza inconvenienti gravi sopprimere tutte le protezioni contro le sovratensioni nelle cabine di capolinea o in caso contrario quali siano le protezioni preferibili. Dall'insieme dei dati raccolti pare risulti che le cabine capolinea sono più esposte delle altre alle sovratensioni, forse in causa di fenomeni di riflessione delle onde; appare inoltre una preferenza per l'adozione delle bobine di induttanza in confronto degli scaricatori o dei condensatori.*

## NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

### Movimento delle Società Elettriche.

#### BILANCI E DIVIDENDI.

*Dinamo - Soc. Italiana per imprese elettriche* — Varzo — Capitale L. 50.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno u. s. e che contempla un utile netto di L. 5.113.090 che permette di distribuire un dividendo del 9 %.

*Imprese Elettriche Piemonte Orientale* — Castelnuovo Scrivia — Capitale L. 13.700.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno u. s. che permette di distribuire un dividendo di L. 26 per azione di L. 200.

*Unione Esercizi Elettrici S.A.* — Milano — Capit. L. 228.750.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno u. s. con un utile netto di L. 33.664.789 sul quale si distribuisce un dividendo del 9 %.

#### COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

*Milano Radio* — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 5.000 in 10 azioni da L. 500.

*Soc. Applicazioni Elettromeccaniche* — Catanzaro.

Venne costituita con capitale di L. 30.000 in 60 azioni da L. 500. Milano.

*Agenzia Generale Radio-Tecnica Ing. Del Vecchio Anonima* —

Si è costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

*Industria Nazionale Apparecchi Elettrici Universale (I.N.A.E.U.-S.A.)*.

Venne costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

*Soc. An. Imprese Elettriche Industriali* — Cuneo.

Venne costituita col capitale di L. 600.000 in 600 azioni da L. 1000.

*Soc. Elettrica delle Madonie* — Petralia Soprana.

E' stata costituita questa Anonima con capitale di L. 3.000.000 in 2000 azioni da L. 1000 come trasformazione della anonima collettiva.

*Fabbrica Nazionale Apparecchi Telefonici F.N.A.T.* — Milano.

Si è costituita questa Soc. Anonima con capitale di L. 200.000 in 200 azioni da L. 1000.

*Soc. An. Pilotaggio Elettromagnetico* — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 50.000 in 50 azioni da L. 1000.

*Soc. Elettrica Agricola Industriale* — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 100 azioni da L. 1000.

*Soc. Elettrica Lunigiana (S.E.L.)* — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

*Soc. An. Rappresentanze Industrie Meccaniche Elettriche e Applicazioni R.I.M.E.A.* — Milano.

E' stata costituita con capit. di L. 50.000 in 500 azioni da L. 100.

*Soc. per la Illuminazione Elettrica delle Tombe.*

Venne costituita a Roma.

*Soc. An. Costruzioni Elettromeccaniche Ing. A. Loredan* — Venezia.

Si è costituita col capitale di L. 600.000 in 6000 azioni di L. 100.

*Soc. An. Idroelettrica Alpi Cozie* — Torino.

Si è costituita con capitale di L. 10.000 aumentabili entro il 1928 fino a L. 1.000.000.

*Torneria Italiana Materiale Elettrotecnico T.I.M.E.* — Milano.

Venne costituita questa Soc. An. con capitale di L. 60.000 in azioni da L. 1000, come trasformazione della precedente collettiva.

*Soc. An. Costruzioni Idrauliche Manutenzioni* — Milano.

Sarà costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

*Soc. Ital. Metallurgia Elettrolitica S.I.M.E. Anonima* — Milano.

Si è deliberato lo scioglimento anticipato e la liquidazione della Società.

*S. A. Laboratori Ossido Magnesiaci Elettrochimici S.A.L.O.M.E.* — Roma.

Venne deliberato di procedere allo scioglimento e alla liquidazione della Società.

*Società per l'Elettrocultura* — Milano.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato e la messa in liquidazione della Società.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Società Elettrica Negri* — Genova.

E' stato deliberato di elevare il capitale sociale da L. 110.000.000 a L. 180.000.000 emettendo 700.000 azioni da L. 100, e di modificare la ragione sociale in quella di « Compagnia Imprese Elettriche Ligure-Cicli ».

*Società Batterie Elettriche Cellino* — Roma.

Venne deliberato di aumentare il capitale da Lire 1.500.000 a Lire 1.750.000, emettendo 2500 azioni da L. 100.

*Tecnomasio Italiano Brown Boveri* — Milano.

Venne deliberato di portare il capitale sociale da L. 50.000.000 a L. 60.000.000 mediante emissione di 100.000 azioni da L. 100.

*Consorzio Consumatori Braidesi Energia Elettrica* — Bra.

E' stato deliberato di elevare il capitale sociale da L. 115.000 a L. 400.000 in 800 azioni da L. 500.

*Soc. An. Fabbrica Apparecchi Radiofonici* — Milano.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 1.500.000 emettendo 5000 azioni nuove da L. 1000.

*Tramvie Elettriche Briantee* — Monza.

Si è deliberato di aumentare il capitale di L. 1.800.000 a L. 2 milioni emettendo 2000 azioni da L. 100.

*Soc. Idroelettrica del Tresa* — Varese.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 50.000 a L. 100.000.

*Soc. An. Impresa Elettrica Molino Venere* — Orio Litta.

Aumenta il capitale sociale da L. 300.000 a L. 500.000 emettendo 2000 azioni da L. 100.

*Soc. An. Montaggi Esercizi Costruzioni Elettriche* — Roma.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 30.000 a L. 100.000.

*Soc. An. Idroelettrica Simeri* — Catanzaro.

Venne approvato l'aumento del capitale da L. 520.000 a L. 800.000.

*Soc. Idroelettrica dello Sperando Ing. Lapo Farinati degli Uberti e C.* — Firenze.

E' stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 500.000 a L. 2.500.000.

*Soc. An. per l'Illuminazione Elettrica* — Gavardo.

Aumenta il capitale sociale da L. 300.000 a L. 500.000 con l'emissione di 2000 azioni da L. 100.

*Soc. Elettrica Bergamasca* — Bergamo.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 30.000.000 a L. 35.000.000 mediante emissione di 50.000 azioni da L. 1000.

*Soc. Italiana per Opere Idrauliche - O. I. Anonima* — Milano.

E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 99.000 azioni da L. 100.

*Forze Idrauliche Alto Caffaro* — Milano.

E' stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 7.000.000 a L. 10.000.000 mediante emissione di 12.000 azioni da L. 250.

*Soc. Italiana per lo Sviluppo della Industria degli Accumulatori Elettrici - Anonima* — Milano.

Venne approvata la riduzione del capitale sociale da L. 500.000 a L. 50.000.

*Soc. Elettrica della Basilicata - Anonima per Imprese Elettriche e Industriali* — Bologna.

Venne deliberata la riduzione del capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 2000 svalutando le azioni da L. 100 a L. 1.

*Soc. An. Costruzioni Elettriche Salentine* — Lecce.

Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 1.192.800 a L. 119.280 svalutando le azioni da L. 100 a L. 10.

\* \*

L'eterna questione della responsabilità della guerra è stata nuovamente tirata in campo dalla Germania, con quanto poco profitto e con quanta scarsa opportunità è facile comprendere. Il discorso del Presidente Hindenburg invocante una specie di arbitrato internazionale per giudicare sulle cause che provocarono la guerra mirava troppo evidentemente e troppo ingenuamente a scaricare la Germania dalle responsabilità morali e quindi poi da quelle materiali derivati dai Trattati. La risposta francese non poteva mancare e fu pronta ed energica con un rifiuto assoluto di rimettere in causa una questione già passata definitivamente in giudicato.

L'episodio è interessante sia come sintomo delle brage che permangono sotto la cenere di Locarno, sia perchè accaduto mentre pareva che la détente formale fra i due Paesi si accentuasse.

Infatti si è finalmente riusciti a varare l'ormai famoso Trattato di commercio franco-tedesco pel quale le trattative duravano da anni; e sembra anche appianata la questione della diminuzione delle truppe di occupazione della Renania.

Una analoga doccia fredda nel momento del miglior entusiasmo è capitata alla Francia nei suoi rapporti coll'America. Mentre infatti gli appartenenti all'American Legion erano trionfalmente ricevuti a Parigi, gli Stati Uniti, distinguendo molto bene gli affari dal sentimento, minacciavano poco meno che una vera guerra commerciale alla Francia appunto per questioni inerenti al Trattato di Commercio. La questione non è peranco definita.

Le difficoltà esistenti cogli Stati Uniti sono particolarmente penose per la Francia che è continuamente costretta a ricorrere ai prestiti esteri. Recentemente un nuovo prestito di 40 milioni di franchi svizzeri si è dovuto emettere in Svizzera essendo praticamente chiusi alla Francia i mercati di Londra e New York. La mancata sistemazione dei debiti pesa duramente sulla Francia.

Sempre tese sono le relazioni fra Parigi e Mosca specialmente dopo la riconosciuta attività di propaganda comunista svolta dall'ambasciatore Rakowski in Francia. Non si vede a quale risultato possano approdare, in una simile atmosfera, le trattative in corso per la sistemazione dei debiti russi.

In seno alla Società delle Nazioni si è proceduto alla votazione per la rinnovazione delle cariche. Molta impressione ha lasciato la mancata rielezione del Belgio.

I lavori del Consiglio della Società non furono molto fruttuosi. La questione più scottante, quella del conflitto rumeno-ungherese, fu, col solito procedimento, rinviata. Venne approvata la concessione di



un prestito alla Grecia per l'ammontare di 19 milioni di sterline; verrà creata in Grecia una nuova Banca di emissione che dovrà avere una copertura aurea almeno del 40 per cento; il prestito è garantito in vari modi dal Governo greco.

Anche l'Austria annunzia la intenzione di chiedere un nuovo prestito internazionale essendo ormai completamente esaurito quello precedentemente concesso sotto la sorveglianza della Società delle Nazioni.

\*

L'attività italiana nella politica internazionale non ha avuto durante i mesi estivi particolari manifestazioni, fuori della partecipazione attiva alle riunioni di Ginevra.

La stampa politica europea non cessa tuttavia di tenere gli occhi aperti sull'attività del nostro Paese, e l'interessamento che essa desta è rivelato dalle continue e svariate dicerie che intorno alle sue manifestazioni si vanno propalando. Il semplice annuncio, ad esempio, che il Ministro degli Esteri britannico, Chamberlain, si incontrerebbe, durante un viaggio che esso sta per intraprendere, anche con l'On. Mussolini, è bastato per sollevare infiniti commenti e svariate supposizioni. Giustamente la stampa politica inglese rileva come non vi sia niente di strano che Chamberlain conferisca, quando gli pare opportuno, col primo ministro italiano, come altre volte ha conferito con Briand o con Stresemann. Nulla ancora di certo vi è, del resto, riguardo a tale incontro.

La stessa stampa politica estera più o meno in buona fede, aveva anche lanciato una voce allarmante. Si asseriva cioè che l'Italia avrebbe concluso, nel 1924, un Trattato segreto colla Russia diretto contro la Turchia. Quali fossero gli scopi di una tal voce non è difficile supporre. Essa è stata, ad ogni modo, vigorosamente smentita anche da parte russa.

Notevole interesse ha suscitato la visita ufficiale del re di Egitto, a Roma e in altre città italiane. L'ospite augusto, antico amico del nostro Paese, è stato accolto con singolare cordialità.

Pure in forma ufficiale si è recato a Roma il Presidente della Repubblica di Liberia. Le nostre relazioni con questo Paese sono attualmente assai scarse ma presentano possibilità di sviluppi interessanti. La Liberia è in promettente sviluppo economico. Gli introiti del bilancio statale sono arrivati al milione di dollari; il movimento commerciale è in progressivo incremento favorito specialmente dall'afflusso di capitale americano. Le importazioni nella Liberia sono fornite specialmente dall'Inghilterra e dalla Germania; gli Stati Uniti tengono pure un posto importantissimo nel commercio di quel Paese; molto più indietro è la Francia. L'Italia, per ora, è quasi assente.

Un Paese invece dove l'attività italiana si afferma sempre più è l'Albania. Grazie all'interessamento italiano è cominciato un vero risveglio civile ed economico. Oltre alla riorganizzazione monetaria compiuta per opera di tecnici italiani, l'iniziativa italiana ha creato i mezzi per il compimento delle necessarie opere pubbliche. E' stato all'uopo lanciato un Prestito al 7,5 %, emesso in Italia e garantito sui gettiti delle Dogane e di altri tributi dello Stato albanese. Il prestito ha fruttato 50 milioni di franchi-oro che vengono depositati presso l'Istituto Nazionale dei cambi ed erogati gradatamente secondo l'ammontare dei lavori in corso.

Nella esecuzione delle opere pubbliche viene data la preferenza al gruppo italiano di Società facenti capo alla « Società per lo sviluppo economico dell'Albania ». Si sono spesi fino ad oggi 10 milioni oro di cui 7 per i ponti, uno per le strade e il rimanente per il porto di Durazzo e la ferrovia fino a Tirana. Sono progettati molti altri lavori: oltre 1000 chilometri di strade per un importo di oltre 13 milioni oro; canali e bonifiche per 11 milioni; porti e lavori agricoli nelle regioni costiere, per oltre 29 milioni. L'Italia tiene di gran lunga il primo posto nel movimento commerciale albanese; le merci italiane costituiscono il 75 per cento delle importazioni albanesi, mentre il 20 per cento spetta alla Grecia e meno del 3 per cento alla Jugoslavia. Anche nelle esportazioni l'Italia tiene il primo posto assorbendo il 59 del totale.

Continuando nella stipulazione di accordi amichevoli cogli altri Paesi, l'Italia ha firmato recentemente un Trattato di conciliazione e una convenzione commerciale colla Lituania. La convenzione stabilisce il trattamento della Nazione più favorita.

I pagamenti dell'Italia all'estero dei debiti di guerra e il prestito Morgan continuano ad essere effettuati regolarmente. Ricordiamo che pel 1927 le scadenze erano le seguenti: due milioni di sterline al 15 marzo e altri 2 milioni al 15 settembre, pel pagamento del debito all'Inghilterra. Cinque milioni di dollari al 5 giugno pel pagamento del debito cogli Stati Uniti. Tre milioni e mezzo di dollari al 1° giugno, e altrettanti il 1° dicembre in conto interessi prestito Morgan, oltre a un milione e mezzo di dollari il 15 settembre per l'ammortamento del medesimo prestito.

Si trattava cioè complessivamente di 4 milioni di sterline e 13 milioni e mezzo di dollari da pagare all'estero. Tutti i pagamenti furono puntualmente effettuati; attualmente non resta che da provvedere al pagamento del 1° dicembre.

D'altra parte continua pure senza incidenti l'introito proveniente dai pagamenti della Germania in base al piano Dawes, pagamenti che, come è noto, vengono appunto adibiti al servizio dei nostri pagamenti all'estero.

L'esame dell'andamento della bilancia commerciale si presta ad osservazioni interessanti, che qui esponiamo rilevando che esse si riferiscono alle cifre delle statistiche pubblicate anno per anno; ad esse

andrebbero però, secondo l'Ufficio Statistiche, apportate notevoli correzioni di cui abbiamo altra volta parlato.

Durante il mese di luglio le merci importate in Italia rappresentano un valore di circa 1508 milioni, mentre nel 1296 si erano fatte importazioni per 2055 milioni; le esportazioni furono invece di 1156 milioni nel luglio 1927 contro 1307 nel luglio dello scorso anno.

Continua cioè il movimento di limitata contrazione nelle esportazioni e di forte diminuzione nelle importazioni. Questo secondo movimento ha la prevalenza sul primo tanto che il deficit commerciale nel mese di luglio è sceso da 748 milioni circa nel 1926, a 353 milioni nel 1927.

Considerando complessivamente il movimento commerciale dei primi sette mesi troviamo che le esportazioni sono state di 9125 milioni nel 1926 contro 9782 milioni nel 1927, presentando quindi una diminuzione del 6,1 %. Le importazioni furono invece di 13.334 milioni nel 1927 contro 16.314 milioni nel 1926, con una contrazione del 18,4 %. Corrispondentemente la bilancia commerciale si è notevolmente alleggerita, con un miglioramento che è di circa il 30 %.

Queste cifre stanno a dimostrare come fosse falsa la previsione osservazioni interessanti che qui esponiamo rilevando che esse si ripresentano di una invasione di merci straniere in Italia come conseguenza della rivalutazione.

Nelle esportazioni, parecchie voci caratteristiche segnano un incremento in quantità. Così gli ortaggi e le frutta sono saliti da 338.000 tonnellate nel 1296 a 440.000 tonnellate; analogamente è aumentata del 22 % l'esportazione del riso, e del 20 % quella degli agrumi; più che raddoppiata è l'esportazione dell'olio d'oliva. Aumenti notevoli segnano la seta artificiale e i tessuti di seta; in minore misura sono aumentate le esportazioni dello zolfo e dei marmi, degli acidi citrico e tartarico, delle pelli, degli automobili, ecc. Devesi osservare però che, in causa degli spostamenti dei prezzi sui mercati mondiali, non sempre ad un aumento nelle quantità esportate ha corrisposto un aumento nel corrispettivo valore.

In diminuzione sono state invece le esportazioni di bestiame, di zucchero, della frutta secca; molto sensibile la diminuzione nei cascami di cotone, nella seta greggia e nei cappelli di feltro; meno notevole quella dei cascami di seta, e di altre voci.

I dati riferenti al mese di agosto segnano pure un ulteriore alleggerimento nella bilancia commerciale, sebbene si accentui la contrazione nel valore delle merci esportate. Si ebbero infatti durante tale mese circa 1241 milioni di importazioni contro 2008 nell'agosto 1926, e 1092 milioni di esportazioni contro 1689 milioni nel 1916. Si ebbe quindi uno sbilancio di 149 milioni anziché di 319. Alla fine di agosto, il deficit della nostra bilancia commerciale ammontava a dello scorso anno. Le cifre citate rivestono una particolare importanza quando si tenga presente che esse si riferiscono proprio ai mesi durante i quali avvenne lo spostamento rapido del valore della moneta, ai mesi cioè di maggiori difficoltà per l'industria e di maggiori pericoli per il movimento commerciale. Coll'attuale stabilizzazione della lira è lecito ritenere che nel secondo semestre dell'anno, i risultati debbano essere anche migliori.

E' da notarsi però che tutte le considerazioni precedenti verrebbero grandemente alterate qualora si volesse riferirsi ai nuovi valori degli scorsi anni pubblicati dall'Ufficio Statistica.

Dall'esame delle singole voci degli scambi commerciali nei primi sette mesi, si possono trarre osservazioni di qualche interesse.

Si sono dovuti introdurre quest'anno 172.819 tonnellate di cereali in più dello scorso anno; tuttavia, grazie al riguadagnato valore della moneta e ad altre cause, si sono spesi per tale voce 77 milioni di meno. Per i cotonei le importazioni sono diminuite di circa il 12 %, mentre l'esportazione si è mantenuta quantitativamente quasi invariata; si è qui avuto un risparmio di circa 550 milioni in confronto allo scorso anno.

Per la lana le importazioni sono scemate del 14 % in quantità mentre non hanno variato molto le esportazioni. Poco diminuita è la importazione delle altre fibre tessili e quasi insensibilmente quella della gomma. Diminuita pure in quantità non rilevante è l'importazione dei materiali metallici e delle macchine.

In leggero aumento è invece l'importazione del legname e dei semi oleosi. Di grande interesse è l'aumento verificatosi nell'importazione di combustibili liquidi e di carbone, sintomo non dubbio della ripresa produttiva del Paese.

\*

Ad onta delle ben note difficoltà derivanti temporaneamente alla economia del Paese dal rapido rivalutamento della lira e dalla conseguente crisi di assestamento che travaglia il movimento industriale, l'esame dei conti mensili del Tesoro permette di riconoscere ancora una struttura ben robusta della nostra economia statale. Dalla considerazione di quelle cifre si trae un senso di fiducia e di tranquillità che invitano a superare senza eccessive inquietudini la crisi presente, la quale, probabilmente, ha già superato il suo punto più critico.

Se consideriamo i primi due mesi dell'esercizio finanziario da poco iniziato ossia i mesi di luglio e di agosto ora decorsi, troviamo che l'andamento delle entrate e delle spese dello Stato si presenta alquanto migliore dello stato di previsione, lasciando un margine tutt'altro che trascurabile di eccedenza attiva.

La stabilità del bilancio e il mantenimento del pareggio, cardini fondamentali della ricostruzione economica sono dunque ancora al sicuro e non sembrano minacciati fino a tanto che la oculata prudenza

finanziaria del Governo li protegge. E' importante a tale riguardo analizzare con un certo dettaglio l'andamento delle principali voci del bilancio per mettere in evidenza le caratteristiche che esse presentano in questo periodo così delicato della nostra vita economica.

Alla fine del primo mese di esercizio il conto del Tesoro presentava un avanzo netto di 26 milioni di lire, valore superiore a quello previsto. L'avanzo derivava dalla differenza fra le entrate, accertate nella somma di 1668 milioni, e le spese impegnate calcolate in 1642 milioni di lire. Le entrate sono state superiori, per ben 50 milioni e mezzo, a quelle contemplate nello stato di previsione. A tale miglioramento hanno partecipato specialmente le dogane (escluse le quote di cambio) per 69 milioni, e le imposte dirette per 57 milioni; invece le tasse di fabbricazione hanno fruttato 13 milioni in meno del previsto. Le spese impegnate durante il mese di luglio hanno superato le previsioni per circa 40 milioni specialmente per esecuzioni di opere pubbliche pel Governatorato di Roma, e per spese per l'emigrazione.

Gli incassi effettuati durante il mese di luglio sono stati complessivamente di 1100 milioni di lire; gli effetti del processo di rivalutazione della lira si sono fatti sentire in una contrazione di 146 milioni rispetto agli incassi del luglio 1926. Tale contrazione è stata specialmente sensibile nelle tasse di trasferimento della ricchezza (94 milioni) e nelle quote di cambio delle dogane (99 milioni), come era naturale; venne però in parte compensata da un aumento di 50 milioni verificatosi in altre categorie. In aumento sono state anche le private per 22 milioni, e, per circa 2 milioni, le imposte sui consumi.

Alla fine del mese di agosto, permane ancora un avanzo netto di 15 milioni di lire, come risultante della differenza fra le entrate accertate in 3135 milioni e gli impegni di spesa sommati a 3140 milioni. Durante il mese di agosto si incassarono 1907 milioni di lire di entrate effettive ordinarie e straordinarie, mentre si ebbero pagamenti per 1514 milioni; si verificò quindi una eccedenza attiva di 393 milioni. Conseguentemente il conto corrente attivo del Tesoro con la Banca d'Italia è salito da 198 milioni, quale era alla fine luglio, a 326 milioni alla fine di agosto.

Occorre tenere presente che nel mese di luglio è maturata la cedola semestrale del Debito pubblico interno che importa oltre 1250 milioni di lire. Come il Ministro delle Finanze aveva predetto, si è potuto far fronte a questo ingente pagamento coi mezzi ordinari di Tesoreria senza ricorrere a emissione di Buoni del Tesoro ordinari o ad altre forme di indebitamento.

Nella situazione dei debiti e crediti di Tesoreria si è realizzato un notevolissimo miglioramento. Dedotta infatti dai debiti la forte massa dei Buoni ordinari mediante la loro conversione nel Consolidato del Littorio, restavano poco più di 9 miliardi di debiti costituiti per circa 5 miliardi da circolazione bancaria per conto dello Stato, e per poco meno di 4 miliardi da conti correnti o incassati da ritirare quasi bilanciati dai corrispondenti crediti di Tesoreria. Complessivamente, per effetto della conversione dei Buoni ordinari, del graduale ritiro dei biglietti di Stato e della restituzione alla Banca d'Italia di biglietti circolanti per conto dello Stato, si è verificata, alla fine agosto, una diminuzione nei debiti di Tesoreria per circa 19.900 milioni di lire.

La circolazione complessiva, bancaria e di Stato, aveva segnato un leggero aumento durante il mese di luglio: essa era salita infatti da 18.965 milioni quale era alla fine dello scorso esercizio finanziario (30 giugno 1927) a 19.015 milioni alla fine luglio. Si era verificato quindi un aumento di circa 50 milioni, derivante da un incremento nella circolazione per conto del commercio, in gran parte compensata da una sensibile riduzione nella circolazione dei biglietti di Stato. Durante il mese di agosto, però, si è verificata una ulteriore diminuzione di 117 milioni (di cui 54 nei biglietti di Stato) nella circolazione, la quale è discesa a 18.898 milioni, sensibilmente al di sotto del valore toccato al 30 giugno.

L'ammontare complessivo dei debiti interni è diminuito di 108 milioni durante il mese di luglio, passando da 83.675 milioni a 83.567 milioni; contemporaneamente si verificava invece un incremento nella riserva metallica o equiparata della Banca d'Italia, la quale passava da 2866 milioni a 2903 milioni.

E' da osservarsi che durante il mese di luglio non aveva potuto ancora far sentire l'opera sua la nuova Cassa di ammortamento del debito pubblico. Questa è stata messa in attività coll'insediamento del Consiglio di Amministrazione, avvenuto l'11 agosto con una cerimonia alla quale ha partecipato il Ministro delle Finanze. S. E. Volpi ha tracciato il piano di attività della Cassa la quale inizia le sue operazioni col ritiro di 300 milioni di titoli vari del debito pubblico interno. La dotazione iniziale della Cassa è valutata in circa 2090 milioni di lire e le entrate annue che le sono garantite sono previste in circa un miliardo; la disponibilità andrà poi accrescendosi automaticamente anno per anno in grazia degli interessi sui titoli di Stato che la Cassa andrà acquistando, interessi che continueranno a decorrere appunto a favore della Cassa di ammortamento stessa.

★

La battaglia per la lira, concentrata attualmente nella fase di assestamento sulla quota novanta, viene perseguita dal Governo con una fermezza ed un fervore che non manca di ardimento. Per quanto la situazione del bilancio dello Stato, pur senza destare preoccupazioni, accenni in modo evidente, come si è visto, gli effetti della rivalutazione, il Governo non ha esitato ad affrontare un largo piano di sgravi tributari. Le misure approvate negli ultimi mesi dal Consiglio dei Ministri in questo campo sono veramente importanti e numerose e tali

da riuscire di sensibile alleggerimento alle industrie ed alla economia privata. L'efficacia dei provvedimenti è resa maggiore dal fatto che essi vengono quasi tutti applicati immediatamente.

I più importanti fra questi sgravi tributari furono deliberati da Consigli dei Ministri del 1° e del 5 agosto.

Viene concesso, per gli esercizi 1927-28, 1928-29 e 1929-30 la riduzione del 25 per cento sull'imposta erariale sui terreni e fabbricati. Parecchie facilitazioni vengono concesse a favore dei proprietari di stabili, specialmente nei riguardi della revisione dei redditi imponibili, ecc. A favore delle industrie in generale è stata concessa la riduzione delle aliquote di ricchezza mobile sul reddito del capitale (Categoria A), dal 22 % al 20 %. Analogamente vengono ridotte dall'11 % al 9 % le aliquote di ricchezza mobile sui redditi degli impiegati. I redditi prodotti all'estero da Ditte che abbiano la sede principale in Italia e succursali in altri Paesi, vengono totalmente esonerati dall'imposta di ricchezza mobile.

A favore dei contribuenti privati viene sospeso per il secondo triennio che si inizia col 1928, il diritto di rettifica per la applicazione della sovrapposta complementare. Con applicazione immediata, si è deliberato di ridurre dall'8 % al 6 % l'aliquota di registro per trasferimenti di proprietà. Vengono ancora ridotte dal 2,5 all'1 % le aliquote delle tasse per le iscrizioni ipotecarie e del 1,25 % al 0,50 % quelle per le rinnovazioni. Bisogna aggiungere ancora l'alleggerimento della tassa scambi, di quella sulle cambiali, sulle costruzioni edilizie; le riduzioni e le esenzioni relative a certi prodotti, come la cellulosa, ecc. Sono noti i provvedimenti per la riduzione delle tariffe postali e di certe voci delle tariffe ferroviarie. Particolarmente importante, la riduzione del 50 % delle imposte sui redditi agrari dei proprietari e dei coloni e della ricchezza mobile sui redditi degli affittuari dei terreni.

Si tratta, come si vede da questa sommaria esposizione, di un gruppo veramente importante di provvedimenti la cui portata è vasta e reale. Si calcola che gli alleggerimenti fiscali derivanti dalle decisioni prese dal Consiglio dei Ministri, sommino complessivamente a circa 1135 milioni, dei quali: 550 milioni per gli sgravi sulle imposte, 385 milioni per le tasse e 200 milioni per la riduzione delle tariffe postali e ferroviarie.

Se l'importanza dei provvedimenti è grande per quanto riguarda l'alleggerimento che ne godranno i contribuenti, essa non è minore nei riguardi del mantenimento dell'equilibrio del bilancio.

E' evidente infatti che una falciatura così sensibile nelle entrate del bilancio, in un periodo in cui già si manifesta una contrazione naturale delle entrate stesse, esige di essere fronteggiata con una severissima politica delle spese.

A tale riguardo è interessante notare come già l'esame dell'andamento delle spese nell'esercizio ultimo decorso, permetta di rilevare come questa severità sia già in atto. Infatti nel decorso esercizio gli impegni effettivi di spesa sono rimasti al di sotto delle previsioni e i pagamenti di Cassa sono rimasti al di sotto degli impegni di competenza. Infatti mentre le previsioni davano 21.047 milioni, gli impegni effettivi furono di 20.932 milioni e i pagamenti di cassa si limitarono a 19.526 milioni comprendendo in questa cifra anche i pagamenti relativi all'impiego dell'avanzo dell'esercizio precedente.

Si sono dunque limitate o ridotte o ritardate le spese mediante una oculata selezione di esse. Su questa strada si dovrà continuare con ancor maggiore energia nel corrente esercizio.

E' opportuno ricordare come lo stato di previsione dell'esercizio 1927-28, il quale non tiene naturalmente conto delle riduzioni d'imposte successivamente deliberate, contempla un margine di avanzo assai piccolo: soli 291 milioni risultanti dalle differenze di 19.620 milioni di entrate previste e di 19.329 milioni di previsioni di spese. Vero è che lo stato di previsione per l'esercizio 1927-28 è molto prudentiale, poichè le entrate previste sono di circa 1700 milioni inferiori a quelle effettivamente verificatesi nell'esercizio 1926-27. Vi è dunque un largo margine per le riduzioni, ma bisogna pur tenere conto che la politica di rivalutazione influisce anche in altro modo sulle entrate in quanto essa porta inevitabilmente una contrazione nel volume degli affari, una diminuzione di molti redditi e quindi una riduzione di gettito delle imposte, alla quale abbiamo più volte accennato.

Indispensabile quindi una severa politica delle spese. Su questa via si è posto risolutamente il Governo e ne è indice precipuo il Decreto emanato circa le opere pubbliche. Tale Decreto stabilisce che per tutto l'esercizio 1927-28 non sarà consentito il finanziamento di alcuna nuova opera pubblica, esclusi naturalmente i casi imprevedibili di assoluta urgenza. Si viene così a mettere un freno preventivo a una delle voci di spese nella quale più facilmente si poteva essere indotti ad assumere nuovi impegni anche gravosi.

Il Decreto risponde poi a sani concetti di politica finanziaria, in quanto prevede invece la continuazione del finanziamento delle opere cominciate. Si è spesso lamentato come le forti somme spese dal Governo per le opere pubbliche si andassero polverizzando in una moltitudine di imprese diverse le quali così erano costrette a trascinarsi per lunghi anni rendendo per tale periodo improduttivo il capitale impiegato ed allontanando sempre di più il vantaggio derivante dall'esecuzione delle opere stesse. Concentrando invece il sussidio su un numero limitato di opere si raggiunge evidentemente il duplice vantaggio di poter compiere l'opera assai più rapidamente e di rendere perciò fruttifero in minor lasso di tempo il capitale impiegato.

Fra i provvedimenti di carattere finanziario, che presentano particolare interesse, è da ricordarsi il Decreto che stabilisce la abolizione completa del sopraprezzo termico per la produzione di energia elettrica. Viene così posta fine ad una situazione che iniziata col

Decreto 27 febbraio 1919 si era poi trascinato con successivi Decreti di modifica e di proroga fino ad oggi.

Ricordiamo ancora notevoli assegnazioni di fondi residui del bilancio 1925-26. Si tratta complessivamente di circa 33 milioni, la maggior parte dei quali vengono destinati ad aumento del capitale azionario dell'Agenzia Generale Italiana dei Petroli (21 milioni circa) o ai lavori per l'incremento della cultura dei cereali (circa 8 milioni). Stanzamenti importanti furono deliberati a favore della Carnia per sopprimere, colla costruzione di opere pubbliche, alla grave disoccupazione manifestatasi; altri stanziamenti furono deliberati per l'Istria. A favore di Fiume si è costituita con capitale di un milione una speciale Azienda per l'esercizio dei Magazzini Generali di Fiume. Questa iniziativa, unita a quella del porto franco per l'Ungheria, contribuirà certamente a risollevare la nobile città dallo stato di abbandono commerciale nel quale era caduta dopo la guerra.

Attenzione del tutto particolare ha rivolto il Governo alle condizioni della Agricoltura, la quale ha risentito fortemente della nuova condizione di cose venuta a crearsi colla rivalutazione della lira. Abbiamo già accennato ai forti sgravi fiscali concessi ai redditi agricoli mentre altra volta abbiamo menzionato i provvedimenti allo studio per favorire il credito agrario.

Questa azione ha avuto largo sviluppo. Sono stati istituiti dieci nuovi Istituti regionali o interregionali aventi il compito di coordinare e integrare l'azione locale dei crediti alla agricoltura. I diversi Istituti Bancari, sono stati convocati dal Ministro dell'Economia Nazionale per convenire sui provvedimenti intesi ad agevolare il credito alla terra. I singoli Istituti hanno riferito sulle relative disponibilità di fondi e il Ministro ha potuto dichiarare recentemente che le disponibilità stesse sono lungi dall'essere esaurite. Venne inoltre deliberata la costituzione di un « Consorzio nazionale per il credito agrario di miglioramento » pel quale si prevede una capitale iniziale di duecento milioni di lire che saranno sottoscritte dai principali Istituti di credito. Parecchi altri provvedimenti di minore importanza sono stati presi a favore dell'agricoltura la quale potrà così superare la crisi attuale e continuare verso quello sviluppo e quel perfezionamento tecnico che è nelle mire del Governo e che sarebbe di indubbio grande giovamento pel Paese.

Nel complesso l'evoluzione nel campo agricolo come in quello industriale sembra ormai aver preso una piega favorevole, come se le difficoltà gravi fossero ormai superate o in via di superamento. La riduzione dei costi di produzione per l'adeguamento al valore della lira è ormai in corso sia per la riduzione nei costi delle materie prime, che per altri coefficienti di riduzione parziali di paghe, sgravi fiscali, e per un lodevole sforzo di migliore organizzazione. La saldezza della lira, ferma sulla quota 90, contribuisce ad agevolare l'opera di assestamento.

Il movimento della navigazione nei porti e quello delle ferrovie non presenta alcun indice che possa essere interpretato in modo allarmante. La partecipazione della bandiera nazionale al traffico complessivo dei porti è in continuo aumento; l'attività costruttrice dei cantieri è pure grande.

Nei riguardi delle ferrovie interessanti dati sono stati precisati dal Ministro Ciano circa i lavori di elettrificazione. Secondo le dichiarazioni del Ministro, le linee di Stato già elettrificate o in avanzato corso di elettrificazione, arrivano complessivamente a 1610 chilometri. Ad esse vanno aggiunte le linee concesse alla industria privata le quali contano 1000 chilometri già elettrificati e circa 350 in corso di elettrificazione. Si tratta cioè complessivamente di circa 3000 chilometri sui quali la trazione a vapore ha ceduto il posto a quella elettrica con indubbio notevolissimo vantaggio dell'economia nazionale e dell'equilibrio del bilancio degli scambi coll'estero.

\*

L'andamento delle nostre Borse ha finalmente preso un andamento di rialzo e di ottimismo generale al quale non eravamo veramente più abituati da parecchio tempo.

Il marasma nel quale le Borse si erano adagate da tempo ormai lungo sembra definitivamente superato. Il movimento generale di ripresa che investe tutta la quota, è tanto più conveniente in quanto è lento, progressivo e prudente; esso dà quindi l'impressione di un movimento naturale, non forzato dalla speculazione e perciò tanto più sano.

Rileviamo con compiacimento questo ottimismo rifiorente che unito alla rivalutazione della moneta attesta la rinnovata fiducia del Paese nella propria struttura industriale.

Più volte avevamo accennato come il movimento al ribasso avesse sorpassato i limiti corrispondenti alla giusta valutazione dei valori e come la situazione delle Borse non rispondesse alla reale situazione del mercato.

Il costo del denaro viene progressivamente abbassandosi sul nostro mercato finanziario tanto che le principali Banche hanno deliberato di procedere ad un ribasso del tasso di sconto e di conto corrente commerciale.

Alla testa del movimento di rialzo sono stati i titoli di Stato i quali hanno avuto un andamento brillantissimo riguadagnando gran parte del terreno che avevano precedentemente perduto.

I Bancari, pur seguendo in generale l'andamento al rialzo sono stati relativamente meno attivi.

Ottimamente tenuti i gruppi tessili nei quali si nota grande animazione e forti plusvalute. Alcuni titoli come le Cantoni, guadagnano centinaia di punti durante l'estate.

Anche i titoli meccanici e metallurgici, per quanto con minore animazione, seguono il buon orientamento del mercato migliorando notevolmente le loro posizioni.

Lo stesso può dirsi dei titoli alimentari e degli zuccheri. Forti progressi si notano nei valori di esportazione, e nei titoli fondiari.

Gli elettrici, pur senza raggiungere la larghezza degli spostamenti segnalati in altri reparti, seguono anch'essi il diagramma crescente, guadagnando progressivamente quotazioni sempre migliori.

R. SAN NICOLÒ.

#### Variazioni dei Titoli Elettrici nei mesi di agosto e settembre.

	Valore nomin.	Agosto			Settembre		
		I decade	II decade	III decade	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	483	490	511	515	537	550
Lombarda . . . . .	500	700	705	760	760	810	845
Bresciana . . . . .	100	180	167	167	170	172	174
Adamello . . . . .	200	198	200	205	208	209	213
Unione Esercizi Elettrici	50	93	95	96	100	105	97
Elettrica Alta Italia . .	250	205	208	210	210	220	251
Officine Elettr. Genovesi	250	237	238	238	238	244	250
Adriatica . . . . .	100	196	201	204	202	209	218
Negri . . . . .	100	160	170	152	155	140	140
Ligure Toscana . . . .	200	210	211	218	227	229	242
Gen. Elettr. della Sicilia	100	89	90	95	96	97	102
Elettrica Brioschi . . .	250	355	355	360	360	360	385
Emiliana Esercizi Elettr.	35	32	32	34	34	35	38
Forze Idrauliche Crespi .	250	350	350	360	360	365	370
Elettrica Valdarno . . .	100	118	120	124	127	130	135
Tirso . . . . .	250	150	150	161	165	166	171
Terni . . . . .	400	358	357	367	368	395	415
Meridionale di Elettricità	250	245	246	241	243	256	273
Idroelettrica Piemontese.	125	112	116	119	122	128	134
Dinamo . . . . .	100	108	103	116	119	119	120

#### Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di settembre 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>	
Cardiff primario . . . . .	L. 180,— a L. 185,— alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—
Americano . . . . .	175,—
Slesia . . . . .	165,—
Sarre . . . . .	145,—
<b>Antraciti</b>	
Inglese primaria (in pezzatura)	295,—
Tedesca (in pezzatura)	305,—
<b>Coke</b>	
Coke da gas nazionale . . . .	230,—
Coke da gas inglese . . . . .	225,—
Coke metallurgico inglese . . .	205,—
Petrolio . . . . .	230,—
<b>Nafta</b>	
Per Diesel . . . . .	505,—
Per caldaie . . . . .	470,—
Benzina in fusti . . . . .	265,—

##### METALLI

<b>Ghisa</b>	
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 600,— a L. 610,— alla tonn.
Middlesbrò N. 3 . . . . .	500,—
Ematite . . . . .	540,—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	445,—
<b>Ferro</b>	
Laminato omogeneo . . . . .	99,50
Poutrelles . . . . .	91,50
Lamiere da 4 mm. in più . . .	100,—
Tubi per gas . . . . .	220,—
<b>Acciaio</b>	
Rapido per utensili . . . . .	1250,—
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,—
<b>Rame</b>	
Elettrolitico . . . . .	610,—
In fogli comune . . . . .	870,—
In barre tonde e quadre . . .	825,—
Stagno in pani . . . . .	2575,—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . .	320,—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . .	235,—
Antimonio in pani . . . . .	720,—
Ottone in barre . . . . .	580,—

**Fatevi Soci Vitalizi!**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Le discussioni di Como.

Pubblichiamo più avanti, come annunciavamo nello scorso numero, un'ampia cronaca della recente, riuscitissima riunione di Como. Come tale cronaca non può e non vuole sostituirsi ai verbali ufficiali delle sedute, che verranno pubblicati a suo tempo, così non vogliamo con queste note sostituirci alla cronaca. Ma crediamo valga la pena di considerare un po' qui nel suo insieme il contenuto tecnico della XXXII<sup>a</sup> Riunione sociale e di porne in rilievo quelli che a noi parvero i punti più salienti.

Il carattere delle sedute fu, com'è naturale, nettamente diverso per i due temi. Per il primo tema, detto tema A: « Comunicazioni con e senza fili », la vera discussione è mancata, com'era facile prevedere, dato il numero relativamente limitato di colleghi che, fuori delle grandi amministrazioni interessate, si occupano normalmente dell'argomento. Ma il successo della Riunione in tale campo si è affermato, come abbiamo detto ripetutamente, con la mole e con l'importanza delle relazioni, e delle memorie raccolte, alcune delle quali figureranno fra le più apprezzate, nella collana delle monografie dell'*Elettrotecnica*. E non è privo di significato, specialmente per la storia della nostra A. E. I., il fatto che alcuni dei maggiori esponenti delle Amministrazioni dello Stato abbiano voluto personalmente contribuire al successo della riunione preparando apprezzate relazioni e partecipando alle sedute. Vogliamo qui particolarmente ricordare il Pession, che seppe riassumere nel modo più brillante la sua bella monografia sulla propagazione delle onde elettromagnetiche. L'interessante sintesi del Pession diede occasione al Sen. Corbino di rilevare, molto opportunamente, da un lato come i brillanti successi ottenuti colle onde corte siano in gran parte dovuti alle iniziative ed alle esperienze dei dilettanti, e, dall'altro come la fede di Guglielmo Marconi, al tempo dei suoi primi esperimenti, sulla possibilità di comunicazioni radiotelegrafiche a grandissime distanze, abbia assunto i caratteri di una vera divinazione. E la proposta del Corbino, di accoppiare il nome del Marconi a quello dell'Heaviside nel designare lo stato superiore ionizzato, dell'atmosfera, che spiega oggi la possibilità di tali comunicazioni, non sarà certamente senza seguito.

Fra le comunicazioni relative al primo tema ci sembra degna di uno speciale rilievo quella del Dott. Vecchiacchi — pubblicata fin dal 15 Maggio u. s. — che, in assenza dell'Autore, fu riassunta dal Presidente Generale Prof. Vallauri. Ci sembra infatti che essa costituisca un notevole passo in avanti, non solo per la radiotecnica, ma in generale per l'elettrotecnica tutta. La possibilità sicuramente dimostrata dal Vecchiacchi di misurare una frequenza, mediante un processo di demoltiplicazione, con una approssimazione di circa un milionesimo, costituisce infatti un cospicuo progresso nella tecnica delle misure in genere, e si può realmente prevedere, come fece rilevare il Prof. Vallauri, che l'indirizzo delle misure elettriche fondamentali possa notevolmente modificarsi in un avvenire prossimo. La possibilità pure ormai sicuramente acquisita di realizzare, ricorrendo ai fenomeni piezoelettrici coi cristalli di quarzo, dei campioni di frequenza, controllabili con un così alto grado di precisione, farà infatti probabilmente elencare la frequenza, accanto alla resistenza ohmica fra le grandezze elettriche fondamentali, riportando in valore tutti quei metodi che richiedendo una esatta conoscenza della frequenza, non potevano avere, finora, pretese di vera esattezza.

Discussione vi fu, per il tema A, solo dopo la seconda relazione del Prof. DI PIRRO sulle perturbazioni che, alle comunicazioni con fili, arrecano le correnti forti; relazione che,

come fece rilevare il Presidente, costituiva veramente il ponte fra i due temi del Congresso. Gli esercenti delle linee industriali erano infatti chiamati in causa e dovevano far sentire le loro ragioni. Ed assai opportunamente il breve ma interessante dibattito si chiuse con l'approvazione all'unanimità di un ordine del giorno presentato dal Prof. Focaccia, auspicante lo sviluppo di una serie organica di esperienze, condotte d'accordo fra gli esercenti e l'Amministrazione telegrafica e telefonica, per determinare la portata reale delle perturbazioni e dedurne a ragion veduta i provvedimenti da prendersi. Abbiamo infatti riportato l'impressione che da una parte si dia forse un peso soverchio a conclusioni di carattere puramente teorico che, per quanto dedotte con un acume ed una razionalità che tornano a tutto onore degli studiosi dell'argomento, devono necessariamente basarsi, come quasi tutte le analisi, su alcune ipotesi semplificative che potrebbero celare qualche insidia. Non v'ha dubbio che alcuni fatti, in parte già noti, in parte venuti in luce durante la discussione, farebbero pensare che i disturbi possano essere, fortunatamente, assai meno gravi di quanto farebbe ritenere la teoria, particolarmente per quanto concerne la messa a terra del neutro dei sistemi trifasi; ed è certo che solo numerose esperienze ben controllate, eseguite nelle più svariate condizioni, potranno fare veramente la luce sulla vessata questione. E, se siamo bene informati, è questa la via additata anche dal « Comité Consultatif International pour les Communications à grande distance », il quale, dopo aver studiato profondamente il problema dal punto di vista teorico ed analitico, ha più recentemente tracciato un programma di esperienze sistematiche che dovrebbero essere eseguite nei diversi paesi aderenti.

\*

Assai nutrita fu invece la discussione durante lo svolgimento del secondo tema del Congresso, riguardante l'isolamento delle grandi linee, per quanto il dibattito si sia quasi esclusivamente limitato ai problemi degli isolatori: dalla antica questione dell'invecchiamento, alle Norme di collaudo per gli isolatori stessi.

Abbiamo riportato l'impressione, — da tutti probabilmente condivisa — che la tecnica degli isolatori sia ancora in pieno periodo di evoluzione, anche se le proprietà fisico-chimiche della porcellana sono, o sembrano, note da tempo, ed anche se il progetto ed il disegno degli isolatori sono da gran tempo usciti dal campo dell'empirismo nel quale si sono a lungo mantenuti. E' parso infatti che se i ceramisti hanno molte buone ragioni per negare recisamente l'invecchiamento della porcellana, altrettante buone ragioni hanno gli ingegneri esercenti per affermare l'invecchiamento degli isolatori. E due sono le vie che si aprono per arrivare un giorno alla verità: da un lato una vasta organizzazione di statistiche metodiche e razionali ad opera degli esercenti, intese a catalogare e classificare tutti i casi osservati di deperimento o di cedimento degli isolatori in servizio; dall'altro, un maggior impulso alle ricerche scientifiche sull'argomento, nei laboratori e nelle fabbriche.

Gli studi e le indagini sulla formazione e sulla natura della scarica disruptiva nei dielettrici solidi, — così opportunamente richiamate dall'Emanuelli, — ed il perfezionamento dei metodi per la misura della cifra di perdita nella porcellana — oggi appena abbozzati — potranno probabilmente un giorno darci ragione di tante diversità di comportamento e di tante anomalie che oggi ci stupiscono; mentre, d'altra parte, l'estensione sempre maggiore delle statistiche razionali, potrà forse modificare le nostre idee su quelli che noi ora riteniamo dati di fatto.



A conclusioni in parte simili si è giunti anche, dopo la relazione Semenza, a proposito dello studio dei conduttori per le grandi linee ad altissima tensione. Solo in questi ultimi anni sono state possibili nel nostro Paese, misure dirette dell'effetto corona, e da varie parti si sono denunciati risultati che apparirebbero in contrasto colle ormai classiche (benchè empiriche) formule del Peek. Non possiamo tacere che si tratta di misure assai delicate e che non possono certamente essere affrontate coi soliti strumenti industriali, e che, d'altra parte, una divergenza reale dalla teoria, se esistesse, sarebbe forse già stata altrove notata. Tuttavia è certo che i risultati di nuove misure che parecchi colleghi ci hanno annunciati, saranno accolti col più grande interesse.

Dalle grandi linee aeree la riunione è alla fine passata ad occuparsi dei cavi che potranno veramente in avvenire avere una parte sempre più importante nelle grandi reti urbane. La interessante comunicazione dell'Ing. Bosone su un nuovo tipo di cavo a 75 kV, le notizie portate su un importante tronco di linea in cavo a 60 kV da vari mesi entrato felicemente in servizio a Napoli e gli accenni al grande successo ottenuto dall'industria italiana in America con la realizzazione dei primi grandi trasporti in cavo a 130 e 150 kV, hanno provocato un significativo applauso all'Ing. Emanuelli a cui tanto deve la tecnica dei cavi ad alta tensione.

\*

Così felicemente si chiusero le due giornate dedicate ai lavori, ed è certo che l'interesse e l'importanza degli argomenti tanto seriamente trattati hanno costituito la forma più degna di omaggio che potesse tributarsi allo spirito di Alessandro Volta. Senza bisogno di un ennesimo discorso commemorativo, si può ben dire che il pensiero dei presenti fu sempre rivolto al Grande Comasco, senza la cui pila l'elettrotecnica non sarebbe nata; ed un vero fremito d'emozione è corso nell'assemblea, quando, incidentalmente, nella sua memorabile conferenza inaugurale, il Prof. Corbino ha ricordato come la teoria di Volta sulla forza elettromotrice di contatto, che già pareva tramontare, al lume dei più moderni studi rifulga di luce novella ed appaia realmente come uno di quei fari che si accendono a grandi intervalli di tempo nella storia, per additare all'umanità le vie del progresso.

### **Il controllo della lunghezza d'onda delle stazioni radiofoniche.**

Abbiamo ora ora ricordata l'importanza assunta dalle misure di frequenza nella radiotecnica, ed i grandi progressi in esse recentissimamente realizzati. Già da tempo il problema era oggetto di assidui studi, perchè col moltiplicarsi delle stazioni radiofoniche di diffusione, e colla conseguente necessità di usare lunghezze d'onda sempre fra loro più vicine, si era potuto constatare che gli ordinari ondometri non consentivano più la precisione necessaria per assicurare che ogni stazione mantenesse esattamente la frequenza assegnata. E ad opera di una Commissione internazionale si venne allo studio ed alla realizzazione di un nuovo tipo di ondometro, che, sacrificando l'estensione del suo campo di misura, può raggiungere, per la ristretta gamma di frequenze a cui è destinato, una approssimazione di qualche decimillesimo. L'Ing. BACCHINI, che della Commissione in parola fu parte attiva ed operante, riferì, nella riunione di Como, su tale nuovo e pregevole tipo di ondometro, con la memoria di cui possiamo dare oggi il testo completo.

### **Filtri.**

Completiamo oggi la pregevole monografia del GORI sui circuiti filtranti. In questa seconda parte è affrontato il problema dei periodi transitori, che è di particolare importanza per tutte le trasmissioni telegrafiche e telefoniche, per le quali le condizioni di regime sono quasi l'eccezione. Lo studio dei circuiti complessi come questi circuiti filtranti è già relativamente arduo quando si considerino le condizioni di regime, supponendo cioè il circuito alimentato a tensione e frequenza e forma di onda costanti; ben altrimenti arduo sarà il seguirne il comportamento nei periodi transitori, susseguenti per es. alla chiusura o all'apertura del circuito. Le proprietà filtranti risultano allora profondamente modificate, cosicchè solo dando ai periodi di regime una durata apprezzabile, i filtri possono raggiungere il fine propostisi. Il Gori ha tenuto conto di tutti i più recenti studi compiuti sul suindicato argomento, e la sua monografia riuscirà perciò di grande utilità a tutti coloro che debbano affrontare ex-novo la questione.

LA REDAZIONE.

## **SULLA MISURA DELLE LUNGHEZZE D'ONDA NELLE STAZIONI DI RADIOTELEFONIA CIRCOLARE**

C. BACCHINI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

### **Considerazioni generali.**

Col diffondersi sempre maggiore delle trasmissioni radiofoniche, e soprattutto coll'aumento notevole del numero e della potenza delle stazioni emittenti, si sono verificati in tutta Europa inconvenienti notevolissimi, che minacciarono seriamente di ostacolare l'ulteriore sviluppo delle radiocomunicazioni che tanta importanza hanno assunto nella vita d'oggi.

Se consideriamo i principali disturbi nelle ricezioni, ne troviamo parecchi inevitabili, almeno con mezzi normali, e che hanno origine fuori del servizio di radio-trasmissioni e precisamente:

- 1) I disturbi di origine naturale, gli atmosferici;
- 2) I disturbi di origine industriale, tram, motori, telefoni, raggi X, ecc;
- 3) I disturbi dovuti ad altri apparecchi riceventi vicini e generanti alte frequenze.

Ma il maggiore disturbo certamente è dato dalle interferenze delle trasmissioni che si ricevono con altre trasmissioni di stazioni funzionanti su frequenze vicine, oppure con armoniche di trasmissioni su frequenze più basse.

La cosa era tanto più preoccupante in quanto che l'aumentare continuo del numero delle stazioni e della potenza irradiata faceva prevedere un continuo aggravarsi della situazione.

L'ultima convenzione che coordinava le questioni radiotelegrafiche, fra le quali importantissima quella delle frequenze, fu quella di Londra nel 1912, ma evidentemente da allora il progresso fu tale specialmente nel campo radiofonico da rendere necessaria una nuova sistemazione.

Nell'attesa della riunione che si terrà a Washington quest'ottobre, e che da lungo tempo doveva aver luogo, i vari Enti e le varie Società che eserciscono le radiodiffusioni nei vari stati Europei decisero di costituire un organismo che avesse come compito principale quello di disciplinare e coordinare le trasmissioni delle varie stazioni in maniera di eliminare le insopportabili interferenze esistenti.

Un piano di ripartizione di frequenze fu studiato ed attuato ottenendo, in via generale, un ottimo successo. Solo in casi particolari si ebbero disturbi dati dal fatto che alcune stazioni non si attenero a quanto stabilito dal piano, ma specialmente perchè molte funzionarono in condizioni tecniche difettose.

### **Qualità tecniche alle quali devono soddisfare le stazioni di emissione.**

Ogni sistema di regolamentazione di frequenze si riconobbe essere completamente illusorio se le stazioni di trasmissione non funzionassero nelle migliori condizioni tecniche e precisamente se non si verificassero le tre condizioni seguenti:

- 1) che la lunghezza dell'onda emessa fosse esattamente quella attribuita;
- 2) che l'onda emessa fosse assolutamente stabile qualunque fosse il sistema di modulazione adottata;
- 3) che l'onda emessa fosse quanto possibile esente da armoniche.

E' assolutamente certo che la causa principale delle interferenze che oggi si manifestano è data dal fatto che le stazioni sono ben lontane dal soddisfare a questi dati e di ciò ci si può rendere conto subito ascoltando la maggiore parte delle trasmissioni radiotelefoniche. Relativamente alla stabilità della frequenza e alla soppressione delle armoniche si possono ottenere degli ottimi risultati impiegando dei montaggi particolari oggi giorno ben conosciuti e che dovrebbero essere assolutamente osservati dalle ditte costruttrici anche se molte volte essi non sono di grande rendimento. Relativamente invece alla esattezza dell'onda trasmessa la cosa dipende essenzialmente

dalla bontà dell'ondametro che serve alla regolazione della stazione, e che serve oltre che ad ottenere una regolazione esatta, a controllarne anche la stabilità.

### Il problema dell'ondametro.

La misura esatta e precisa della frequenza di una stazione di trasmissione costituisce un problema assai delicato che a prima vista può sembrare insolubile in una stazione e cioè fuori di un laboratorio. La gran parte delle stazioni di trasmissione effettivamente si regolano con ondametri che non offrono nessuna garanzia al riguardo della taratura così da ammettere errori anche del 4 o 5 %.

Dato l'affollamento delle radio trasmissioni oggi questa imprecisione non è più assolutamente tollerabile ed è quindi necessario che le stazioni si tengono il più esattamente possibile sulle frequenze prescritte.

Venendo alla questione delle stazioni di radiotelegrafia circolare si è ormai ammesso da tutti essere necessaria una separazione di 10 chilocicli fra le frequenze delle stazioni vicine allo scopo di evitare la produzione di battimenti di frequenza udibile provenienti dall'interferenza delle onde portanti per il ben conosciuto effetto di eterodina e d'altra parte l'accavallamento delle bande modulate. Ora nelle lunghezze d'onda da 200 a 600 metri riservate alla radiotelegrafia uno scarto di 10 chilocicli corrisponde ad uno scarto relativo di:

0,66 %	per l'onda di	200 metri
1 %	»	» 300 »
2 %	»	» 600 »

E' quindi evidente che una precisione dell'1 %, che è normalmente considerata come notevole, sarebbe assolutamente insufficiente poichè l'errore assoluto sarebbe già uguale allo scarto di frequenze fra le due stazioni vicine.

Il Comitato tecnico dell'Unione Radiofonica Internazionale ha ritenuto necessario di procedere contemporaneamente alla ripartizione delle lunghezze d'onda allo studio di un ondametro speciale il quale pur avendo una praticità ed una comodità di manovra tale da poter essere usato continuamente nelle stazioni di trasmissione, presentasse le garanzie necessarie dal punto di vista elettrico e meccanico tali che la stazione trasmittente potesse dare una onda esatta a meno di qualche decimillesimo.

### Gli inconvenienti degli ondametri normali.

Gli ondametri normali anche i meglio costruiti presentano in generale i seguenti inconvenienti:

1) la gamma di frequenze che essi possono coprire è troppo estesa, poichè i costruttori tendono a realizzare dei tipi di una certa universalità che possano quindi essere impiegati in molte stazioni. La lettura quindi della lunghezza d'onda è notevolmente imprecisa specialmente nei principi delle graduazioni tale che in generale i condensatori variabili sono a piastre mobili semicircolari. L'errore di lettura spesso volte quindi sorpassa il valore della separazione che deve esserci fra due stazioni vicine.

2) la taratura non è costante. Ciò è dovuto specialmente alle deformazioni meccaniche degli elementi con particolare riguardo ai condensatori variabili a lamine parallele e di grande capacità, nei quali lo spessore dielettrico subisce delle variazioni e l'asse pure si deforma così da dare delle variazioni di taratura, dopo qualche mese, anche del 3 %.

3) l'ammortamento è in generale molto elevato, specialmente, perchè, negli apparecchi a gamma molto estesa, vi sono parecchi organi di manovra, molte connessioni che reagiscono fra loro, in maniera che si hanno delle perdite importanti. Si ha quindi una notevole imprecisione nella determinazione del punto di risonanza. La necessità quindi di adottare degli accoppiamenti molto forti fra l'ondametro e la stazione emettente, provoca, se si tratta di una stazione di piccola potenza, una variazione dell'onda stessa.

4) in generale non vi è protezione contro gli effetti elettrostatici e quindi si hanno dei notevoli errori dovuti alla presenza della mano, del corpo dell'operatore o di altri oggetti circostanti.

### Soluzione adottata dalla Commissione tecnica della U. I. R.

Fu scartata la soluzione di procedere ad una taratura generale di tutti gli ondametri in un solo laboratorio con campioni

unici e con lo stesso metodo e scartata pure la utilizzazione dei cristalli piezoelettrici in ragione della delicatezza del loro impiego e poi specialmente perchè non permettono di seguire le variazioni della lunghezza d'onda della stazione stessa.

Fu invece deciso di:

1) studiare un ondametro il quale presentasse la massima esattezza, che coprisse quindi una piccola gamma di frequenza intorno alla frequenza principale, la massima stabilità e costanza di tarature e la massima sensibilità.

2) di costruire questi apparecchi in serie con sistemi moderni in maniera da ottenere il migliore risultato sia dal punto costruttivo che per il prezzo di costo in maniera da poterne permettere una larga diffusione.

3) tarare tutti gli apparecchi coi sistemi migliori e più moderni in uno stesso laboratorio con lo stesso campione di frequenza.

Questi differenti problemi teorici e costruttivi furono affidati per comune accordo di tutti i Membri della Commissione al laboratorio di Radiotecnica dell'Università di Bruxelles e specialmente studiati dall'Ing. Brailard e Divoire. Nel dicembre del 1926 già più di 60 stazioni di Radio diffusione circolare funzionavano con l'ondametro tipo U.I.R. che fu regolarmente brevettato e che descriviamo qui di seguito.

### Descrizione dell'ondametro.

L'ondametro fu quindi realizzato costituendolo di:

1) un circuito di risonanza costituito dai suoi elementi essenziali e cioè di una induttanza fissa, di un grosso condensatore fisso e di un piccolo condensatore variabile in parallelo, la capacità di quest'ultimo calcolata in modo di assicurare una gamma completa di frequenze di una piccola percentuale intorno alla frequenza base.

2) un circuito indicatore leggermente accoppiato al circuito di risonanza munito di una lampada ad incandescenza.

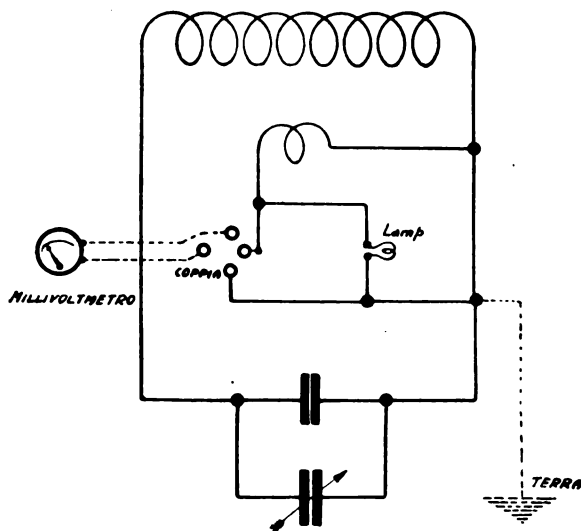


Fig. 1

Nel mentre in generale in questi apparecchi viene adottato un criterio costruttivo che fa prevalere l'impiego delle masse isolanti abolendo quanto possibile le masse metalliche, fu adottato invece una costruzione essenzialmente metallica assai robusta; fu adottato un pannello superiore di alluminio, e gli elementi, costituiti di metallo fuso furono fissati solidamente ad esso limitando l'impiego dei materiali isolanti allo stretto necessario. Si ottenne così la massima rigidità ed indeformabilità delle diverse parti e quindi la massima costanza di taratura ed in secondo luogo la soppressione quasi completa degli effetti parassiti dovuti alla presenza di corpi esterni. Furono anche eliminati, per quanto possibile, le parti di metallo laminato ed impiegati invece pezzi fusi.

**I condensatori.** — Il condensatore è composto di una parte fissa e di una parte variabile che comporta una gamma di frequenze di circa 30 chilocicli. Per onde 1500 a 500 kilocicli e cioè da 200 a 600 metri si vede facilmente che la parte variabile della capacità è compresa fra il 5 e il 12 circa % della capacità totale e quindi si ha subito una notevole diminuzione degli errori provocati da deformazioni meccaniche delle parti mobili sul valore totale della capacità. Il tipo di condensatore adottato non è stato quello a lamine multiple del tipo ben conosciuto,



ma fu adottato un condensatore costituito essenzialmente da due cilindri concentrici. La ragione risulta chiaramente dal calcolo seguente. Se si considera un elemento di condensatore piano costituito da tre lamine parallele separate da uno spazio « $e$ », di cui la lamina centrale costituisce una armatura e quelle esterne l'altra armatura e si ammette che vi sia uno spostamento  $\varepsilon$  dell'armatura centrale verso una delle esterne vediamo la variazione di capacità risultante (vedi fig. 2a).

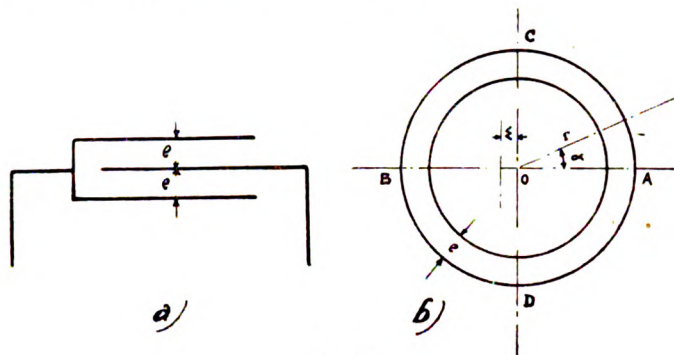


Fig. 2.

La capacità iniziale per centimetro quadrato di superficie è:

$$C_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{2}{e}$$

dopo lo spostamento  $\varepsilon$  essa diviene

$$C_1 = \frac{1}{4\pi(e+\varepsilon)} + \frac{1}{4\pi(e-\varepsilon)} = \frac{1}{4\pi} \cdot \frac{2e}{e^2 - \varepsilon^2}$$

donde

$$\Delta C = C_1 - C_0 = \frac{1}{4\pi} \left( \frac{2e}{e^2 - \varepsilon^2} - \frac{2}{e} \right) = \frac{1}{4\pi} \frac{2}{e} \cdot \frac{\varepsilon^2}{e^2 - \varepsilon^2}$$

da questa relazione si ha facilmente

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{\varepsilon^2}{e^2 - \varepsilon^2}$$

e poichè  $\varepsilon$  è molto piccolo per rispetto a « $e$ » si ha

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{\varepsilon^2}{e^2} \quad (1)$$

Quindi una variazione dello spessore del dielettrico di un centesimo corrisponderebbe la variazione di capacità di un decimillesimo.

Praticamente però le cose sono un po' diverse poichè è estremamente difficile nella costruzione di ottenere un dielettrico iniziale « $e$ » costante. Si potrà dire meglio che avremo sempre due dielettrici di spessori differenti « $e_1$ » ed « $e_2$ », restando sempre il valore medio « $e$ ».

Avremo

$$e_1 = e(1+k), e_2 = e(1-k), e_1 + e_2 = 2e$$

in queste condizioni la capacità iniziale è

$$C_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{1}{1-K^2} \cdot \frac{2}{e}$$

e considerando un ulteriore spostamento  $\varepsilon$  della lamina centrale prendendo il caso più sfavorevole per il quale la differenza dello spessore di dielettrico viene accentuato, si arriverà con un procedimento analogo al precedente alla relazione

$$\frac{\Delta C}{C_0} = K \frac{\varepsilon}{e} + \left( \frac{\varepsilon}{e} \right)^2 \quad (2)$$

Si vede quindi confrontando la formula 2 con la 1 che il difetto meccanico iniziale, il quale è d'altra parte inevitabile, porta l'introduzione di un termine di variazione di primo grado che può diventare preponderante quando  $K$  aumenti.

Se per esempio  $K = 0,1$  il che è già difficile ad ottenere industrialmente, si trova per un valore  $\frac{\varepsilon}{e} = \frac{1}{100}$

$$\frac{\Delta C}{C_0} = 0,1 \frac{1}{100} + \frac{1}{10000} = \frac{11}{10000}$$

variazione 11 volte maggiore che nel caso teorico corrispondente con dei dielettrici uguali. Aumentando poi il numero delle lamine la difficoltà di mantenere i dielettrici uguali cresce rapidamente, ed è impossibile ad ottenersi quando i condensatori siano rotanti.

Vi è poi il fatto che le placche laminate usate normalmente sono soggette a deformazioni lente dovute alle variazioni dello stato molecolare del metallo anche nel caso di assenza di variazioni di temperatura.

Considerando ora un condensatore costituito da due cilindri concentrici con un dielettrico di spessore costante assai piccolo per rapporto al diametro dei cilindri osserviamo che la capacità per unità di lunghezza del cilindro è uguale a

$$C = \frac{r}{2e} \quad (\text{fig. 2b}).$$

Se come precedentemente si considera uno spostamento  $\varepsilon$  di una delle armature, spostamento assai piccolo rispetto allo spessore del dielettrico, vediamo che nel punto « $a$ » del disegno il dielettrico diventa  $e + \varepsilon$  in « $b$ » esso si riduce  $e - \varepsilon$ , in « $c$ » ed in « $d$ » esso conserva il suo valore; prendendo quindi « $a$ » come origine si può ammettere che lo spessore di dielettrico varia secondo la relazione

$$e + \varepsilon \cos \alpha$$

Vediamo ora il valore della capacità del mezzo cilindro « $ACB$ ».

Il valore iniziale è per unità di lunghezza:

$$C_0 = \frac{r}{4e}$$

Ponendo il valore del nuovo dielettrico variabile che si considera, integrando fra i limiti 0 e  $\pi$ , con un calcolo analogo ai precedenti si arriva alla conclusione che

$$\frac{\Delta C}{C_0} = \frac{1}{2} \left( \frac{\varepsilon}{e} \right)^2 \quad (3)$$

Confrontando la formula 3) con la analoga per il condensatore a lamine si vede che la variazione di capacità è la metà.

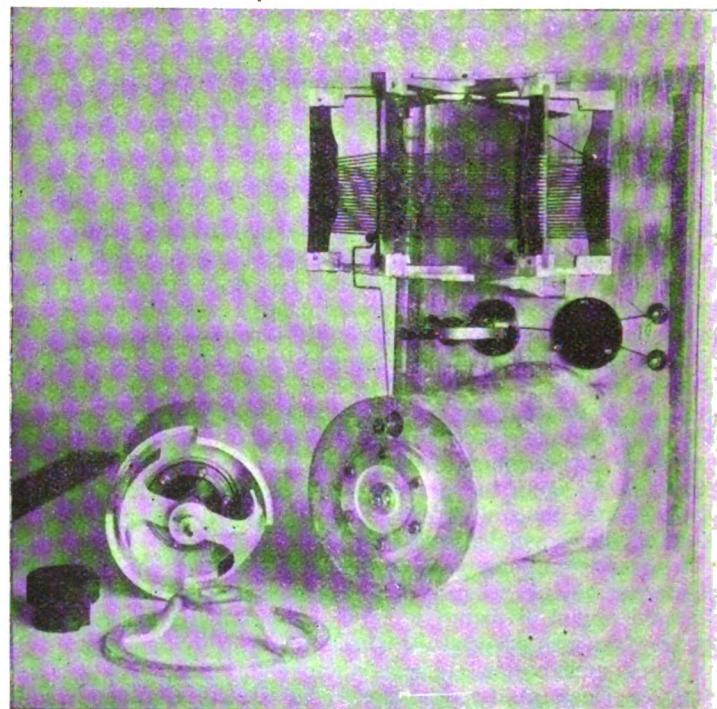


Fig. 3.

Supponendo infine che esista una eccentricità per costruzione iniziale, dopo un calcolo analogo a quello precedentemente sviluppato si arriva alla seguente relazione:

$$\frac{\Delta C}{C_0} = K \frac{\varepsilon}{e} + \frac{1}{2} \left( \frac{\varepsilon}{e} \right)^2$$

dalla quale si vede che la variazione ulteriore di capacità per la variazione del dielettrico dipende sempre principalmente dalla



precisione della esecuzione meccanica iniziale. Ora si vede subito che è assai facile di realizzare al tornio dei cilindri perfettamente concentrici o quanto meno con una eccentricità assolutamente piccola. Il vantaggio quindi di impiegare dei condensatori cilindrici come quelli adottati è evidente, ed esso è tanto maggiore inquantochè si possono impiegare dei pezzi fusi torniti in maniera da evitare ulteriori deformazioni.

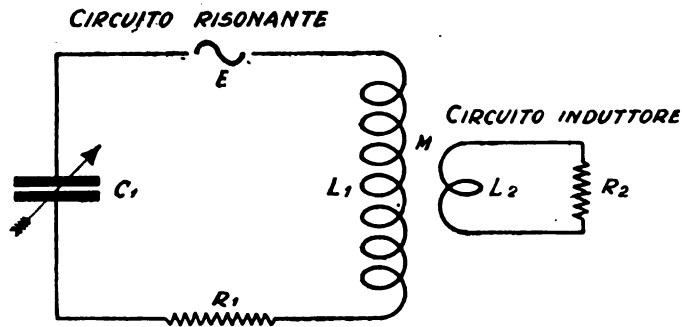


Fig. 4.

Il condensatore quindi fu costruito come segue:

I due condensatori fisso e variabile costituiscono un solo pezzo di cui le due armature di forma cilindrica sono concentriche e montate su un asse fisso sistemato alle estremità su due aggiustaggi conici. L'armatura esteriore è connessa alla massa mentre l'armatura interna cilindrica è isolata dall'asse alle sue due estremità a mezzo di pezzi di ebanite estremamente sottili imbutiti a forma di coni opposti per la base. Questa disposizione assicura una perfetta rigidità dell'isolante e realizza le condizioni migliori per un perfetto isolamento e per le minime perdite, e precisamente presenta sezione minima, volume minimo e lunghezza massima della linea di fuga.

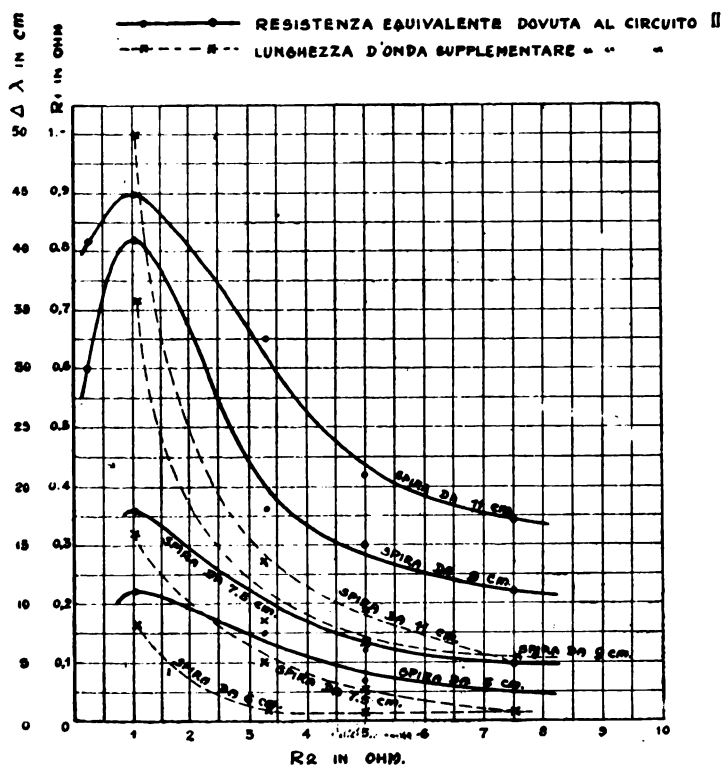


Fig. 5.

L'armatura mobile montata sullo stesso asse sul quale è fissata a mezzo di un aggiustaggio conico è costituita da due quarti di cilindro opposti ed è connessa con la massa ed il cilindro esterno. La variazione di capacità è data dallo spostamento di essa armatura davanti ad altri due quarti di cilindro che prolungano l'armatura interna del condensatore fisso il quale come si è visto è isolato. La disposizione dei condensatori a cilindri concentrici montati sullo stesso asse con aggiustaggi conici elimina al massimo la possibilità di eccentricità e di deformazione accidentale, ma specialmente la possibilità di una eccentricità iniziale al momento del montaggio poichè tutto il complesso è costruibile al tornio e quindi con una precisione elevatissima. La fotografia in fig. 3 mostra il condensatore smontato.

**Induttanza.** — L'induttanza è costituita da un avvolgimento di filo di rame nudo portato da sei colonnette isolanti che costituiscono gli spigoli di un prisma esagonale. Esse sono tenute insieme da due armature terminali di alluminio fuso a forma di stella a sei raggi tenuti rigidi da speciali nervature. Il diametro di queste armature è costante per tutti gli apparecchi, il passo dell'avvolgimento e la sezione del filo sono stati specialmente calcolati in maniera da ridurre quanto possibile la resistenza in alta frequenza. Relativamente alle colonnette isolanti le prove fatte hanno dimostrato che la scelta del materiale che le costituiscono aveva poca importanza sulle perdite poichè infatti le perdite principali sono quelle che si hanno nel rame. Il materiale quindi fu scelto tenendo conto essenzialmente delle qualità meccaniche in maniera da dare alla induttanza una notevolissima stabilità e quello che diede migliori risultati fu il Pyrex o il quarzo fuso.

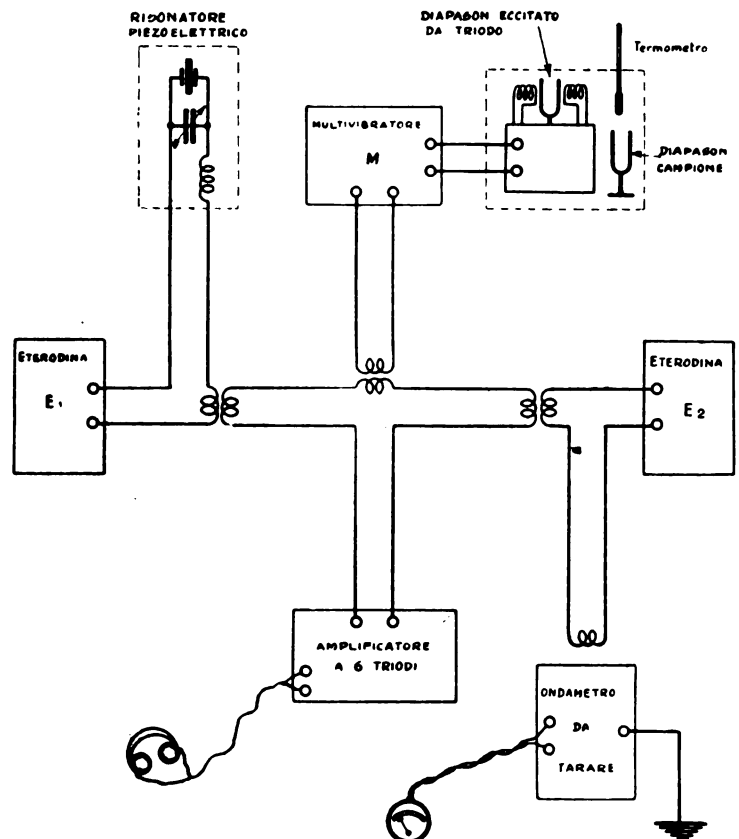


Fig. 6.

**Circuito indicatore.** — Esso si compone di una unica spira di ottone montata su una armatura pure di ottone e perfettamente rigida. Essa si chiude sull'indicatore del punto di risonanza che è costituito o da una piccola lampada ad incandescenza del tipo da 3,5 volt o da una coppia termo-elettrica del tipo Allocchio Bacchini impiegata unitamente ad un millivoltmetro a corrente continua. I due indicatori possono essere anche impiegati simultaneamente.

#### Studio delle caratteristiche dell'apparecchio.

**A) Induttanza e capacità.** — Fu definito per prima cosa il valore dell'induttanza e della capacità da adottare per la serie degli ondametri. Si trattava di misurare fra 1500 e 500 chilocicli (200 e 600 metri di lunghezza d'onda) una serie di intervalli di frequenza di 10 chilocicli con la massima precisione possibile ammettendo un errore inferiore ad 1 chilociclo. Ne risultava che per la lunghezza d'onda di 600 metri (frequenza di 500 chilocicli) questa precisione doveva essere almeno del 2 per mille, mentre per 1500 chilocicli (200 metri) essa doveva arrivare a 0,66 per mille. Quindi il problema non era di ottenere un valore costante della precisione relativa lungo tutta la gamma, ma un valore costante della precisione assoluta in frequenza.

Con un breve calcolo si può dedurre che la condizione da realizzarsi era che  $\frac{R}{2L}$  fosse costante per tutti gli apparecchi. Considerando la resistenza del condensatore trascurabile rispetto a quella dell'induttanza ammettendo che la resistenza



in alta frequenza della bobina sia proporzionale alla resistenza a corrente continua ed alla radice quadrata della frequenza ed avendo trovato sperimentalmente che con grande approssimazione l'induttanza era proporzionale al quadrato delle spire la relazione suddetta si riduceva alla seguente  $L = K \times f$ , cioè che il valore dell'induttanza anzichè aumentare con la lunghezza d'onda avrebbe dovuto diminuire.

Questa condizione avrebbe portato a valori inammissibili della capacità e si è quindi cercato di ottenere invece una precisione relativa costante che fosse sufficiente nel caso più sfavorevole e cioè nel caso delle onde corte.

Si è quindi cercato di ottenere la condizione di decremento costante, condizioni che con le suesposte approssimazioni si ri-

immaginari saranno :

$$E = I_1 \left[ J \left[ L_1 \omega - \frac{1}{\omega C_1} \right] + R_1 \right] + M \omega I_2$$

$$O = I_2 \left[ J L_2 \omega + R_2 \right] + M \omega T I_1$$

dalla quale si deduce eliminando  $I_2$

$$E = I_1 \left[ J \omega \left( L_1 - L_2 \frac{M^2 \omega^2}{L_2^2 \omega^2 + R_2^2} \right) - \frac{1}{\omega C_1} + \left( R_1 + R_2 \frac{M^2 \omega^2}{L_2^2 \omega^2 + R_2^2} \right) \right]$$

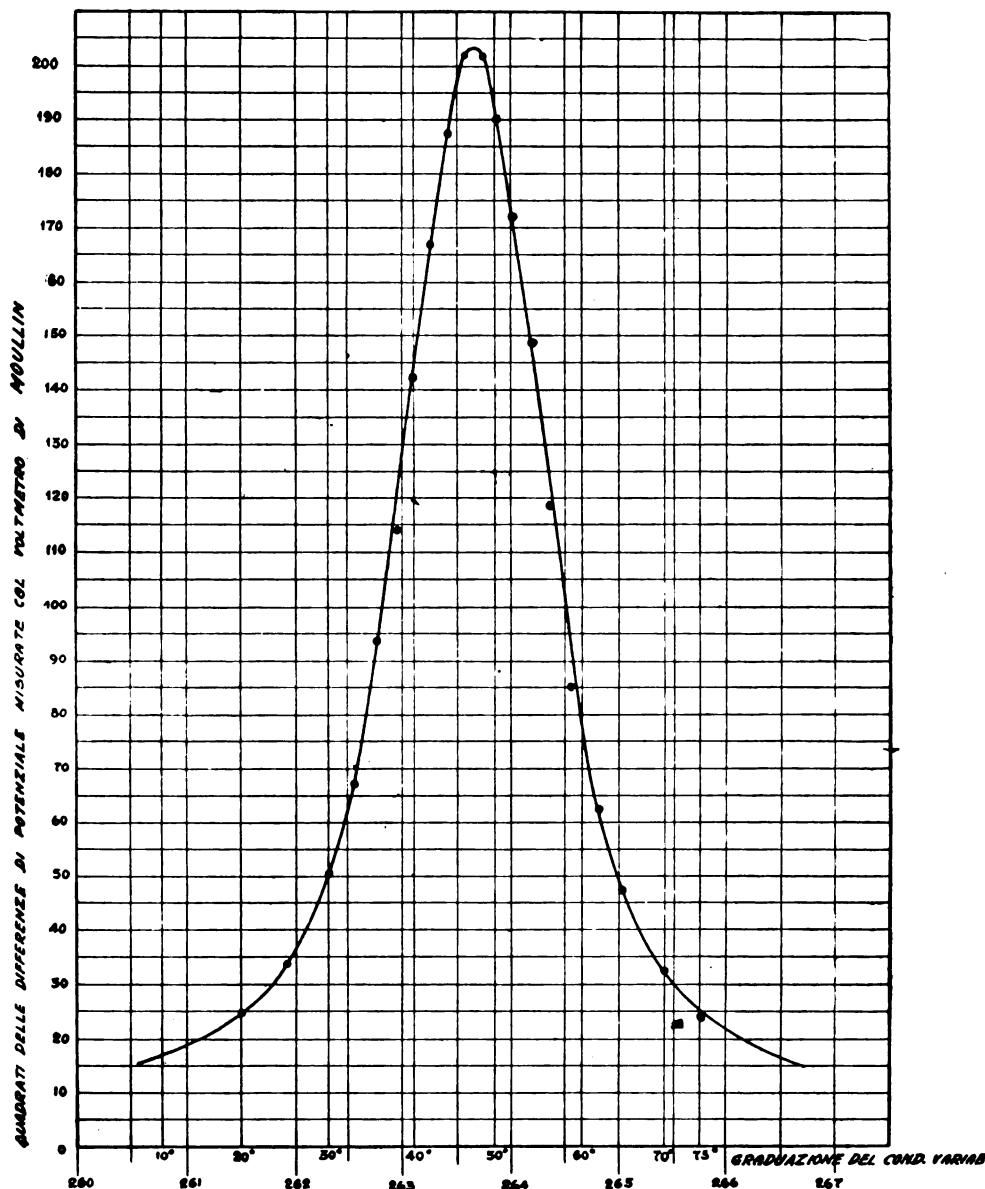


Fig. 7.

duce a cercare di ottenere nei differenti apparecchi il rapporto  $\frac{L}{C}$  costante.

Dalle costruzioni fatte risultò effettivamente che in questa maniera il decremento dei diversi ondometri con un rapporto  $L : C = 0,5$  circa ( $L$  in microhenry,  $C$  in micromicrofarad) si mantenne fra 0,016 e 0,018.

B) *Circuito indicatore.* — Riferendoci alla fig. 4 che rappresenta schematicamente questo dispositivo chiamando  $E$  la forza elettromotrice efficace agente nel circuito 1 e considerando che essa deve essere costante poichè la reazione dell'ondometro sul circuito trasmettente da misurare deve essere trascurabile ed ammettendo infine che anche l'azione diretta della stazione sul circuito indicatore sia trascurabile, si avrà che in questo circuito non vi è altra forza elettromotrice che quella indotta dal primario.

Se chiamiamo  $M$  il coefficiente di induzione mutua; l'equazioni di equilibrio elettrico dei due circuiti adottando i numeri

il coefficiente di  $J \omega$  si può chiamare la *self apparente* del circuito 1 che si compone di due termini,  $L_1$  self induzione propriamente detta e  $\frac{M^2 \omega^2}{L_2^2 \omega^2 + R_2^2}$  che rappresenta la variazione della self apportata nel circuito 1 per la reazione del circuito 2 e che si può chiamare *self equivalente del circuito 2*.

Analogamente  $R_1 + R_2 \frac{M^2 \omega^2}{L_2^2 \omega^2 + R_2^2}$  la quale è la resistenza apparente si compone della resistenza propria del circuito 1 e della resistenza equivalente del circuito 2.

Essendo  $L_1$ ,  $R_1$  e  $C_1$  determinati come sopra detto si trattava di cercare quali erano i valori più favorevoli di  $L_2$ ,  $R_2$  e  $M$ . Partendo dalla considerazione di avere il minore decremento possibile si avrà evidentemente che la resistenza equivalente del circuito 2 dovrà essere la più piccola possibile. Ora esaminando l'espressione :

$$R_2 \frac{M^2 \omega^2}{L_2^2 \omega^2 + R_2^2}$$



si vede che bisogna avere  $M$  molto piccolo ed  $L_2$  il più grande possibile. Relativamente a  $R_2$  si vede che se esso varia da 0 all'infinito questa espressione partendo da 0 passerà per un massimo quando i due termini del denominatore sono eguali per tendere ancora a zero. Vi saranno quindi due soluzioni interessanti.

Bisogna però considerare che per un ondametro importantissima è la considerazione della costanza di taratura.

Ora il valore di  $R_2$  non resta sempre costante perchè la resistenza della lampadina del tipo a 4 volt varia con l'intensità della corrente che l'attraversa e precisamente da  $3 \div 4$  ohm al rosso scuro a  $7 \div 8$  ohm al rosso vivo, e d'altra parte se si impiegano coppie termoelettriche la sostituzione di esse porta sempre delle variazioni di resistenza. Conviene quindi scegliere per  $R_2$ ,  $L_2$  ed  $M$  dei valori tali che rendano la self equivalente del circuito 2 quanto possibile indipendente dal valore di  $R_2$ . Tracciando le curve della resistenza e della self equivalente in funzione di  $R_2$  per diversi valori di  $M$  e di  $L_2$  si può esaminare approssimativamente i valori più favorevoli da adottare. Però oltre le curve teoriche si è reputato opportuno di eseguire dei rilevamenti anche sperimentali.

### Metodo di taratura.

Per la taratura di questi ondametri che fu centralizzata nel Laboratorio di Radiotecnica dell'Università di Bruxelles sotto la direzione dell'ingegnere Divoire fu adoperato un metodo che si basa sull'impiego del multivibratore.

L'inconveniente principale della variazione della nota fondamentale del multivibratore fu ovviato adottando un dispositivo che fissasse la frequenza del multivibratore stesso. Questo dispositivo è composto da un diapason eccitato a mezzo di valvole con uno dei ben noti sistemi. Nel circuito di placca del multivibratore viene inserito il secondario di un trasformatore il cui primario è alimentato dal circuito di placca delle valvole di eccitazione del diapason. In questa maniera interviene un effetto di sincronizzazione quando il multivibratore è sintonizzato all'incirca sulla frequenza del diapason ed avviene entro larghi limiti di sregolamento della nota del multivibratore così che la costanza è mantenuta anche con notevoli variazioni dei condensatori del multivibratore.

Poichè si era notato che la eccitazione a mezzo di valvole

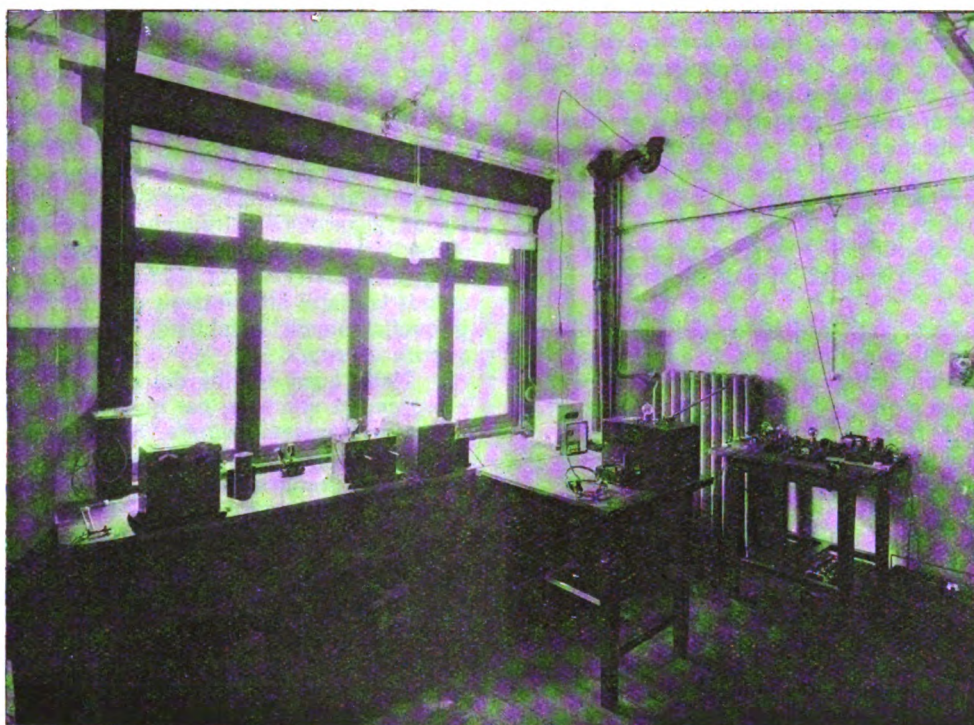


Fig. 8.

Si vedono chiaramente le curve che danno il valore della resistenza equivalente del circuito 2 in funzione di  $R_2$  e che presentano un massimo come era previsto teoricamente, e le curve che danno il valore non tanto della self induzione quanto dell'aumento apportato alla lunghezza d'onda del circuito 1, per la presenza del circuito 2.

Queste curve sono state tracciate per diversi diametri dell'avvolgimento che costituisce  $L_2$  restando costante la distanza fra le due bobine.

I valori di  $M$  e di  $L_2$  non sono stati misurati in ciascun caso, ma essi sono dell'ordine da 1 a 3 microhenry. Il valore di  $R_1$  era di circa 3,5 ohm e quello di  $L_1$  105 microhenry.

Dall'esame delle curve si ha che per una spira di 7,5 cm di diametro una variazione di  $R_2$  tra 4 e 7 ohm porta una variazione di lunghezza d'onda inferiore a due cm e mezzo cioè inferiore ad un decimillesimo della lunghezza d'onda da misurare. Quanto alla resistenza supplementare apportata al circuito essa è inferiore a 0,15 ohm e non varia più di 0,05 ohm.

E' evidente che si sarebbe potuto aumentando  $R_2$  o diminuendo  $L_2$  ed  $M$  ottenere delle condizioni ancora più favorevoli; ma non bisogna dimenticare che ne sarebbe risultato una diminuzione della corrente  $I_2$  tale da non poter più accendere la lampadina d'onde ne sarebbe derivata la necessità di accoppiare maggiormente l'apparecchio ciò che avrebbe apportato delle reazioni non desiderabili. Ciò tanto più considerando che l'ondametro doveva essere destinato a misurare anche l'onda di stazioni non aventi che 200 watt di potenza la lampadina da 3 volt e mezzo hanno bisogno di circa 150 milliampere per arrivare al rosso scuro.

del diapason portava una piccola variazione della sua nota propria è stato previsto un diapason campione della stessa nota disposto nella stessa cassetta e tarato accuratamente a meno dell'1/10.000 e che costituisce il vero e proprio campione di partenza. Nella cassetta stessa è predisposto anche un termometro per apportare le correzioni necessarie per la variazione di temperatura poichè fu adottato un diapason in acciaio il quale, come si sa, e come è stato controllato, presenta un coefficiente di variazione di circa 1,2 decimillesimi per grado centigrado. Come nota fondamentale del diapason fu scelto il DO 5 e cioè una frequenza di 1024 periodi.

A mezzo di una eterodina che viene accordata con il metodo dei battimenti nulli si identificano le armoniche successive del multivibratore scelte opportunamente e si ottiene così una serie di onde ben conosciute che possono servire per la taratura dell'ondametro.

Quando si scende in onde molto corte al di sotto dei 1000 metri in generale il multivibratore non dà armoniche sufficienti. Si utilizza allora una seconda eterodina che dia frequenze sufficientemente elevate e con questa si selezionano le armoniche della prima eterodina sempre col metodo dei battimenti.

Con un multivibratore di costruzione normale si sono potute utilizzare direttamente le armoniche fino alla 175.

Come controllo ed allo scopo di verificare in maniera rapida una armonica nel circuito di utilizzazione della prima eterodina fu predisposto un risuonatore piezoelettrico del tipo luminescente.

I battimenti furono rilevati ed amplificati a mezzo di un amplificatore a sei valvole in bassa frequenza col quale fu per-



fettamente possibile rilevare battimenti della frequenza di 2 al secondo fra il multivibratore e la prima eterodina e dell'ordine di 5 fra le due eterodine. La taratura dell'ondametro fu fatta con il sistema normale di risonanza munendo l'ondametro di una termocoppia di circa 7 ohm di resistenza e di sensibilità di circa 5 millivolt per 20 milliampere nello scaldatore. Con un galvanometro di sufficiente sensibilità si ottenne una buona deviazione senza avere nessuna reazione sensibile sul circuito dell'eterodina.

**Esattezza di taratura ottenibile.** — L'esattezza che si può ottenere nella taratura degli ondametri dipende dagli errori che si possono commettere nelle varie letture e dagli errori dipendenti dagli apparecchi stessi. Le cause di errore sono essenzialmente le seguenti:

1) Errore sul diapason campione, il quale è inferiore all'1/10 000 e la frequenza del quale è stabilita esattamente nel certificato di taratura.

2) Errore di lettura del termometro per la valutazione della variazione della frequenza del diapason colla temperatura stessa. Questo errore che si può ritenere non superiore a due decimi di grado, corrisponde ad un errore nella determinazione della frequenza inferiore a 2/10 000.

3) Errore nell'eccitazione del multivibratore col diapason, il quale è praticamente nullo, cioè la frequenza del multivibratore si può ritenere esattamente quella del diapason.

4) Errore nell'accordare la frequenza dell'eterodina  $E_1$  sull'armonica del multivibratore. Si possono ritenere apprezzabili due battimenti al secondo, i quali riportati su una frequenza media di 150 kilocicli portano ad un errore di circa 2/100 000.

5) Errore dipendente dall'accordo della frequenza dell'eterodina  $E_2$  sull'armonica di  $E_1$ . Questo apprezzato a 5 battimenti su una media di 750 kilocicli si può valutare in media a 3/100 000.

6) Errore dipendente dalla precisione del punto di risonanza. Apprezzando questo punto a mezzo di due letture simmetriche rispetto al massimo della curva di risonanza e per una curva di risonanza analoga a quella della figura 7, questo errore potrà essere intorno a 1,5/10 000.

7) Errore di lettura sul quadrante graduato che può valutarsi in 0,2 divisioni cioè in media  $0,2 \times 10$  000.

8) Errore che può derivare dalla successiva modificazione delle dimensioni geometriche degli elementi. A questo proposito si può ritenere detto errore nullo poichè i criteri costruttivi adottati sono tali da rendere queste deformazioni assolutamente trascurabili e ad ogni modo prima della taratura ogni ondametro è stato a lungo stagionato ed anche manovrato in maniera da essere certi che tutti i vari elementi avessero preso il loro aspetto definitivo. L'esperienza successiva ha dato pienamente ragione a quanto sopra poichè non si sono avute successive variazioni di taratura neppure smontando completamente l'apparecchio, compreso il condensatore, e rimontandolo.

Riassumendo le varie cause di errore nella peggiore ipotesi che gli errori stessi si sommino abbiano un errore massimo possibile del 4/10 000 circa. L'errore probabile risulta il 2/10 000. Si deve inoltre tener presente che essendo la curva di taratura costituita da numerosi punti, si può ammettere che essa sia esatta a meno del valore suesposto.

Relativamente infine alla sensibilità ottenibile in queste misure, ciò dipende dall'apparecchio indicatore di risonanza adoperato. Con una lampada a incandescenza si potrà arrivare ad un massimo del 2 o 3/10 000 secondo l'abilità dell'operatore, adoperando invece una coppia termoelettrica con un apparecchio molto sensibile si potrà arrivare anche all'1/10 000.

**Influenza di cause esterne.** — Considerando in primo luogo la temperatura, si arriva facilmente a dimostrare che l'errore dipendente dalla variazione degli elementi è di pochi centomillesimi e quindi influisce pochissimo sull'errore complessivo e d'altra parte se ne può tenere conto. E' stato anche sperimentalmente trovato risultare circa di 3/100.000 per grado centigrado.

Riguardo infine alla presenza dell'osservatore o di corpi estranei si è constatato che con la messa a terra del pannello metallico e specialmente colla disposizione del condensatore di cui l'armatura fissa esteriore rinchioda la mobile, non ha luogo nessuna influenza dannosa e si è anche constatato che il muoversi dell'osservatore e specialmente il suo passaggio fra l'ondametro e la stazione porta una variazione nel punto di risonanza la quale non dipende da una modificazione di taratura dell'apparecchio ma di una modificazione della lunghezza d'onda emessa.

La fig. 8 rappresenta il banco di misura per le tarature sopradescritte.

Le esperienze fatte nelle varie stazioni di radio diffusione europee hanno dimostrato che nella pratica l'ondametro sopra descritto si presenta perfettamente corrispondente allo scopo e da una serie di misure effettuate si è potuto dimostrare che stazioni funzionanti in condizioni tecniche ottime e munite di questo ondametro possono mantenere facilmente la loro lunghezza d'onda a meno del 4/10 000.

## SULLE PROPRIETÀ FILTRANTI DELLE CATENE DI CIRCUITI ELETTRICI □ □

V. GORI



Comunicazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.

Como - Ottobre 1927

(Continuazione e fine, v. N. 29, pag. 753).

### CAP. III.

#### I filtri propriamente detti.

12. — Le catene di circuiti di cui abbiamo messe in luce e discusse le proprietà filtranti, costituiscono una immagine generalizzata dei filtri elettrici, che si utilizzano nella pratica. Questi infatti, risultano costituiti da una o più cellule, interposte fra un generatore a frequenza multipla e un ricevitore su cui si vogliono far giungere solo le azioni elettriche corrispondenti ad una predeterminata gamma di frequenze. I filtri debbono quindi lasciarsi attraversare da correnti di frequenza compresa in quella gamma, e debbono invece arrestare le correnti di frequenza diversa.

Nella quasi totalità dei casi pratici, la gamma privilegiata o passante è una sola, per quanto non manchino esempi di filtri a gamme passanti multiple. Se la gamma passante è compresa fra due frequenze finite, il filtro è detto: a gamma interna. Se invece una frequenza limite coincide con lo zero e l'altra ha un valore finito diverso da zero, il filtro è detto: a gamma passante estrema inferiore. Se infine, una frequenza limite è finita e l'altra infinita, il filtro è: a gamma passante estrema superiore.

Definiamo come coefficiente di efficacia di un filtro, l'espressione:

$$\frac{1}{\log_e \frac{I_n}{I'_n}}$$

dove  $I_n$  è il modulo della corrente all'entrata del ricevitore su cui si chiude il filtro;  $I'_n$  il modulo della corrente che circolerebbe nello stesso se, senza interposizione del filtro, fosse direttamente chiuso attraverso i terminali del generatore. Se l'impedenza caratteristica del filtro coincide con l'impedenza del ricevitore,  $\log_e \frac{I_n}{I'_n}$  coincide col coefficiente  $\alpha$  di attenuazione.

E' ovvio, che se il filtro è costituito da  $n$  cellule,

$$\log_e \frac{I_n}{I'_n} = -n\alpha,$$

cioè la presenza del filtro determina una perdita di  $n\alpha$  unità di attenuazione (attenuation unit), intendendo per unità di attenuazione quella corrispondente al rapporto:

$$\frac{I_n}{I'_n} = e^{-1}$$

Ricordiamo infine che qui si considerano filtri privi di resistenza.

#### Struttura dei filtri.

13. — Domandiamoci ora: Quale criterio si deve seguire per determinare la struttura e calcolare gli elementi di un filtro di caratteristiche prefissate?

La sola relazione che, allo scopo, abbiamo a nostra disposizione, è la

$$-1 \leq \frac{Z_2}{4Z_1} \leq 0 \quad [23]$$

la quale, mentre permette di prevedere la struttura di un filtro

(o di determinare la zona trasparente o di filtrazione di un filtro costruito), è peraltro insufficiente a calcolarne gli elementi. Occorre quindi, per risolvere completamente il problema, associare ad essa altre relazioni supplementari: relazioni che stabiliremo nei paragrafi che seguono.

Per il momento, limitiamoci alla considerazione della struttura dei filtri. A tale scopo, ricordiamo che:

A) La reattanza complessiva di un qualsivoglia sistema di pure reattanze, è una funzione crescente con la frequenza.

Tale proprietà risulta senz'altro evidente se consideriamo separatamente la variazione con la frequenza, di una pura reattanza induttiva ( $Z_1 = L_1 \omega$ ) e di una capacitiva ( $Z_2 = -\frac{1}{C_2 \omega}$ ).

Se poi, quelle due reattanze,  $Z_1$  e  $Z_2$ , sono poste in serie fra loro a costituire un circuito risonante; un circuito cioè, la cui reattanza complessiva  $Z_s$  è nulla corrispondentemente alla frequenza di risonanza, si ha:

$$Z_s = Z_1 + Z_2 \quad [24]$$

Se, anzichè in serie,  $Z_1$  e  $Z_2$  sono poste fra loro in parallelo a costituire un circuito antirisonante, ossia un circuito la cui reattanza complessiva  $Z_p$  è infinita per la frequenza di risonanza, si ha:

$$\frac{1}{Z_p} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \quad [25]$$

Orbene, derivando le [24], [25] rispetto alla frequenza si ottiene:

$$\frac{\partial Z_s}{\partial f} = \frac{\partial Z_1}{\partial f} + \frac{\partial Z_2}{\partial f}$$

e

$$\frac{\partial Z_p}{\partial f} = \frac{\partial Z_1}{\partial f} \frac{1}{\left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)^2} + \frac{\partial Z_2}{\partial f} \frac{1}{\left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)^2}$$

relazioni dal cui esame si deduce immediatamente che, in quanto  $Z_1$  e  $Z_2$  sono funzioni crescenti con la frequenza, anche  $Z_s$  e  $Z_p$  sono esse pure funzioni crescenti con la frequenza.

La generalizzazione della proprietà A) ad un numero qualsivoglia di pure reattanze disposte comunque fra loro, può farsi con ogni rigore analitico (B. 8). Tuttavia, noi qui preferiamo seguire un ragionamento puramente intuitivo (B. 16) che, pur non essendo rigoroso dal punto di vista matematico, interpreta assai bene la proprietà A) stessa. Si pensi infatti che, date  $n$  reattanze, si possono costituire con esse tanti circuiti elementari risultanti dalla riunione di una induttanza ed una capacità (in serie od in parallelo) ed eventualmente, alcuni elementi semplici: induttanza o capacità.

Ora, per frequenze esterne a quelle di risonanza, ciascun circuito si comporta come una reattanza induttiva (equivalente) od una capacitiva. Ne segue, che la riunione di due circuiti semplici, si riporta all'associazione di due elementi semplici la cui reattanza cambia, è vero, di natura in corrispondenza della frequenza di risonanza, ma il suo andamento è peraltro sempre crescente con la frequenza. Naturalmente, se le considerazioni ora svolte valgono per due circuiti, esse debbono valere per un numero qualunque di circuiti, o meglio per tutte le combinazioni possibili di questi due circuiti.

La conclusione più interessante, che si deduce dalla proprietà A), risiede essenzialmente in ciò che, per ottenere che la reattanza complessiva di  $n$  reattanza subisca una certa variazione in funzione della frequenza, non risulta definito univocamente il modo di raggruppare le reattanze medesime.

In particolare: Dato un complesso di  $n$  pure reattanze ( $n > 2$ ) esso può sempre identicamente rappresentarsi con un certo numero di circuiti risonanti tutti in parallelo fra loro, ovvero con un certo numero di circuiti antirisonanti tutti in serie fra loro. Nell'un caso o nell'altro, il numero totale di reattanze è sempre di  $n$ .

Si deve osservare che, un circuito antirisonante per la frequenza nulla, si riduce ad una semplice capacità, e per la frequenza infinita ad una semplice induttanza. Inversamente, un circuito risonante per la frequenza nulla si riduce ad una semplice induttanza, e, per la frequenza infinita ad una semplice capacità.

14. — Le considerazioni che precedono facilitano la comprensione di ciò che segue. Seguendo un procedimento grafico già indicato dal CAMP-

BELL (B. 7) e, adottato dallo ZOBEL (B. 8) ed altri Autori, supponiamo di aver tracciate, per un complesso di reattanze disposte come in fig. 1, le funzioni:

$$Z_1 = \varphi_1(f) \quad ; \quad -4 Z_2 = \varphi_2(f)$$

$f$  essendo la frequenza. Per la proprietà ora ricordata delle reattanze, è evidente che la grafica di  $Z_1$  ha un andamento sempre crescente con la frequenza, laddove quella di  $-4 Z_2$  ha invece un andamento sempre decrescente.

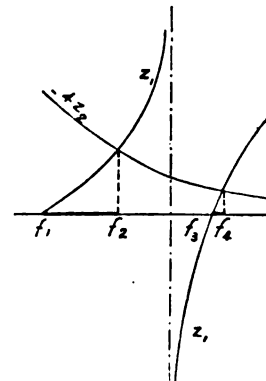


Fig. 9.

Orbene, quale sarà la gamma di frequenze in corrispondenza delle quali vi è filtrazione? E, quali sono le frequenze critiche? Per la condizione [23] è ovvio che, le gamme passanti (fig. 9) sono rappresentate dalle ascisse di tutti i punti della grafica di  $Z_1$  che risultano compresi fra l'asse delle  $f$  e la grafica di  $-4 Z_2$ . Le frequenze critiche corrispondono invece alle ascisse dei punti di intersezione di  $Z_1$  con  $-4 Z_2$ , ovvero alle ascisse per cui  $-4 Z_2$  passa per l'infinito, o infine alle ascisse dei punti in corrispondenza dei quali  $Z_1$  interseca l'asse delle  $f$ .

La semplicità e fecondità di questo metodo di rappresentazione sono assai notevoli: dato un complesso di reattanze e tracciate le curve di  $Z_1$  e  $-4 Z_2$  in funzione di  $f$ , sia le frequenze critiche, sia la gamma (o più generalmente le gamme) passanti, sono immediatamente individuate.

Passiamo quindi a risolvere definitivamente il problema della struttura dei filtri rispondenti a prefissate caratteristiche.

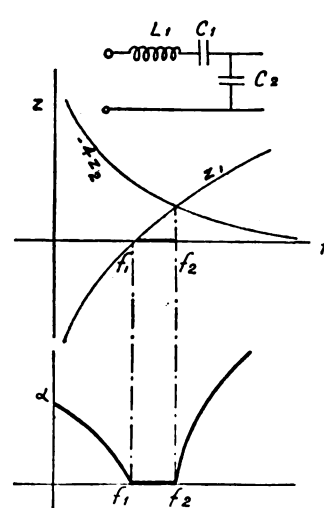


Fig. 10.

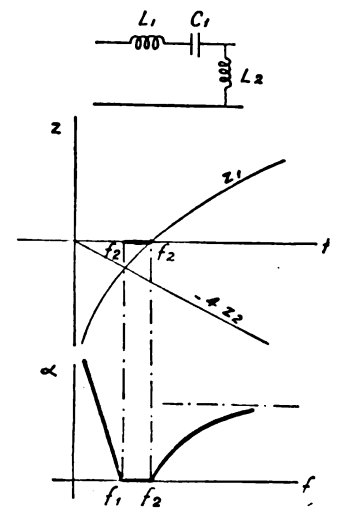


Fig. 11.

15. — Filtri a gamma passante interna. — Debbono, come si è visto, lasciarsi attraversare, ossia risultare trasparenti, per correnti la cui frequenza sia compresa entro due determinate frequenze finite  $f_1$  e  $f_2$  ( $f_1 < f_2$ ).

Si osservi intanto che, la condizione di filtrazione

$$-1 \leq \frac{Z_1}{4 Z_2} \leq 0$$

può, in corrispondenza di uno dei limiti ( $\frac{Z_1}{4 Z_2} = 0$ ), essere soddisfatta, o da:

$$a) \quad Z_1 = 0 \quad \text{con} \quad Z_2 \neq 0$$

oppure da:

$$b) \quad Z_1 \neq 0 \quad \text{con} \quad Z_2 = \infty$$



Nel caso a),  $Z_1$  deve essere *risonante* per una frequenza finita e perciò deve risultare costituito da un circuito semplice: *induttanza in serie con una capacità*. D'altronde, poichè nella zona di filtrazione il rapporto  $\frac{Z_1}{4Z_2}$  è negativo, se quel circuito semplice risuona per la frequenza inferiore  $f_1$ ,  $Z_2$  deve necessariamente presentare un *effetto capacitivo*. Ne segue, che nell'ipotesi più semplice  $Z_2$  è costituito da una *reattanza capacitiva* (fig. 10). Se invece,  $Z_1$  risuona per la frequenza superiore  $f_2$ ,  $Z_2$ , sempre nell'ipotesi più semplice, è costituito da una *reattanza induttiva* (fig. 11).

Nel secondo caso b), l'impedenza  $Z_2$  deve evidentemente risultare costituita da un circuito semplice, che sia *antirisonante* per una frequenza finita. Riguardo a  $Z_1$ , due soluzioni si presentano: I° se  $Z_2$  è antirisonante per la frequenza inferiore della gamma passante, allora  $Z_1$  deve essere costituito da una *reattanza induttiva* (fig. 12); II° se per contro,  $Z_2$  è antirisonante per la frequenza superiore  $f_2$ , allora  $Z_1$  deve essere costituito da una *reattanza capacitiva* (fig. 13).

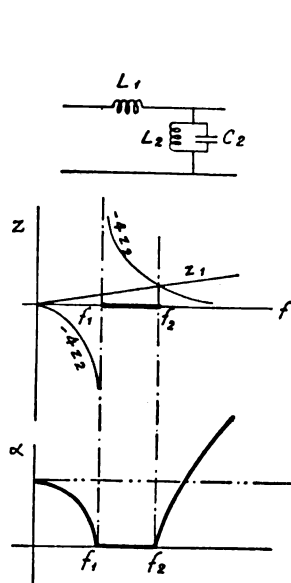


Fig. 12.

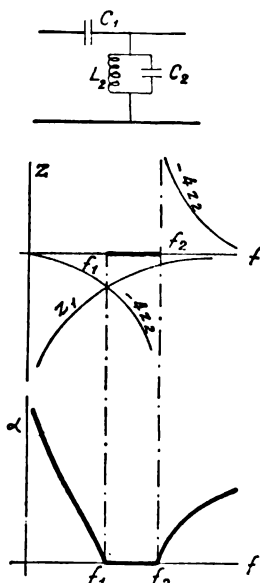


Fig. 13.

Ma, comunque si sia determinata la struttura del filtro, se si traccia la curva del coefficiente di attenuazione in funzione della frequenza (valendosi della [3] e ricordando che nelle gamme attenuate  $\beta = 0$  oppure  $\beta = \pi$ ) si trova facilmente, che nelle due gamme attenuate il coefficiente di attenuazione non varia affatto in modo simmetrico. Così, nella gamma attenuata inferiore della fig. 10 esso tende ad un *limite finito*, mentre nella gamma attenuata superiore *cresce indefinitamente*. Il contrario accade nella fig. 11.

Ora si intuisce quanto sarebbe desiderabile ottenere, non solo una certa simmetria in quelle due gamme attenuate, ma anche che in ciascuna di esse, l'attenuazione cresca indefinitamente.

All'uopo la soluzione si presenta immediatamente (B. 16) è sufficiente e basta, che nelle due gamme attenuate  $Z_1$  e  $Z_2$  varino in senso inverso l'uno rispetto all'altra. Infatti è facile vedere, che il coefficiente di attenuazione tende ad un limite finito, se, sia  $Z_1$ , sia  $Z_2$  hanno uno stesso effetto: o induttivo o capacitivo, mentre esso tende ad un limite infinito nella zona di frequenze per cui  $Z_1$  e  $Z_2$  hanno effetto opposto. Dunque, se si vuole che il filtro a gamma passante interna realizzi la desiderata simmetria,  $Z_1$  essendo un circuito risonante (a),  $Z_2$  deve risultare costituito da un opportuno circuito antirisonante (il caso b conduce alla stessa conclusione).

Dal punto di vista strettamente matematico, le deduzioni fatte circa la variabilità del coefficiente di attenuazione, possono dimostrarsi nel modo che segue:

Riferiamoci alla fig. 10; in essa:

$$Z_1 = j \left( \omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) \quad (\omega = 2\pi f)$$

$$Z_2 = -j \frac{1}{\omega C_2}$$

le frequenze critiche sono determinate dalle equazioni:

$$Z_1 = 0 \quad Z_1 = -4 Z_2,$$

ossia quelle frequenze sono determinate da:

$$\omega_1^2 = \frac{1}{L_1 \cdot C_1}$$

$$\omega_2^2 = \frac{4 C_1 + 1}{L_1 C_1 C_2},$$

mentre il coefficiente di attenuazione è dato da:

$$\cosh x = 1 + \frac{Z_1}{2 Z_2} = 1 - \frac{\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}}{2 \frac{1}{\omega C_2}},$$

cioè

$$\cosh x = 1 - \frac{C_2}{2 C_1} (\omega^2 L_1 C_1 - 1);$$

potremo quindi porre

$$x = \operatorname{arc} \cosh \left\{ 1 - \frac{C_2}{2 C_1} (\omega^2 L_1 C_1 - 1) \right\}.$$

Per trovare la variazione di  $x$  con la frequenza, deriviamo la precedente espressione rispetto ad  $\omega$ :

$$\frac{dx}{d\omega} = \frac{\omega L_1 C_1}{\sqrt{\left\{ 1 - \frac{C_2}{2 C_1} (L_1 C_1 \omega^2 - 1) \right\}^2 - 1}}$$

da cui si deduce che

$$\left( \frac{dx}{d\omega} \right)_{\omega=0} = 0$$

d'altra parte, come facili considerazioni dimostrano, si ha anche

$$\left| \frac{dx}{d\omega} \right|_{\omega=\omega_1} = \infty \quad \left| \frac{dx}{d\omega} \right|_{\omega=\omega_2} = \infty$$

ed infine

$$\left| \frac{dx}{d\omega} \right|_{\omega=\infty} = \infty$$

Ciò significa che la curva  $x = f(\omega)$  è tangente ad una orizzontale per  $\omega = 0$ , mentre essa cresce indefinitamente per  $\omega$  tendente ad  $\infty$ . Inoltre, in corrispondenza sia di  $\omega = \omega_1$ , sia di  $\omega = \omega_2$ , la curva stessa è tangente ad una verticale passante per quei punti (fig. 14).

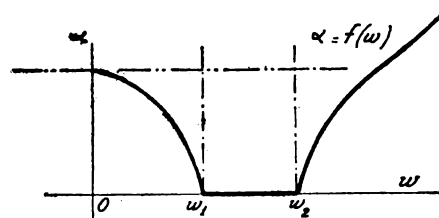


Fig. 14.

16. — La considerazione di un filtro, in cui la struttura dell'impedenza  $Z_2$  è inversa di quella di  $Z_1$ , è di importanza veramente notevole.

Ricordiamo intanto che, data una catena di impedenze  $Z_1$  e  $Z_2$ , è possibile far corrispondere ad essa una linea a costanti uniformemente distribuite i cui valori, per unità di lunghezza siano  $Z_1$  e  $Z_2$ . In tal caso l'impedenza caratteristica della linea è  $k = \sqrt{Z_1 \cdot Z_2}$ . Ne segue che il filtro cui ora ci riferiamo può chiamarsi: *filtro, la cui corrispondente linea naturale ha un'impedenza caratteristica costante*, o più brevemente, come suggerisce lo ZOBEL, *filtro a k costante*.

Se, adottando le notazioni del ZOBEL medesimo, indichiamo con  $Z_{1k}$  l'impedenza o meglio la reattanza in serie, e con  $Z_{2k}$  quella in derivazione, si ha

$$Z_{1k} \cdot Z_{2k} = k^2$$

e, poichè al rapporto  $\frac{Z_1}{4 Z_2}$  si può sostituire il rapporto  $\left( \frac{Z_{1k}}{2 k} \right)^2$

così si deduce che, nel filtro a  $k$  costante le azioni elettriche che lo attraversano liberamente sono quelle per cui  $Z_{1k}$  passa dal valore  $Z_{1k} = -2jk$  a  $Z_{1k} = 0$ ; e da  $Z_{1k} = 0$  a  $Z_{1k} = +2k$ .

La gamma passante è cioè ora *doppia* nel senso, che le frequenze privilegiate sono distribuite simmetricamente rispetto a quella per cui  $Z_{1k} = 0$  (fig. 15). Si vede quindi, come

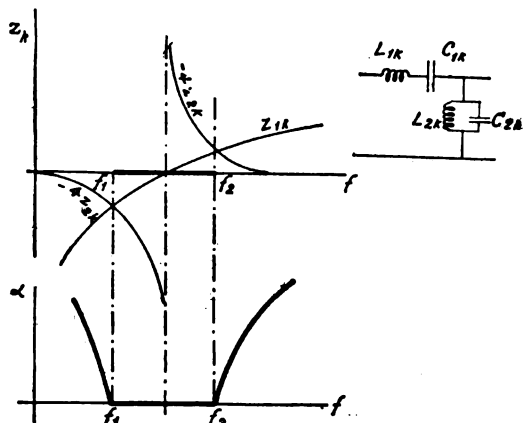


Fig. 15.

una scelta giudiziosa dell'impedenza  $Z_2$  abbia portato il vantaggio di far crescere indefinitamente l'attenuazione in entrambe le zone oscure. Peraltro, specialmente in radiotelegrafia, può essere interessante, che nelle gamme attenuate il coefficiente di attenuazione sia *infinito* in corrispondenza di una determinata frequenza *finita*. Sorge quindi spontaneo il desiderio di vedere se ciò possa ottenersi mediante una opportuna modifica del filtro a  $k$  costante.

La prima soluzione che si presenta alla mente è quella di costituire  $Z_2$  mediante *due circuiti risonanti in parallelo fra loro* per modo che, mentre ciascuno separatamente risuoni per una frequenza finita, il loro insieme sia *antirisonante* per la stessa frequenza per cui  $Z_{1k}$  è risonante. E' infatti evidente, che per quelle frequenze finite  $Z_2$  risultando nullo, il coefficiente di attenuazione risulta infinitamente grande. Il comportamento di questo tipo di filtro è rappresentato in fig. 16a.

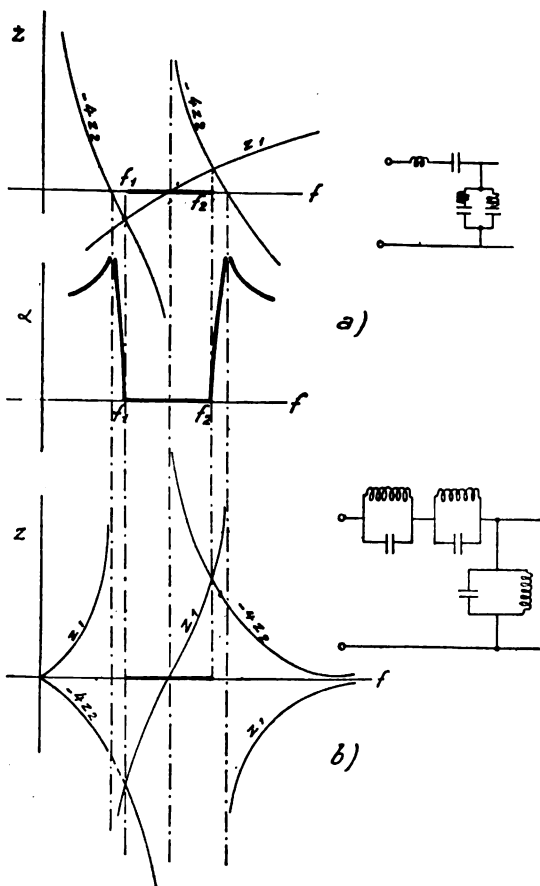


Fig. 16.

Ma, a dire il vero, un risultato perfettamente analogo potremo ottenerlo rendendo  $Z_1$  successivamente *antisonante* per due frequenze comprese nelle gamme attenuate; costituendolo mediante *due circuiti antirisonanti in serie fra loro* in modo che il loro insieme sia *risonante* per la frequenza mediana alla gamma passante (fig. 16b).

E' opportuno osservare che nella prima soluzione o nella seconda, una delle due impedenze ( $Z_1$  o  $Z_2$ ) conserva la struttura del filtro a  $k$  costante. L'altra, quella costituita da più di due elementi, può avere una struttura diversa da quella che abbiamo stabilito sopra, ma comunque equivalente.

In definitiva, la struttura più generale di un filtro a gamma passante interna, è così caratterizzata:

I. L'impedenza  $Z_1$  corrisponde al filtro a  $k$  costante ed è perciò costituita da un *circuito risonante*; l'impedenza  $Z_2$  è invece costituita da *due circuiti risonanti fra loro in parallelo* (o struttura equivalente).

II. L'impedenza  $Z_1$  è costituita da *due circuiti antirisonanti in serie* (o struttura equivalente), laddove  $Z_2$  è costituita da un *sol circuito antirisonante*.

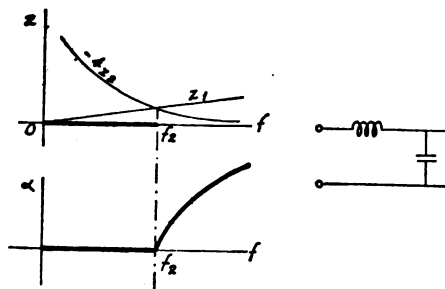


Fig. 17.

17. — *Filtri a gamma passante estrema inferiore.* - Si ottengono da una opportuna deformazione dei filtri a gamma passante interna, facendo in questi  $f_1$  eguale a zero.

Così, il caso più semplice di filtro a gamma passante estrema inferiore, è rappresentato dalla fig. 17 derivante dalla fig. 10. Infatti, dovendo l'impedenza  $Z_1$  annullarsi per  $f_1 = 0$ , essa non può essere che una reattanza induttiva.

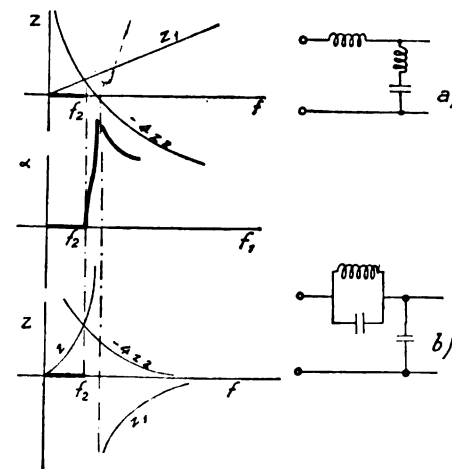


Fig. 18.

Naturalmente anche per questi filtri si può ripetere la considerazione dell'opportunità che, nella gamma attenuata vi sia una frequenza in corrispondenza della quale il coefficiente di attenuazione sia infinito. Si ottengono allora le strutture rappresentate nelle figure 18a-b.

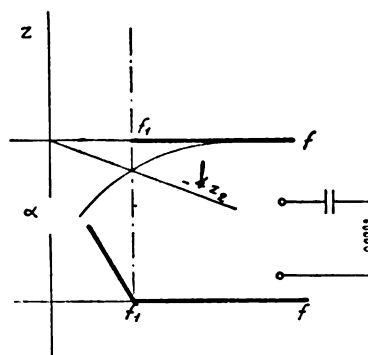


Fig. 19.

18. — *Filtri a gamma passante estrema superiore.* - Sono anch'essi immediatamente deducibili dai filtri a gamma passante interna ponendo in questi  $f_2 = \infty$ . Il loro comportamento nei vari casi è rappresentato dalla figg. 19-20.

**Osservazione generale.** — Circa il modo con cui iniziare e terminare un filtro, si può osservare quanto segue:

In linea di massima, il fatto di costituire un filtro con cellule a  $T$  piuttosto che a  $\pi$  (o viceversa) è quasi sempre legato ad un criterio di economia. Infatti, a parità di numero di cellule, i due tipi di filtro possono richiedere un numero diverso di elementi. In tal senso, se l'impedenza  $Z_1$  ha un numero di elementi più grande che non quello che caratterizza la struttura di  $Z_2$ , la costituzione a cellule a  $\pi$  è generalmente da preferirsi a quella a  $T$ . Il contrario accadrebbe se l'impedenza  $Z_1$  avesse meno elementi di  $Z_2$ .

### Calcolo dei filtri.

19. — Resta ora da precisare a quali condizioni analitiche debbono soddisfare i vari elementi che entrano a far parte di un determinato filtro: ossia, interessa ora vedere come si possa procedere al loro calcolo.

Già dicemmo come la relazione fondamentale

$$-1 \leq \frac{Z_1}{4Z_2} \leq 0$$

è necessaria per stabilire un filtro, sia insufficiente da sola a risolvere completamente il problema del calcolo di quest'ultimo. Necessita quindi aggiungere ad essa altre relazioni arbitrarie, che rendano il problema univocamente definito.

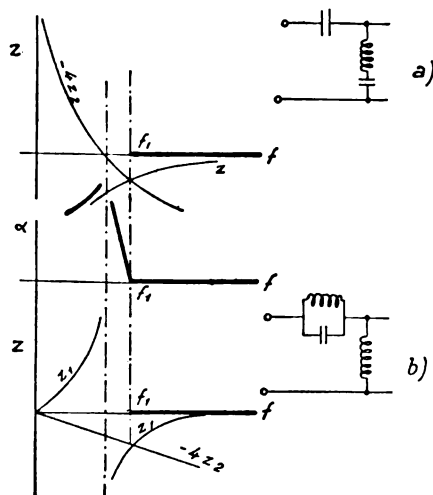


Fig. 20.

Fra tali relazioni quella che si presenta più intuitiva, consiste nell'adattare l'impedenza del ricevitore all'impedenza caratteristica o iterativa del filtro (o viceversa).

Abbiamo visto infatti che, se ciò potesse ottenersi per tutta l'estensione della gamma di frequenze che agisce sul filtro, questo si comporterebbe in modo veramente ideale: senza cioè provocare riflessioni e quindi attenuazioni supplementari. Ma in realtà, quell'eguaglianza è impossibile ad ottenersi in tutta la zona di filtrazione, poichè, essendo  $k$  reale e funzione della frequenza (§ 9 A), se facciamo reale l'impedenza del ricevitore costituendola con una pura resistenza, questa si può praticamente considerare come una costante.

Orbene in considerazione di ciò, si segue allora il criterio (B. 16) d'imporre che l'invocata eguaglianza si verifichi in corrispondenza della frequenza media geometrica fra le frequenze che delimitano la gamma passante.

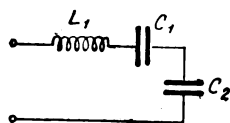


Fig. 21.

20. — *Filtri semplici a gamma passante interna.* - Riferiamoci alla fig. 21. In essa si ha evidentemente

$$Z_1 = j \left( 2\pi f \cdot L_1 - \frac{1}{2\pi f \cdot C_1} \right)$$

$$Z_2 = -j \frac{1}{2\pi f \cdot C_2}$$

se  $f_1$  e  $f_2$  sono le frequenze critiche, la prima di esse fornisce

$$2\pi f_1 \cdot L_1 - \frac{1}{2\pi f_1 \cdot C_1} = 0$$

laddove la seconda dà invece

$$2\pi f_2 \cdot L_2 - \frac{1}{2\pi f_2 \cdot C_1} = 4 \frac{1}{2\pi f_2 \cdot C_2}$$

ossia

$$L_1 \cdot C_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_1^2} \quad [26]$$

$$4\pi^2 f_2^2 L_1 C_1 - 1 = 4 \frac{C_1}{C_2} \quad [27]$$

esprimiamo ora analiticamente che l'impedenza caratteristica del filtro supposto a  $\pi$  fig. 22 (in questo caso è la struttura

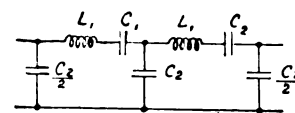


Fig. 22.

generalmente più conveniente) è eguale all'impedenza (ossia alla resistenza)  $R$  del ricevitore per la frequenza  $\sqrt{f_1 \cdot f_2}$ . Si ottiene

$$\frac{(Z_1 Z_2) \sqrt{f_1 f_2}}{\sqrt{(Z_1 \cdot Z_2) \sqrt{f_1 f_2} + \left(\frac{Z_1^2}{4}\right) \sqrt{f_1 f_2}}} = R$$

facendo sistema fra questa e le [26] [27] si ha in definitiva (a)

$$L_1 = \frac{f_2 R}{\pi (f_2^2 - f_1^2)} ; C_1 = \frac{f_2^2 - f_1^2}{4\pi f_1^2 f_2 R} ; C_2 = \frac{1}{\pi f_2 R} \quad [28]$$

b) Per il caso rappresentato in fig. 23 gli elementi costitutivi hanno valori immediatamente deducibili dai precedenti. Si ha cioè

$$L_1 = \frac{f_1 R}{\pi (f_2^2 - f_1^2)} ; C_1 = \frac{f_2^2 - f_1^2}{4\pi f_1 f_2^2 \cdot R} ; L_2 = \frac{R}{4\pi f_1} \quad [29]$$

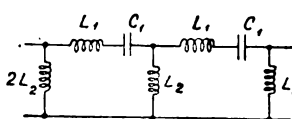


Fig. 23.

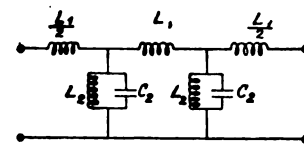


Fig. 24.

c) Per il caso rappresentato in fig. 24 il procedimento da seguire per determinare gli elementi è analogo al precedente. Solo qui, la struttura a  $T$  risultando da preferirsi a quella a  $\pi$  al posto della 1ª equazione del caso (a) si deve scrivere

$$\sqrt{(Z_1 Z_2) \sqrt{f_1 f_2} + \left(\frac{Z_1^2}{4}\right) \sqrt{f_1 f_2}} = R$$

ottenendosi così

$$L_1 = \frac{R}{\pi f_2} ; C_2 = \frac{f_2}{\pi (f_2^2 - f_1^2) R} ; L_2 = \frac{(f_2^2 - f_1^2) R}{4\pi f_1^2 f_2} \quad [30]$$

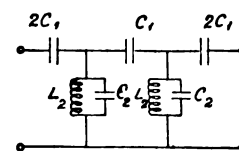


Fig. 25.

d) Il caso rappresentato in fig. 25 è, con opportuni ed evidenti accorgimenti, riduttibile a (c).

Si ha qui

$$C_1 = \frac{1}{4\pi f_1 R} ; C_2 = \frac{f_2}{\pi (f_2^2 - f_1^2) R} ; L_2 = \frac{(f_2^2 - f_1^2) R}{4\pi f_1 f_2^2} \quad [31]$$

21. — *Filtri a gamma passante interna a k costante.* - Per questa particolare struttura, la relazione supplementare da aggiungere alle condizioni ai limiti (ossia alle condizioni vavevoli in corrispondenza delle frequenze critiche) è determinata dalla posizione

$$Z_{1k} \cdot Z_{2k} = k^2 = \text{cost.} \quad [32]$$

Ma, secondo quale criterio si deve prestabilire la costante k? Riprendiamo le espressioni [6] [7]

$$(K)_T = \sqrt{Z_1 Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}} \quad (K)_\pi = \frac{Z_1 Z_2}{\sqrt{Z_1 Z_2 + \frac{Z_1^2}{4}}}$$

esse, nel caso attuale si trasformano nelle

$$(K)_{Tk} = \sqrt{k^2 \left\{ 1 + \left( \frac{Z_{1k}}{2k} \right)^2 \right\}} \quad (K)_{\pi k} = \frac{k^2}{\sqrt{k^2 \left\{ 1 + \left( \frac{Z_{1k}}{2k} \right)^2 \right\}}}$$

le quali, corrispondentemente alla frequenza per cui  $Z_{1k} = 0$ , danno per risultato

$$(K)_{Tk} = (K)_{\pi k} = \sqrt{Z_{1k} Z_{2k}}$$

Orbene, ZOBEL suggerisce allora di porre

$$k = \sqrt{Z_{1k} Z_{2k}} = R \quad [33]$$

e si otterranno formule che varranno, sia nel caso di filtri a T, sia nel caso di filtri a  $\pi$ .

Alle frequenze critiche l'impedenza  $Z_{1k}$  deve allora soddisfare alle condizioni

$$Z_{1k} = \pm 2jR$$

e, poichè abbiamo visto (fig. 15) che  $Z_{1k}$  è costituito da una induttanza  $L_{1k}$  in serie con una capacità  $C_{1k}$ , si ha evidentemente:

$$j \left( 2\pi f_1 \cdot L_{1k} - \frac{1}{2\pi f_2 C_{1k}} \right) = -2jR$$

$$j \left( 2\pi f_2 L_{1k} - \frac{1}{2\pi f_1 C_{1k}} \right) = 2jR,$$

le quali forniscono

$$L_{1k} = \frac{R}{\pi(f_2 - f_1)} \quad ; \quad C_{1k} = \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 \cdot R} \quad [34]$$

e quindi dalla [33] si deduce

$$L_{2k} = \frac{(f_2 - f_1) R}{4\pi f_1 f_2} \quad C_{2k} = \frac{1}{\pi(f_2 - f_1) R} \quad [35]$$

22. — *Filtri semplici a gamma passante estrema inferiore.* - Intendiamo riferirci alle strutture rappresentate nella fig. 17 e riprodotte nelle fig. 26-27.

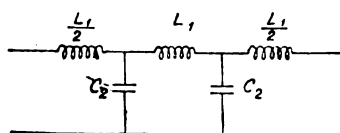


Fig. 26.

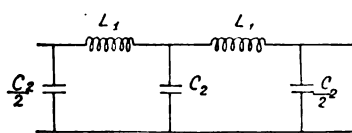


Fig. 27.

I valori numerici degli elementi costitutivi possono immediatamente dedursi come casi particolari dei filtri a gamma passante interna. Basta infatti porre  $f_1 = 0$  e  $C_1 = \infty$  nelle formule di quei filtri per ottenere

$$L_1 = \frac{R}{\pi f_2} \quad C_2 = \frac{1}{\pi f_2 R} \quad [36]$$

valevoli sia per una struttura a T, sia per una a  $\pi$ . Di ciò possiamo rendercene conto verificando che l'impedenza caratteristica di una cellula a T e quella di una cellula a  $\pi$  danno un identico risultato in corrispondenza della frequenza mediana (geometrica) alla gamma passante: gamma che estendendosi fra 0 e  $f_2$  ha, per frequenza media geometrica, la frequenza 0.

23. — *Filtri a gamma passante estrema superiore (semplici).* - Riproduciamo la loro struttura nelle figg. 28-29. Anche

per essi la determinazione dei valori dei loro elementi, può farsi partendo dalle formule che abbiamo trovato per i filtri a gamma passante interna. I risultati valgono sia per una struttura a T, sia per una a  $\pi$ .

Si ha in ogni caso

$$C_1 = \frac{1}{4\pi f_1 R} \quad L_2 = \frac{R}{4\pi f_1} \quad [37]$$

24. — *Filtri capaci di produrre una attenuazione infinita in corrispondenza di una frequenza finita.* - Sono stati studiati particolarmente dallo ZOBEL e la loro struttura è desumibile dalle figure 16, 18, 20. La loro importanza si manifesta principalmente in radiotelegrafia dove, il problema di eliminare certe determinate frequenze è, si può dire, all'ordine del giorno.

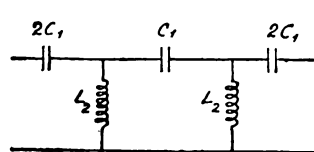


Fig. 28.

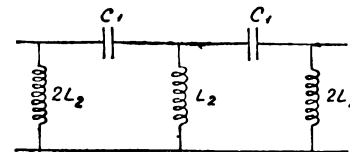


Fig. 29.

Riferiamoci ad un filtro a gamma passante interna a k costante: per quello che abbiamo detto nelle pagine precedenti, esso è completamente determinato una volta che sia fissato il valore della resistenza R del ricevitore e siano assegnate le frequenze critiche o frontiere. La legge di variazione dell'attenuazione nelle due gamme attenuate è tale, che il coefficiente di attenuazione stesso è infinito rispettivamente per la frequenza nulla e per la frequenza infinita. Se vogliamo invece che quella attenuazione si manifesti in corrispondenza di due frequenze finite (ciascuna per ciascuna gamma attenuata), è giocoforza modificare una delle due impedenze  $Z_{1k}$  o  $Z_{2k}$ .

a) Si ponga

$$Z_{1k} = Z_{a1} + Z_{a2}$$

indi pensiamo di saper costruire un filtro (a gamma passante interna) tale che, la sua impedenza caratteristica a T sia identica per tutte le frequenze alla corrispondente impedenza del filtro a k costante. Supponiamo cioè di realizzare un filtro per il quale sia verificata la relazione

$$(K)_{Tk} = (K)_T$$

ossia

$$k^2 \left[ 1 + \left( \frac{2k}{Z_{1k}} \right)^2 \right] = Z_1 Z_2 + \frac{Z_1^2}{4} \quad [38]$$

Quali deduzioni scaturiscono allora? Poichè  $Z_{1k}$  è antisonante per la frequenza zero e infinito (cioè in ciascuna gamma attenuata), l'impedenza  $(K)_{Tk}$  è corrispondentemente infinita; per la relazione precedente  $Z_1$  deve annullarsi e diventare infinito insieme a  $Z_{1k}$ : dunque l'impedenza  $Z_1$  deve avere una struttura identica a  $Z_{1k}$ .

Ora, come facili dimostrazioni dimostrano, perchè il coefficiente di attenuazione sia infinito in corrispondenza di due frequenze finite,  $Z_2$  deve annullarsi corrispondentemente ad esse. Tale impedenza deve perciò avere un numero di circuiti risonanti in parallelo fra loro (o struttura equivalente) eguale al numero totale di elementi semplici (due) contenuti in  $Z_1$ .

La struttura qui esaminata è stata chiamata dallo ZOBEL, filtro equivalente a T. Per essa si ha evidentemente

$$Z_1 = m_1 \cdot Z_{a1} + m_2 \cdot Z_{a2}$$

dove i coefficienti  $m_1$ ,  $m_2$  sono numeri reali, positivi e puramente arbitrari.

L'impedenza  $Z_2$  soddisfa invece alla relazione

$$Z_2 = \frac{k^2 + \frac{1}{4} (Z_{1k}^2 - Z_1^2)}{Z_1} \quad (k^2 = R^2)$$

desumibile direttamente dalla [38].

In definitiva il filtro equivalente a T è completamente determinato dalla valutazione dei due coefficienti  $m_1$  e  $m_2$  (si ricordi che qui si considerano filtri ad una sola gamma passante interna). Per giungere a quella valutazione il metodo è il seguente:

a) Fissate le frequenze in corrispondenza delle quali si vuole che il coefficiente di attenuazione sia infinito, si espri-



me analiticamente che per esse, l'impedenza  $Z_2$  è eguale allo zero. Si ottengono allora due relazioni in virtù delle quali si determinano i coefficienti  $m_1$  e  $m_2$ .

b) In maniera del tutto simile a quella seguita ora, si potrebbe definire il *filtro equivalente a  $\pi$* . Per questo tipo la impedenza  $Z_2$  conserva la stessa struttura dell'analoga impedenza del corrispondente filtro a  $k$  costante; cambia invece quella di  $Z_1$ , che risulta qui costituita da tanti *circuiti antirisonanti* in serie fra loro (o struttura equivalente) quanti sono gli elementi semplici contenuti in  $Z_2$ . Naturalmente in questo caso la determinazione dei coefficienti  $m_1$ ,  $m_2$  viene fatta scrivendo che l'impedenza  $Z_1$  è infinita in corrispondenza delle frequenze per cui si vuole che il coefficiente di attenuazione risulti infinito.

Sia nell'un caso, sia nell'altro, per un filtro a gamma passante interna, lo ZOBEL giunge ai risultati che si riportano qui sotto omettendone la dimostrazione e, rimandando per questa, alla memoria originale (B. 8);

$$\begin{aligned} a) \quad L_1 &= m_1 L_{1k} & L_2 &= a L_{1k} & b) \quad L_1 &= \frac{L_{2k}}{b} & L_2 &= \frac{L_{2k}}{m_2} \\ C_1 &= \frac{C_{1k}}{m_2} & C_2 &= \frac{C_{1k}}{b} & C_1 &= a C_{2k} & C_2 &= m_1 C_{2k} \\ L'_2 &= c L_{1k} & C'_2 &= \frac{C_{1k}}{d} & L'_1 &= \frac{L_{2k}}{d} & C'_1 &= c C_{2k} \end{aligned}$$

dove, come già si è visto [34] [35]:

$$\begin{aligned} L_{1k} &= \frac{R}{\pi(f_2 - f_1)} & L_{2k} &= \frac{(f_2 - f_1)R}{4\pi f_1 f_2} \\ C_{1k} &= \frac{f_2 - f_1}{4\pi f_1 f_2 R} & C_{2k} &= \frac{1}{\pi(f_2 - f_1)R} \end{aligned}$$

mentre gli altri coefficienti sono determinati da

$$\begin{aligned} g &= \sqrt{\left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_1^2}\right)\left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_2^2}\right)} & c &= \frac{1 - m_1^2}{4h} \left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_2^2}\right) \\ h &= \sqrt{\left(1 - \frac{f_1^2}{f_{2\infty}^2}\right)\left(1 - \frac{f_2^2}{f_{2\infty}^2}\right)} & d &= \frac{(1 - m_2^2)f_{2\infty}^2}{4hf_1 f_2} \left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2}\right) \\ a &= \frac{(1 - m_1^2)f_{2\infty}^2}{4gf_1 f_2} \left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2}\right) & m_1 &= \frac{\frac{f_1 f_2}{f_{2\infty}^2} g + h}{1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2}} \\ b &= \frac{1 - m_2^2}{4g} \left(1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2}\right) & m_2 &= \frac{g + \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2} h}{1 - \frac{f_{1\infty}^2}{f_{2\infty}^2}} \end{aligned}$$

#### CAP. IV.

##### I filtri reali.

25. — Le catene di circuiti e i filtri, che abbiamo sin qui considerati, costituiscono uno schema prettamente teorico. Esso differisce dagli analoghi sistemi reali in ciò, che questi ultimi presentano, in misura maggiore o minore, cause di dissipazione di energia.

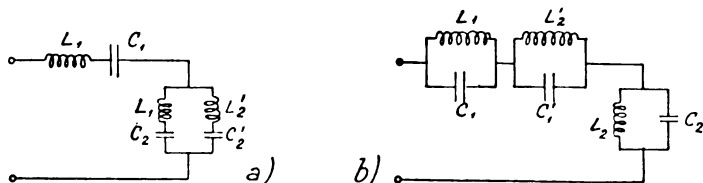


Fig. 30.

Domandiamoci allora: Nei riguardi della filtrazione, in qual senso agirà la presenza di quelle cause? Dal punto di vista qualitativo la risposta è immediata e intuitiva: le azioni elettriche corrispondenti a frequenze comprese nella gamma passante, anziché propagarsi senza subire attenuazione alcuna, saranno necessariamente più o meno ostacolate, laddove quelle comprese nelle zone opache subiranno una attenuazione addizionale. In particolare, se in queste ultime gamme, vi erano frequenze (al massimo una per ogni gamma attenuata estrema) in corrispondenza delle quali l'attenuazione era infinita, ora questa attenuazione assumerà un valore inevitabilmente finito.

Quasi tutti gli Autori che hanno trattato il problema dei filtri elettrici (B. 8, 11, 16, ecc.) ritengono di poter ammettere che le perdite verificantisi in un filtro reale siano da localizzarsi esclusivamente nelle resistenze ohmiche. Essi ammettono inoltre, che per una certa gamma di frequenze la resistenza sia funzione *lineare* della frequenza per modo che il rapporto

$$\frac{\text{Resistenza}}{\text{Reattanza}} = p$$

possa considerarsi come costante.

Vediamo allora come si possa calcolare il coefficiente di attenuazione.

Riprendiamo la

$$\cosh \gamma = 1 + \frac{Z_1}{2Z_2},$$

ossia

$$\cosh (x + j\beta) = 1 + \frac{Z_1}{2Z_2}$$

e poniamo

$$\frac{Z_1}{2Z_2} = 2(U + jV).$$

Si ha quindi

$$\cosh x \cos \beta + j \sinh x \sin \beta = (1 + 2U) + j2V$$

e, separando la parte reale dall'immaginaria,

$$\cosh x \cdot \cos \beta = (1 + 2U) = \frac{X}{2}$$

$$\sinh x \cdot \sin \beta = 2V = \frac{Y}{2}.$$

Elevando a quadrato queste espressioni, si ottiene:

$$\cosh^2 x \cdot \cos^2 \beta = \frac{X^2}{4}$$

$$\sinh^2 x \cdot \sin^2 \beta = \frac{Y^2}{4},$$

la seconda delle quali può scriversi sotto la forma

$$(\cosh^2 x - 1)(1 - \cos^2 \beta) = \frac{Y^2}{4},$$

ossia

$$\cos^2 \beta = 1 - \frac{Y^2}{4(\cosh^2 x - 1)},$$

da cui, con opportuna sostituzione, si ha

$$\cosh^2 x \left(1 - \frac{Y^2}{4(\cosh^2 x - 1)}\right) = \frac{X^2}{4}$$

cioè

$$\cosh^4 x - \cosh^2 x \left(1 + \frac{X^2 + Y^2}{4}\right) = -\frac{X^2}{4}$$

e, in definitiva

$$\cosh x = \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{X^2 + Y^2}{4} + 1 \right) + \sqrt{\left( \frac{X^2 + Y^2}{4} + 1 \right)^2 - X^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad [39]$$

espressione analitica del coefficiente di attenuazione.

E' ovvio che in modo perfettamente analogo potremmo ottenere quella del coefficiente  $\beta$ .

Dato allora un filtro qualsivoglia e fissato caso per caso il valore da attribuire al coefficiente  $p$  l'effetto della resistenza viene determinato facendo il rapporto

$$\frac{Z_1}{Z_2},$$

--

che, per ciascun valore della frequenza, permette di valutare  $X$  e  $Y$ . Una volta ottenuti questi ultimi, l'equazione [39] fornisce immediatamente il valore del coefficiente di attenuazione per tutta la gamma di frequenze che ci interessa.

Uno studio particolarmente completo sull'effetto della resistenza nei filtri, è stato fatto dallo ZOBEL (B. 9). Questi ha, fra l'altro, dimostrato che l'attenuazione in corrispondenza della frequenza mediana di una gamma passante interna è tanto più elevata quanto più stretta è quella gamma. Ne segue, che un filtro a gamma passante interno è tanto più difficile a costruire

quanto più piccola è la differenza fra le frequenze frontiere. E' la ragione che ha consigliato HEISING ad adottare il sistema della doppia modulazione nella radiotelegrafia transatlantica (B. 17).

## CAP. V.

## Cenno sui filtri composti.

26. — Abbiamo già visto come un filtro costituito da un numero finito  $n$  di cellule identiche l'una all'altra, determini una perdita di  $n \alpha$  unità di attenuazione. Ne segue, che per ottenere in corrispondenza di una certa frequenza una determinata attenuazione, il filtro può risultare costituito da un numero troppo grande di cellule perchè, anche nella zona trasparente (per effetto di resistenze), non si debbano lamentare attenuazioni superiori a quelle tollerabili.

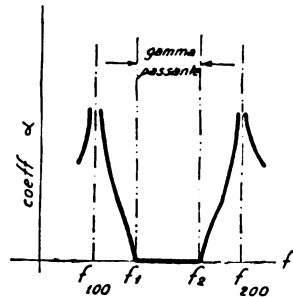


Fig. 31.

Si presenta allora alla mente la questione dell'opportunità di associare cellule fra loro diverse (filtro composto) in modo da trar profitto convenientemente dalle singole proprietà. Tale riunione è perfettamente possibile, come hanno dimostrato lo ZOBEL (B. 8) ed il PETERS (B. 11), a condizione che, le varie cellule oltre ad avere identiche frontiere, abbiano in corrispondenza dei loro punti di giunzione identica impedenza caratteristica od iterativa.



Fig. 32.

La catena risultante può allora dividersi in gruppi come in fig. 32. Se essa è chiusa su una impedenza di ricezione eguale alla comune impedenza caratteristica, le equazioni tipo [14] valgono separatamente per ciascun gruppo e l'attenuazione totale  $\alpha_t$  è data dalla somma delle attenuazioni parziali; si ha cioè

$$\alpha_t = n' \alpha_{s-1} + n \alpha_s + n'' \alpha_{s+1}$$

In definitiva, il problema di costruire filtri composti si identifica con quello di progettare cellule tali che, pur essendo eterogenee, abbiano peraltro identica impedenza caratteristica.

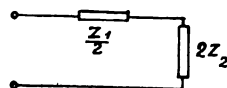


Fig. 33.

Nello studio dei filtri composti, lo ZOBEL ha dimostrato inoltre che, non solo si possono associare cellule non identiche fra loro, ma altresì si possono intercalare nella catena, combinazioni dissimetriche di impedenze di tipo qui sotto rappresentato (fig. 33) e dette *mezzo cellule a M* (B. 8), o cellule a gomito.

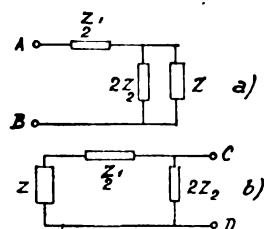


Fig. 34.

Tali mezzo cellule hanno la particolarità di presentare una impedenza caratteristica che, misurata fra A e B (fig. 34 a) è eguale all'analogha impedenza caratteristica a T, mentre, misu-

rata fra C e D (fig. 34 b) è eguale all'impedenza caratteristica a  $\pi$  della cellula intera corrispondente.

S'intuiscono immediatamente i vantaggi che ne derivano: in uno stesso filtro, potremo disporre sia cellule a T, sia a  $\pi$ , e ciò, permetterà una maggiore elasticità di risultati.

D'altra parte, se nei filtri capaci di produrre una attenuazione infinita (o meglio grandissima) in corrispondenza di certe frequenze poniamo  $m_1 = m_2$ , se prendiamo una mezza cellula così costituita e terminiamo un filtro a T con questa, si potrebbe dimostrare che l'impedenza caratteristica misurata alla sortita del filtro è sensibilmente costante in tutta la zona di filtrazione: la corrente in essa è conseguentemente regolarizzata (fig. 35).

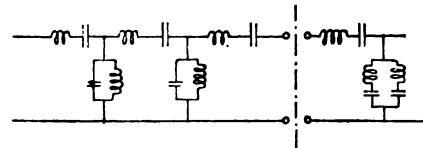


Fig. 35.

Non possiamo dilungarci oltre nella considerazione dei filtri composti che, come abbiamo detto, sono stati studiati dettagliatamente dallo ZOBEL. Ci basta qui averne rilevata l'importanza e fatto prevedere il maggior campo della loro applicabilità.

## PARTE SECONDA.

## CAP. I.

## I filtri in regime transitorio.

27. — Come già accennammo nell'introduzione di questa breve monografia, la conoscenza del comportamento delle catene di circuiti (e quindi dei filtri) nel periodo transitorio è, specialmente per le attuali applicazioni della moderna radio-tecnica, di importanza veramente predominante.

Dal punto di vista matematico tale conoscenza si identifica con la risoluzione di un sistema non omogeneo di equazioni differenziali lineari a coefficienti costanti di tipo [I]: risoluzione tanto più complessa e difficilmente riducibile a linguaggio fisico, quanto maggiore è il grado di libertà del sistema. Peraltro, non mancano Autori che si siano occupati dettagliatamente dell'argomento: fra questi, primeggia certo il CARSON il quale, traendo profitto del ben noto teorema di HEAVISIDE, non solo ha saputo rendere conto del comportamento in ogni istante dei filtri (B. 2), ma ha estese le sue considerazioni ad una rete comunque complessa di circuiti (B. 1).

Il riprendere qui e sviluppare minutamente i suoi metodi di calcolo ci porterebbe troppo lontano e farebbe perdere il carattere sintetico che vuole avere questo studio. Ci limiteremo quindi ad accennare in che cosa consistano quei metodi ed a quali conclusioni di maggiore interesse pratico essi conducano.

28. — Nel sistema di equazioni differenziali fra correnti tipo [I], sostituiamo all'operatore differenziale  $\frac{d^n}{dt^n}$  il simbolo  $p^n$ ; in tal modo quelle equazioni differenziali si riducono formalmente ad un sistema di equazioni algebriche, la cui soluzione, per un generico circuito, può essere messa sotto la forma simbolica:

$$I = \frac{E e^{j\omega t}}{Z(p)}$$

dove  $Z(p)$  prende il nome di *impedenza generalizzata* ed è funzione sia delle costanti elettriche dei vari circuiti, sia dei coefficienti di accoppiamento fra questi.

Orbene, il CARSON dimostra che vale la relazione integrale:

$$\frac{1}{p Z(p)} = \int_0^\infty A(t) e^{-pt} dt,$$

essendo  $A(t)$  una particolare funzione, detta *ammittenza indiziale*, la cui conoscenza, una volta acquisita, permette di descrivere in modo sufficientemente completo il comportamento dei filtri (o più generalmente di un complesso di circuiti) nel periodo transitorio.

La risoluzione della precedente equazione integrale nei vari casi (filtri a gamma passante estrema inferiore, a gamma passante interna, ecc.), è stata ottenuta prima dal CARSON, e

poi dal CARSON e dallo ZOBEL, con l'introduzione sistematica delle funzioni del BESSEL. Dalla discussione di queste (che qui non riportiamo, perchè di interesse puramente analitico) è risultato ben chiaro che *le proprietà filtranti delle catene di circuiti sono caratteristiche peculiari del regime permanente e cessano di essere definite nel periodo transitorio.*

In particolare, nell'ipotesi che ai capi del filtro sia applicata una f. e. m. di frequenza complessa  $\sum_1^r \omega$ , il tempo necessario perchè una corrente di frequenza  $\frac{\omega}{2\pi}$  compresa nella gamma passante raggiunga, nell' $n$  una cellula, lo stato di regime è dato da:

$$T = \frac{C \cdot n}{\omega_2 - \omega_1} \frac{1}{\left\{ 1 - 4 \left( \frac{\omega - \omega_m}{\omega_2 - \omega_1} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}} \quad [40]$$

essendo  $C$  una costante numerica, ed

$$\omega_m = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2}.$$

Se ne deduce immediatamente che, se la selettività del filtro è stata aumentata sia aumentando il numero  $n$  di cellule, sia riducendo  $\omega_2 - \omega_1$ , il tempo necessario per raggiungere lo stato di regime è stato anch'esso proporzionalmente aumentato. Tale deduzione (d'altronde assai intuitiva), costituisce già una limitazione a quanto potrebbe attendersi dall'uso dei filtri specializzati nella tecnica radiotelegrafica. Infatti l'aumentare il numero di cellule per ottenere effetti più pronunziati è in perfetta antitesi con le alte velocità di manipolazione: alte velocità imposte per più ragioni, fra cui non ultima, quella della concorrenza con i cavi.

Si deve inoltre osservare, che la presenza dei filtri in radiotelegrafia è generalmente giustificata dalla necessità di proteggere le ricezioni dai disturbi e più particolarmente dai cosiddetti *intrusi atmosferici*. Questi, come è noto, non hanno una frequenza esattamente definita, ma risultano piuttosto costituiti da uno spettro di frequenza: si intuisce allora come i filtri potrebbero costituire una efficace barriera alla loro propagazione. D'altronde essi non dovrebbero determinare nessuna azione riduttrice dell'intensità del segnale utile. A questo criterio dovrebbero rispondere i vari e conosciuti sistemi (circuiti bilanciati, differenziali, ecc.), che trovano frequente impiego nei complessi ricevitori a traffico commerciale.

Senonchè il CARSON ha dimostrato, che la protezione offerta da quei complessi è quasi illusoria e, comunque, notevolmente inferiore a quella che potrebbe desumersi dallo studio del loro comportamento rispetto a correnti periodiche a regime.

29. — Per rendersene conto, sia pure in forma largamente approssimata, supponiamo che un complesso di circuiti costituenti un filtro, sia sottoposto ad una azione elettrica di tipo:

$$F(t) = f_1(t) + f_2(t) + f_3(t) + \dots,$$

ossia ad una azione riduttibile ad uno spettro di frequenze come avviene per gli intrusi atmosferici e per le interferenze in genere. Pensiamo, che essa esista solo in un intervallo di tempo  $0 \leq t \leq \tau$  durante il quale presenti un numero finito di discontinuità e un numero finito di massimi e minimi. Tale azione è allora rappresentabile con un integrale di FOURIER:

$$F(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \varphi(\omega) \cos \left\{ \omega t + \theta(\omega) \right\} d\omega,$$

dove:

$$\left\{ \varphi(\omega) \right\}^2 = \left\{ \int_0^\infty F(t) \cos \omega t dt \right\}^2 + \left\{ \int_0^\infty F(t) \sin \omega t dt \right\}^2.$$

Supponiamo inoltre, che  $F(t)$  sia applicata all'origine della catena ed indichiamo con  $I(t)$  la corrente nel complesso ricevente. Sia infine  $Z(j\omega)$  il rapporto fra la f. e. m.  $F(t)$  e la corrente  $I(t)$ .

Si può allora dimostrare che:

$$\int_0^\infty I(t)^2 dt = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \left\{ \frac{\varphi(\omega)}{Z(j\omega)} \right\}^2 d\omega \quad [41]$$

Introduciamo ora la funzione  $R(\omega)$  chiamata dal CARSON spettro di energia di  $F(t)$  e definita dall'equazione:

$$R(\omega) = \frac{1}{\tau} \left\{ \varphi(\omega) \right\}^2;$$

dividendo entrambi i membri di [41] per  $\tau$  si ottiene il quadrato medio della corrente circolante nel ricevitore per effetto dell'azione perturbatrice  $F(t)$ :

$$I^2 = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \frac{R(\omega)}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2} d\omega$$

e poichè sia il numeratore, sia il denominatore della funzione sotto il segno di integrale sono sempre positivi (o eguali a zero), ne risulta, che deve esistere un valore  $\omega$  di  $\omega$  tale che:

$$I^2 = \frac{R(\omega)}{\pi} \int_0^\infty \frac{d\omega}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2}.$$

D'altra parte, se il filtro è destinato a selezionare una gamma continua di frequenze compresa fra  $\frac{\omega_1}{2\pi}$  e  $\frac{\omega_2}{2\pi}$  il CARSON ritiene di poter ammettere che  $\omega$  sia compreso in quella e corrisponda, con sufficiente approssimazione, a:

$$\omega = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2} = \omega_m.$$

Consequentemente:

$$I^2 = \frac{R}{\pi} (\omega_m) \int_0^\infty \frac{d\omega}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2},$$

ossia: il quadrato medio della corrente circolante nel ricevitore per effetto di  $F(t)$  è analiticamente esprimibile col prodotto di due fattori:

a) uno  $R(\omega_m)$  che è proporzionale allo spettro di energia relativo ad  $F(t)$  corrispondentemente alla frequenza  $\frac{\omega_m}{2\pi}$ ;

b) l'altro

$$Q = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \frac{d\omega}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2}, \quad [42]$$

che è indipendente sia dal carattere, sia dall'intensità di  $F(t)$ . Quindi:

$$I^2 = Q \cdot R(\omega_m) \quad [43]$$

Ora, per effetto delle azioni elettriche utili comprese nella gamma passante  $\frac{\omega_2 - \omega_1}{2\pi}$ , si sviluppa nel ricevitore stesso una corrente il cui quadrato è dato da una espressione di tipo:

$$E^2 \frac{1}{\pi (\omega_2 - \omega_1)} \int_{\omega_1}^{\omega_2} \frac{d\omega}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2} = E^2 \cdot \sigma.$$

Il rapporto fra essa e la [43] fornisce la relazione:

$$\frac{E^2}{R(\omega_m)} \cdot \frac{\sigma}{Q} = S.$$

Il primo fattore  $\frac{E^2}{R(\omega_m)}$  dipende solamente dalle energie dell'interferenza e del segnale e non coinvolge le proprietà del filtro; il secondo fattore  $\frac{\sigma}{Q}$  dipende invece dalla qualità del filtro e misura l'efficienza con cui il filtro stesso è opaco alle azioni elettriche di frequenza esterna alla gamma in cui sono compresi i segnali. Quest'ultimo rappresenta quindi la figura di merito del filtro rispetto ad interferenze o disturbi in genere.

4. — Quali deduzioni possono farsi dalle precedenti considerazioni?

Dalla [42] si ha intanto che: se il filtro è stato progettato a selezionare efficacemente la gamma di frequenze compresa fra  $\frac{\omega_1}{2\pi}$  e  $\frac{\omega_2}{2\pi}$ , il quadrato medio della corrente interferente è proporzionale alla differenza  $\omega_2 - \omega_1$ .

Ciò segue dal fatto (che si potrebbe dimostrare con ogni rigore) che in un filtro di gamma ben progettato e capace di rispondere solo all'intervallo  $\omega_2 - \omega_1$ , l'integrale:

$$\int_0^\infty \frac{d\omega}{\left\{ Z(j\omega) \right\}^2}$$

è proporzionale ad  $\omega_2 - \omega_1$ .

Si deduce allora immediatamente che se la velocità di manipolazione dei segnali utili è aumentata, aumenta di pari passo l'inevitabile tendenza del filtro a rispondere anche ad eventuali

disturbi od interferenze. E' infatti noto che l'energia irradiata da un aereo trasmettente r. t. è tanto meno raccolta intorno alla frequenza originaria dell'oscillatore, quanto più rapida è la manipolazione (B. 4). Quindi una volta fissata quest'ultima, la migliore forma da dare alle catene di circuiti riceventi è quella di un filtro a gamma passante interna la cui larghezza sia giusto sufficiente a che, il tempo necessario per raggiungere lo stato di regime [40], sia compatibile con quella velocità di manipolazione.

Se poi, come implicitamente si suppone, il filtro (a gamma passante interna) è chiuso su una opportuna impedenza (per evitare riflessioni) il CARSON dimostra che la sua figura di merito è data con buona approssimazione da:

$$\frac{1}{\omega_2 - \omega_1} \frac{1}{1 + \frac{1}{16n^2}}$$

se ne deduce, che nei riguardi della selettività, la figura di merito di un filtro aumenta inapprezzabilmente con l'aumentare del numero di cellule di esso. D'altronde, il vantaggio che ne consegue è, come già accennammo, inevitabilmente accompagnato da una minore tendenza a rispondere prontamente ai segnali che esso deve captare.

In conclusione, poco vi è da attendersi dai filtri quali mezzo di protezione contro i disturbi in genere (parassiti atmosferici od XS, ecc.); tuttavia, per quanto le garanzie che essi offrono siano assai limitate, pure i filtri a gamma passante interna costituiscono il miglior circuito selettivo contro le perturbazioni estranee al segnale (\*\*).

Roma, giugno 1927.

(\*\*) La presente breve monografia è stata eseguita per suggerimento e dietro indicazioni del Chiar.mo Prof. G. VALLAURI. Al compilatore è grato esprimergli qui la sua deferente riconoscenza.

\*

#### QUALCHE INDICAZIONE BIBLIOGRAFICA

- 1) J. R. CARSON. — Transient oscillations - (Journ. Amer. Inst. Elect. Eng., aprile 1919).
- 2) J. R. CARSON. — Selective circuits and static interference - (Elect. Communication, aprile 1925).
- 3) G. VALLAURI. — Convertitori di corrente - (L'Elettrotecnica, 25 marzo, 5-15 aprile 1926).
- 4) G. VALLAURI. — Radiocomunicazioni - (L'Energia Elettrica, fascicolo speciale del 1927).
- 5) L. COHEN. — The Heaviside expansion theorem - (Journ. of. Frank. Inst., dicembre 1922).
- 6) A. E. KENNELLY. — Les applications élémentaires des fonctions hyperboliques - Gauthier Villars, Parigi, 1922).
- 7) G. A. CAMPBELL. — Physical Theory of electric wave filter - (Bell S. T. J., novembre 1922).
- 8) O. J. ZOBEL. — Theory and design of uniform and composite electric wave filters - (B. S. T. J., gennaio 1923).
- 9) O. J. ZOBEL. — Transmission Characteristic of electric wave filters - (B. S. T. J., ottobre 1924).
- 10) CARSON e ZOBEL. — Transient oscillations in electric wave filters - (B. S. T. J., luglio 1923).
- 11) L. J. PETERSEN. — Theory of electric wave filters - (Journ. A. I. E. E., 1923).
- 12) C. LANGE. — Les filtres électriques - (Annales del P. T. T., ottobre 1923).
- 13) LE CORBEILLER e LANGE. — Etude des lignes en T dissymétriques et son application aux filtres des bandes - (Onde Elect., 1923).
- 14) C. LANGE. — Les filtres électriques - (Annales del P. T. T., ottobre 1923).
- 15) P. DAVID. — Les filtres électriques - (Gauthier Villars, Parigi, 1926).
- 16) HEISING. — Production of side band for trasatlantic radiotelephony - (Proc. Inst. Radio Eng., giugno 1925).
- 17) BOWN, ENGLUND, FRIIS. — Radio transmission measurements - (J. A. I. E. E., marzo 1923).
- 18) COHEN. — Radio sur lignes - (Onde électrique, ottobre 1924).

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.**

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

#### H. RENGIER — Camera d'esplosione o interruzione multipla. (A. E. G. Mitteilungen, aprile 1927, pag. 177).

L'A. riassume brevemente i fenomeni che avvengono all'apertura o alla chiusura di un interruttore. All'apertura l'arco che si forma vaporizza l'olio circostante; si produce così una bolla gassosa che spinge contro il coperchio l'olio; questi scaccia davanti a sé, dalle aperture apposite, l'aria che si trova all'interno del cassone ostruendo poi quasi completamente tali aperture. L'ulteriore sviluppo di gas può così dar luogo a pressioni interne tali da provocare la rottura del cassone. Una vera e propria esplosione ha luogo però solo quando i gas si mescolano all'aria nell'interno della cassa.

Chiudendo l'interruttore quando sulla linea si ha un corto circuito scocca un piccolo arco poco prima che i contatti si tocchino: se questi poi non sono perfettamente nuovi non si toccano subito su tutta la superficie disponibile, ed è così facile provocare, date le piccole sezioni per cui passa la corrente molto intensa, delle parziali fusioni, facilitate anche dalle forze elettrodinamiche che si sviluppano e ritardano il movimento della traversa. Raffreddandosi poi i contatti prima che l'interruttore si apra, essi restano saldati tra loro rendendo inservibile l'apparecchio. Ciò può verificarsi anche quando l'interruttore chiuso viene percorso da una corrente di corto circuito molto intensa.



Fig. 1. — Oscillogramma preso all'apertura:

- $a$  = tensione della rete - Tensione iniziale.
  - $\beta$  = valore di punta asimmetrico della corrente istantanea di corto circuito.
  - $\gamma$  = valore effettivo della corrente istantanea di corto circuito.
  - $\delta$  = valore effettivo della corrente nel momento dell'apertura dei contatti.
  - $\epsilon$  = tensione alla fine del processo.
  - $\alpha$  = principio del corto circuito, aumento della corrente, sparizione della tensione.
  - $b$  = inizio della tensione dell'arco, separazione dei contatti.
  - $c$  = fine del processo, sparizione della corrente, ritorno della tensione.
- Il processo si svolge nella direzione della freccia.

E' noto anche che all'apertura l'arco permane per la durata di alcuni semiperiodi, spegnendosi ogni volta che la corrente passa per lo zero. Sulla durata dell'arco ha anche influenza il ritardo della corrente rispetto alla tensione, nonché il fatto che l'alta temperatura favorisce la persistenza dell'arco mentre la pressione interna la ostacola ed aumentando continuamente richiede una tensione sempre maggiore per l'accensione dell'arco fino ad impedirne definitivamente una nuova formazione.

L'ideale sarebbe che il processo terminasse al primo passaggio della corrente per lo zero.

**Interruttore multiplo.** — La prima tendenza seguita fu quella di aumentare la velocità di apertura in modo che la distanza dei contatti fosse in breve tale da richiedere per la nuova accensione dell'arco una tensione maggiore di quella della rete. Il limite massimo della velocità della traversa fu però presto raggiunto. Suddividendo il lungo arco (interruzione multipla) si riuscì ad aumentare tale velocità. Numerose esperienze mostrano però che ciò che maggiormente influiva nel ridurre la durata del processo era la maggior sottrazione di calore da parte dei numerosi contatti e il più forte raffreddamento dell'arco a motivo delle bolle gassose più piccole, nonché il fatto che la caduta di tensione all'anodo ed al catodo rappresenta la parte principale della tensione totale dell'arco; il che rende adatto il sistema per l'interruzione di alte tensioni. Ad ogni modo occorre molta abilità ed esperienza per scegliere il numero di contatti più opportuno, al cui aumento, oltre un certo limite, si oppongono vari fattori.

**Interruttore con camera d'esplosione.** — Con questi interruttori i contatti fissi sono circondati da robuste camere metalliche, nella cui parte inferiore è praticato un foro da cui entra un'asticciola costituente il contatto mobile. Alcuni forellini nella parte superiore permettono un lento passaggio dell'olio. All'apertura, i gas che si sviluppano provocano così forti pressioni che oltre ostacolare le successive accensioni dell'arco aumentano la velocità dei contatti mobili, già elevata dalle molle inserite tra essi e la traversa. A ciò si aggiunge che avendosi la massima pressione attorno al contatto fisso, l'olio viene spinto verso il basso, per poi sfuggire, appena il contatto mobile ab-



bandona il foro inferiore, da questo e spegnere così sicuramente l'arco.

Aumentando la potenza si fanno sempre più efficaci i fattori che affrettano lo spegnimento dell'arco, mentre la sollecitazione della cassa dell'olio rimane invece quasi la stessa, purchè naturalmente la camera di esplosione sia costruita sufficientemente robusta. I gas poi, dovendo percorrere un lungo tratto prima di giungere alla superficie della cassa, l'abbandonano già molto raffreddati.

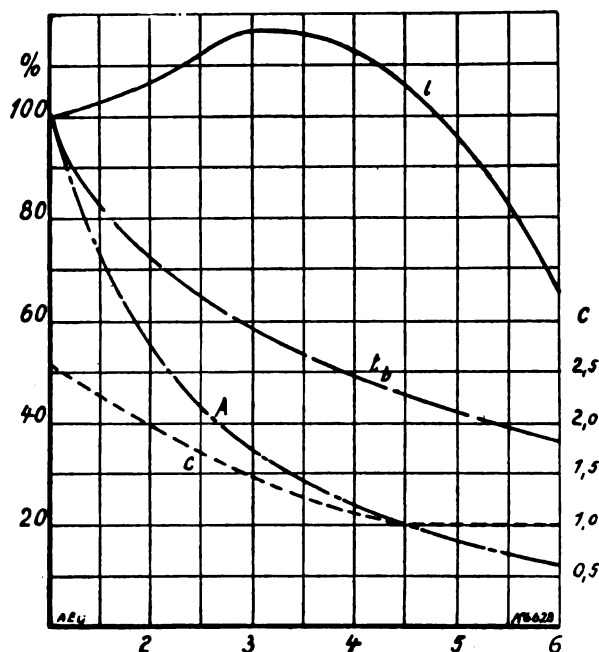


Fig. 2. — Influenza del numero dei punti di interruzione:

----- energia che si libera nell'interruttore A.  
----- costante dell'interruttore c.  
----- durata dell'arco  $t_b$ .  
----- lunghezza dell'arco l.

**Confronto tra i due sistemi.** — L'interruttore può essere posto fuori servizio principalmente per le cause seguenti:

- 1) Il forte urto dell'olio contro il coperchio e la crescente pressione statica interna causata dal continuo sviluppo di gas;
- 2) Accensione della miscela esplosiva;
- 3) Guasti della traversa prodotti dalle forze dinamiche di corto circuito;
- 4) Saldature di singoli contatti da cui derivano archi permanenti.

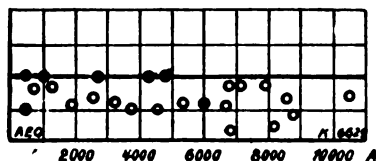


Fig. 3. — Influenza dell'intensità di corrente sulla durata dell'arco in un interruttore con camera d'esplosione (tensione di prova 15.000 V).

Nell'interruttore con camera d'esplosione le pressioni si scaricano appunto su quest'ultima senza sollecitare le pareti della cassa e si evita che l'olio otturi completamente i fori del coperchio, impedendo così un aumento pericoloso della pressione.

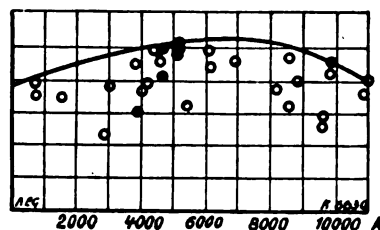


Fig. 4. — Influenza dell'intensità di corrente sulla durata dell'arco nello stesso interruttore di fig. 3, però con contatti « aperti » (tensione di prova 13.200 V).

Colte interruzioni multiple, l'aumento del numero di contatti rende difficile una costruzione robusta della traversa ed accresce il pericolo che si saldino fra loro i singoli contatti e si formino archi permanenti.

Secondo l'A. quindi l'interruttore con camera d'esplosione offre una maggiore sicurezza. Oltre a ciò i dati di confronto che si hanno a disposizione permettono di stabilire come con esso diminuisce l'energia che si libera nell'interruttore all'apertura. Dalle figure 3 e 4 riproducenti i risultati delle esperienze di Hilliard si rileva la minor durata dell'arco: caratteristiche nella seconda le forti variazioni del tempo. Mentre qui però si trattava di un interruttore con contatti doppi, Stern e Biermans fecero delle esperienze con due interruttori per 100.000 V e 400 A., uno con camera d'esplosione, l'altro con interruzione sestupla ottenendo i seguenti risultati:

col primo: potenza 17.300 kVA (65.000 V, 266 A.): durata dell'arco 20 semiperiodi;

col secondo: potenza 29.700 kVA (80.000 V, 372 A.): durata dell'arco 8 semiperiodi.

Da notarsi che la velocità di apertura ammontava col secondo a soli 3,23 m/sec. contro 5 m/sec. per il primo.

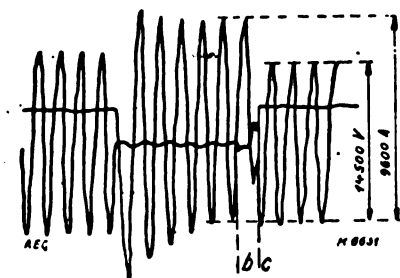


Fig. 5. — Oscillogramma preso all'apertura di un interruttore con camera d'esplosione:

b = apertura dei contatti c = fine del processo.

Altro esempio è dato dal raffronto fra le figure 5 e 6; in conseguenza della speciale forma data ai contatti si riuscì qui a ridurre la durata dell'arco a 2 semiperiodi (potenza 72.000 kVA, 7500 V, 9600 A.).

Trasformando l'interruttore in uno con camera d'esplosione si riuscì a ridurre ancor di più tale breve tempo e ad effettuare l'apertura di un circuito a 14.500 V, 9600 A. (139.000 kVA) in un tempo massimo di 2-3 semiperiodi.

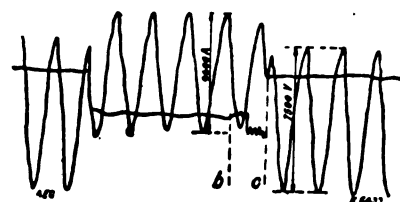


Fig. 6. — Oscillogramma preso all'apertura di un interruttore con interruzione sestupla:

b = apertura dei contatti c = fine del processo.

Anche la costante dell'interruttore diminuisce. In conseguenza dell'isteresi nello sviluppo dei gas, l'aumento di pressione che favorisce lo spegnimento dell'arco si verifica al passaggio della corrente per lo zero, cosicchè il prodotto della tensione dell'arco e della corrente di corto circuito rimane ben poco influenzato dalla pressione stessa. Essendo la camera d'esplosione quasi completamente chiusa, la quantità di gas necessaria per il definitivo spegnimento dell'arco è piccola, dimodochè basta poca energia per la produzione di questo quantitativo, mentre nell'interruttore senza camera d'esplosione la tensione necessaria per l'accensione dell'arco aumenta principalmente per effetto del continuo, ma relativamente lento, aumento dell'ampiezza di apertura, cosicchè la tensione dell'arco assume valori notevoli mentre la corrente passa pel valore massimo, ed aumenta così il lavoro dell'arco.

A. E. G.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

**J. FALLOU — Sovratensioni dovute agli archi e loro effetti sugli avvolgimenti dei trasformatori.** (R. G. E., 26 febbraio 1927, pag. 323).

Allorquando un arco è adescato, attraverso certi dielettrici, ad altissima tensione, il filo che collega il trasformatore all'arco si illumina per « effetto corona » e resta tale fin che dura l'arco, dimostrando l'esistenza di un aumento di tensione violento e persistente fra i morsetti dell'arco. Secondo alcuni AA. questo effetto sarebbe massimo quando il dielettrico forato è costituito da un miscuglio di olio e resina; esso sarebbe ancora abbastanza rilevante quando l'arco viene adescato fra due sfere di uno spinterometro annegato in olio. Questa sovratensione trasversale si accompagna, nei trasformatori, a sovraten-

sioni longitudinali considerevoli che si possono rilevare mediante uno spinterometro disposto fra i morsetti delle differenti bobine dell'avvolgimento. Queste tensioni scompaiono quando l'arco, soffiato o no, si stabilisce nell'aria.

Si è rilevato all'oscillografo catodico la curva della tensione alle estremità di un arco adescato sotto 100 kV fra due elettrodi sferici distanti circa 20 mm e annegati in olio. Le piastre dell'oscillografo erano collegate al circuito ad alta tensione attraverso un dispositivo a potenziometro costituito da due capacità in serie sufficiente

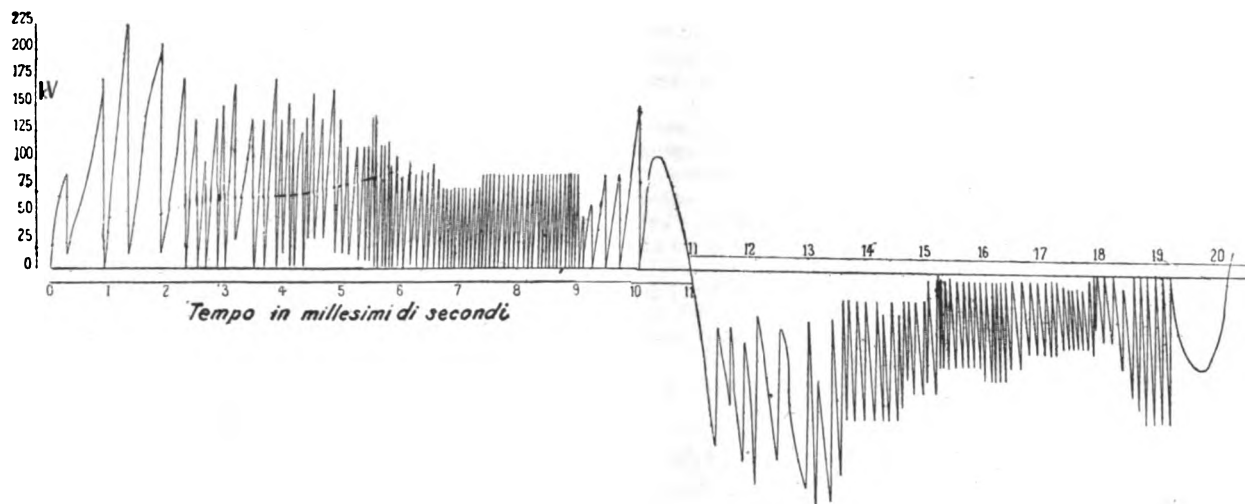


Fig. 1.

per registrare le oscillazioni di frequenza relativamente basse; e la curva della tensione risultò costituita da una serie di oscillazioni di ampiezza e periodo variabili (fig. 1). La spiegazione del fenomeno si basa su ipotesi difficilmente controllabili; l'A. propone la seguente come più attendibile. Ogni volta che la tensione ai morsetti degli elettrodi raggiunge un determinato valore, rappresentato in B sulla fig. 2,

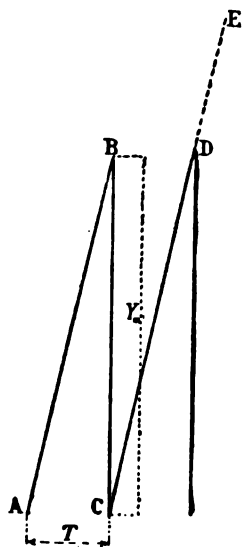


Fig. 2.

il dielettrico è perforato e si produce una scarica che determina la caduta di tensione verticale B C. La corrente di scarica causa però nel dielettrico la formazione di bolle gassose compresse accompagnate da altri fenomeni che interrompono bruscamente questa corrente; immediatamente dopo questa interruzione la tensione si eleva secondo la linea C D E conformemente alla legge d'oscillazione naturale del trasformatore. Detta oscillazione libera, o « quarto d'onda », raggiunge un'ampiezza eguale al prodotto della corrente interrotta per l'impedenza caratteristica del circuito. E' poi verosimile che il fenomeno a cui si deve la rottura sussista per un tempo più o meno lungo permettendo così alla tensione di raggiungere talora valori molto più elevati di quelli normali di adescamento dell'arco prima che si produca una nuova scarica: da qui la sovratensione permanente ai morsetti dell'arco, rilevata dall'effetto corona.

Per studiare il modo in cui le oscillazioni di frequenza superiori a quelle dell'oscillazione libera si propagano attraverso l'avvolgimento venne applicato fra la massa ed il morsetto d'uscita una tensione sinusoidale mantenuta da una eterodina. L'oscillografo catodico, funzionante come un semplice tubo di Braun, permise di determinare l'ampiezza e la fase della tensione lungo l'avvolgimento in funzione dell'ampiezza e fase della tensione incidente, e di rilevare una serie di curve di ripartizione per frequenze differenti fino a quella di 235.000 p./s. Le curve dimostrano che per frequenze comprese fra 5000 e

15.000 periodi la ripartizione delle intensità delle tensioni subisce delle irregolarità notevoli. La curva per 6500 periodi ad esempio (fig. 3) dimostra che la dodicesima bobina subisce una tensione che (tenuto conto delle differenze di fase) è del 200 per cento di quella dell'onda incidente. Quando la frequenza applicata sorpassa i 25.000 periodi per secondo, la curva diventa puramente iperbolica e non subisce alcuna variazione al variare della frequenza mentre l'onda si propaga per capacità, senza sfasamento, da una estremità all'altra dell'avvolgimento.

Questo semplice esame dimostra che l'avvolgimento del trasformatore è soggetto a condizioni di maggior pericolo in causa delle oscillazioni di frequenza relativamente basse che di quelle rapidissime. Per rimediare gli effetti distruttivi sugli avvolgimenti del trasformatore, l'A. ha intercalato fra l'arco ed il trasformatore una resistenza non induttiva di 60.000 ohm che, pur rimanendo senza effetto per quanto riguarda le sovratensioni longitudinali, ha abolito completamente l'onda incidente di frequenza superiore a 100.000 periodi.

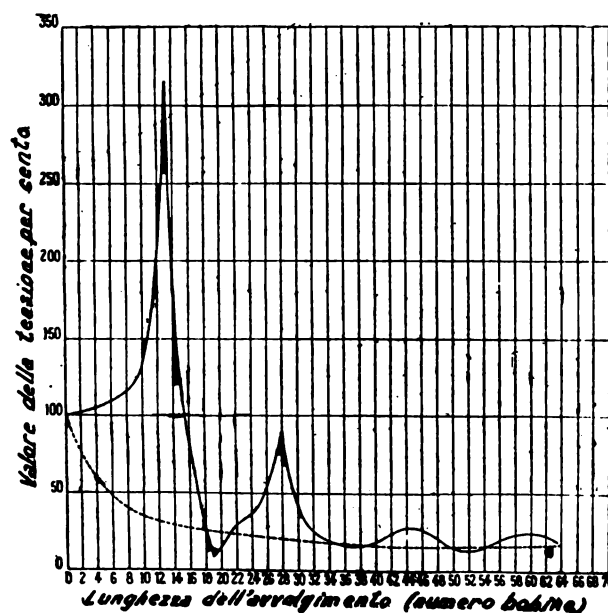


Fig. 3.

Riassumendo si conclude che un arco adescato attraverso certi dielettrici può generare e mantenere delle oscillazioni di tensione di grande ampiezza, costituite da un'onda fondamentale di frequenza variabile formata da un'infinità di armoniche superiori; che queste oscillazioni dovute ad una serie di adescamenti bruschi dell'arco seguite da rapide interruzioni di corrente causano in tutto l'avvolgimento del trasformatore delle sovratensioni longitudinali importanti tanto che un trasformatore può essere molto più vulnerabile alle onde incidenti di bassa frequenza che a quelle ad altissima frequenza. L. B.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### CONDUTTURE.

Nuovi tipi di cassetta di manovra per tensioni di 1, 3, 6 kV e correnti di 200, 350, 600 A sono descritti nelle A. E. G. Mitt. del marzo 1927, a pag. 115. I tipi per 3 e per 6 kV sono particolarmente destinati ai servizi pesanti (anche per tensioni minori) mentre quelle per 1 kV sono per servizi in cui si ha a che fare con potenze di corto circuito moderate; essi sono più piccoli e da montarsi su parete.

Tali cassette sono tutte provviste di interruttore in olio con automatico di massima a tempo ed a scatto libero (eventualmente anche di minima) nonchè dei relativi apparecchi di misura. Dalla particolareggiata descrizione dei vari tipi si può rilevare come si sia tenuto conto delle condizioni suesposte. Per quanto riguarda le potenze a cui si può effettuare l'apertura dell'interruttore si sono eseguite accurate prove che hanno dato i seguenti risultati:

per i tipi da 3 kV : 75.000 kVA (corrente trifase); per i tipi da 6 kV : 100.000 kVA (corrente trifase).

Le prove pratiche di corto circuito hanno dato come valori massimi ammissibili, volendo avere una buona sicurezza:

per i tipi da 200 A. : 5000 A.; per i tipi da 350 A. : 7500; per i tipi da 200/600 A. : 22.000 A.

### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

*Prima Esposizione Nazionale di Storia della Scienza - Firenze 1928.* — Nell'anno prossimo sarà tenuta in Firenze la Prima Mostra Nazionale di Storia della Scienza a documentare l'enorme contributo portato dall'Italia alle ricerche scientifiche ed alle Scienze applicate.

La iniziativa, che è stata pienamente approvata dal Capo del Governo che l'ha definita una impresa stupenda, merita tutto l'appoggio dell'A. E. I. che, data la sua costituzione, comprende fra i suoi soci studiosi di quasi tutti i rami delle scienze fisiche e chimiche, tecnici valorosi in svariatissimi campi delle applicazioni industriali.

Fra le varie sezioni in cui sarà divisa la Mostra avrà la massima importanza quella che si riferisce alla tecnologia e che abbraccia tutto ciò che ha costituito il progresso industriale moderno, dalla motrice a vapore al locomotore elettrico, dalla telefonia senza fili all'aviazione.

L'Italia possiede numerosi cimeli e documenti spesso ignorati circa le scoperte mirabili dovute al genio dei suoi figli ed i Soci dell'A. E. I. potranno dare valido aiuto al Comitato della Mostra, segnalando per mezzo dei Comitati Regionali o dei Presidenti delle Sezioni locali tutto ciò che, a loro giudizio, potrebbe essere utile esposto alla Mostra.

### GENERATORI PRIMI.

*Un apparecchio per la regolazione automatica della combustione* è il Regolatore A.E.G.-Askania che si trova attualmente in funzione presso importanti centrali termo-elettriche Germaniche. Nei comuni regolatori Askania finora usati la quantità di combustibile veniva automaticamente regolata in relazione alla quantità dei gas combusti. Questa regolazione, che pur consentiva un alto miglioramento nel rendimento, era soggetta ad alcune cause perturbatrici, ed es., le eventuali variazioni nel potere calorifico del combustibile. Occorreva perciò in tal caso lasciare al fuochista o ad altri apparecchi la regolazione dell'eccesso di aria. Il problema è risolto dal nuovo apparecchio in cui il regolatore è comandato altresì da un apparecchio Ranarex analizzatore dei gas di combustione, il quale, a seconda della percentuale di CO<sub>2</sub> presente nel fumo, regola automaticamente il rapporto fra le quantità di gas combusto e di combustibile introdotto, rapporto che nei primitivi regolatori era fisso. Con ciò si ottiene la massima costanza nel contenuto di CO<sub>2</sub>, e il più alto rendimento. L'applicazione a questo scopo degli apparecchi Ranarex è resa possibile dall'elevatezza della coppia direttrice che essi presentano.

\*

*Sul calcolo dei camini e sulla teoria del tiraggio* pubblica uno studio completo e dettagliato l'Ing. M. Medici sul « *Monitore Tecnico* » del marzo 1927. Dopo avere svolto le calcolazioni fondamentali relative alla combustione ed al volume e al peso dei prodotti gassosi che ne derivano, l'A. considera le diverse condizioni di tiraggio fissando le espressioni analitiche delle corrispondenti depressioni. Tenuti presenti tutti gli elementi che influenzano il complesso fenomeno del tiraggio di un camino da caldaie, si giunge a stabilire una interessante equazione di minimo che determina la coppia di valori  $H$  e  $D$  (altezza e diametro del camino) che corrispondono nel modo conveniente a determinate previste condizioni di lavoro.

### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

*Un cavo telegrafico fra il Canada e l'Australia* è in corso di posa. Venne già effettuata la posa del primo tratto da Vancouver all'isola Fanning nel Pacifico, lungo oltre 5500 chilometri e si sta calando l'altro tratto fra l'isola Fanning e le isole Figi, lungo circa 3700 chilometri. Questo tratto si collegherà col cavo già esistente fra le isole Figi e l'Australia.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

## XXXII RIUNIONE ANNUALE

COMO - 5-11 Ottobre 1927

Istituto G. Carducci - Via F. Cavallotti

### Cronaca della Riunione.

#### Giovedì, 6 ottobre.

La seduta inaugurale del Congresso fu tenuta alle ore 10 del mattino nell'ampia sala dell'Istituto Carducci a Como. Aperse la seduta il Prof. Vallauri come Presidente dell'A. E. I. il quale comunicò che S. E. il Ministro Volpi e il Ministro Belluzzo, illustri consoci dell'A. E. I., avevano voluto essere rappresentati al Congresso rispettivamente dal Prefetto di Como, Comm. Maggioni e dal Prof. Barbagelata. Anche S. E. Ciano si era fatto rappresentare dal Grande Uff. Prof. Pession, e S. E. Giuriati dal Comm. Ing. Federico Barducci. Dopo avere rivolto a queste personalità il ringraziamento dell'A. E. I., il Prof. Vallauri cedette la parola al Comm. Musa, il quale, come Presidente dell'Istituto Carducci, porse ai congressisti il benvenuto dicendosi lieto a nome dell'Istituto di poter ospitare gli elettrotecnici italiani.

Parlarono successivamente il Comm. Baragiola, Podestà di Como, porgendo l'augurale saluto della città, grata dell'omaggio che l'A. E. I. veniva a recare alla memoria del grande Comasco; e il Comm. Maggioni, Prefetto di Como, comunicando un telegramma di S. E. Volpi e auspicando alla buona riuscita dei lavori del Congresso e all'avvenire dell'elettrotecnica italiana. Il Prof. Barbagelata diede comunicazione del telegramma di S. E. Belluzzo.

Prese poi la parola il Presidente, Prof. Vallauri, il quale, rammentato come il XXXII Congresso dell'A. E. I. prendesse speciale solennità per la commemorazione voltiana, rievocò il precedente Congresso tenutosi a Como dall'A. E. I., il III<sup>o</sup>, or sono ventotto anni, in occasione del centenario della scoperta della pila. Rilevò il cammino da allora percorso dall'Associazione, lo sviluppo progressivo e il perfezionamento tecnico dei suoi organi di studio, e delle sue riunioni.

I temi scelti per l'attuale Congresso, quello delle comunicazioni elettriche e delle linee di trasmissione, si ricollegano alla grande opera di Volta; su questi temi sono relatori anche egregi funzionari delle Amministrazioni statali e ad essi e a S. E. Ciano, il Prof. Vallauri porge a nome dell'A. E. I. un caldo ringraziamento per la collaborazione preziosa e gradita.

Dopo avere espresso la gratitudine dei congressisti a S. E. il Prof. Corbino per avere accettato di pronunciare il discorso inaugurale, il Presidente porge un auspicio all'avvenire della Patria fervida di rinnovamento sotto la guida di una mente provvidenziale augurando che a tale faticoso lavoro l'A. E. I., sorretta dall'affetto dei Soci e dalla considerazione di tutti gli esponenti della vita nazionale, possa con energie sempre rinnovantesi, efficacemente contribuire.

Ebbe felici parole di incitamento per i giovani Soci affermando la piena fiducia nella loro energia e nella loro intelligenza; e accennando al Congresso da tenersi fra 18 anni per il cinquantenario dell'A. E. I. si disse sicuro che i giovani di oggi sapranno per quella data preparare alla Associazione una nuova larga schiera di vere ed alte competenze della tecnica e della scienza.

Cessati gli applausi che coronarono le parole del Presidente, S. E. il Prof. Corbino, salutato a sua volta dal caldo applauso dell'assemblea, pronunciò il magnifico discorso inaugurale su « *Un capitolo della Fisica Moderna* » che *L'Elettrotecnica* ha già pubblicato integralmente, e che lasciò in tutti i presenti l'impressione del più vivo godimento intellettuale.

\*

Alle ore 14 dello stesso giorno, i Congressisti si recarono a fare atto di omaggio al mausoleo dove giace Alessandro Volta; sulla tomba del Grande, il Presidente depose a nome dell'A. E. I. una corona di alloro.

Alle ore 15,30 si iniziarono i lavori del Congresso. Seguendo l'ordine proposto dal Presidente, la seduta viene dedicata alle Relazioni di maggiore attinenza alla telegrafia ed alla telefonia.

Il Prof. Di Pirro riassume la sua Relazione sui progressi della telefonia a grande distanza, prendendo argomento dalle proiezioni appositamente preparate per dare rapidamente nozione dei dispositivi successivamente studiati allo scopo di realizzare la possibilità di comunicazioni telefoniche a distanze sempre maggiori, vincendo le molte difficoltà inerenti a questo problema.

Constatata l'assenza dell'Ing. *Faranda*, che avrebbe dovuto riferire sulla telefonia urbana e i sistemi automatici, prende poi la parola l'ingegnere *Venturini*, in sostituzione del Prof. *Ponti* che non aveva potuto intervenire; riferisce sul problema telefonico in Italia, dando notizia dell'opera in breve tempo compiuta dalle Società concessionarie, per il riordino ed il perfezionamento della rete telefonica italiana, mettendo in evidenza i grandi miglioramenti già realizzati e l'importanza dei lavori in corso che presto varranno a togliere l'Italia dalla condizione di inferiorità nella quale fino ad ora si trovava nei riguardi del servizio telefonico.

Segue il Comandante *Pession*, il quale espone i lavori eseguiti ed in corso per dotare l'Italia di una grande rete interurbana di cavi telefonici, che permettano di ottenere fra i principali centri della penisola comunicazioni telefoniche rapide e sicure.

Aperta la discussione sugli argomenti trattati precedentemente, l'Ing. *Bonaria* chiede se qualche congressista possa dare notizia sull'impiego in Italia di fili telefonici con anima d'acciaio, che sono largamente usati in America. Rispondono il Prof. *Di Pirro*, segnalando gli inconvenienti per quali tali fili, adottati in esperimento, dovettero essere abbandonati; e l'Ing. *Venturini* che, riferendo su osservazioni da lui compiute in America, esprime dei dubbi sulla convenienza di tale impiego. Su domanda dell'Ing. *Osti*, il Comandante *Pession* assicura che si è provveduto a porre nei cavi telefonici, anche delle coppie telegrafiche.

Chiusa la discussione, il Presidente, nell'assenza dell'Ing. *Perrilli*, dà la parola all'Ing. *Gorio* il quale ne riassume la Relazione sugli sviluppi della telegrafia sottomarina, tracciando a grandi tratti la storia dei progressi di questo ramo della tecnica, e soffermandosi sui moderni dispositivi di costruzione e di posa dei cavi sottomarini.

L'ultimo oratore della seduta fu l'Ing. *Mazucca* che espose la Relazione stesa in collaborazione dell'Ing. *Albanese*, sui sistemi telegrafici moderni. Passando rapidamente in rivista i progressi compiuti, descrisse i tipi principali di dispositivi moderni per la telegrafia multipla, automatica e con correnti ad alta frequenza.

\*

Le sera ebbe luogo una riunione speciale nella quale il Presidente generale volle rendere conto dei risultati di una recente, felice iniziativa della Presidenza. Da anni si discute pro e contro la creazione, in Italia, di un grande laboratorio centrale di ricerche e misure elettriche tipo Reichsanstalt o Bureau of Standards. Per portare un contributo concreto alla discussione la Presidenza pensò di saggiare quello che gli attuali laboratori di elettrotecnica presso le scuole di ingegneria del Regno, sono in grado di fare e, per cominciare, fece circolare fra otto laboratori due campioni di resistenze, uno di induttanza ed uno di capacità, chiedendo a ciascun laboratorio di determinarne i valori. Tutti i laboratori risposero volenterosamente all'iniziativa e le relazioni da essi inviate alla Presidenza fornirono argomento al Vallauri, per molte interessanti considerazioni, che formeranno senza dubbio oggetto di una prossima pubblicazione.

L'assemblea, di cui facevano parte, invitati, quasi tutti i Direttori dei laboratori interessati, si compiacque dei risultati raggiunti e dopo breve scambio di idee, approvò la proposta del Presidente di sviluppare l'iniziativa facendo verificare analogamente dai vari laboratori alcuni apparecchi industriali. Sull'argomento avremo occasione di ritornare con maggior ampiezza.

### Venerdì, 7 ottobre.

All'apertura della seduta antimeridiana, ha la parola il Prof. *Di Pirro*, che riassume la sua relazione sulle perturbazioni prodotte sui circuiti telegrafici e telefonici dalle linee ad alta tensione ed a forte corrente.

L'argomento, d'importanza vastissima, viene esposto succintamente nei suoi punti principali: predeterminazione dell'entità dei disturbi, grandezza dei disturbi tollerabili, determinazione delle distanze da mantenere fra linee e circuiti, e norme relative a tali distanze.

Terminata l'interessante esposizione, il conferenziere risponde a richieste di chiarimenti da parte del Prof. *Vallauri* circa le Norme che l'Amministrazione delle PP. e TT. vuole rispettare, e da parte dell'Ing. *Gilberti* circa ricerche sperimentali sull'argomento.

Alla discussione, che segue, e che riesce di grande interesse perchè vi intervengono, quali parti in causa, gli Esercenti le reti ad alta tensione, partecipano gli Ing. *Motti*, *Selmo* e *Perego* ed il Prof. *Barbagelata*. A concluderla, il Prof. *Focaccia*, commentando un O. d. G., di cui egli è primo firmatario, chiede la collaborazione degli Enti in contrasto, per esperienze che diano risultati significativi sulla controversa questione del vantaggio del collegamento a terra del neutro degli impianti, vantaggio da studiarsi anche nei riguardi dei disturbi di cui si discute; e l'O. d. G. è approvato dall'Assemblea all'unanimità.

Ad iniziare la trattazione degli argomenti riguardanti le comunicazioni elettriche senza filo, il Comandante *Pession*, riferendo — in una lucidissima sintesi — dotte considerazioni sulla propagazione delle onde elettromagnetiche, parla dei problemi di maggiore attualità sulle radiotrasmissioni a piccola e grande distanza, degli studi teorici e sperimentali più recenti sull'argomento (influenza degli strati superiori dell'atmosfera sulla trasmissione, ultime esperienze

sulla segnalazione a mezzo di onde corte e vantaggi notevolissimi ottenuti, prime interpretazioni del fenomeno delle zone di silenzio, della selettività dei segnali dipendentemente dalla frequenza, ecc.).

A chiarimenti teorici, chiesti dal Prof. *Focaccia* sull'interpretazione fisica di fenomeni citati, risponde esaurientemente il Sen. *Corbino*, che, prendendo lo spunto dalle citazioni udite nella conferenza del Prof. *Pession*, fa voto che allo strato ionizzato dell'atmosfera, ch'egli dice praticamente scoperto da Marconi, sia dato il nome di Heaviside-Marconi.

Dopo gli applausi che coronano la proposta dell'illustre Senatore, ha luogo la comunicazione dell'Ing. *Bacchini*, il quale descrive un nuovo tipo di ondometro particolarmente adatto alla misura delle lunghezze d'onda usate nelle radiodiffusioni.

Il Prof. *Vallauri* dà quindi un rapido cenno della comunicazione dell'Ing. *Gori*, assente, sulla induzione mutua fra circuiti e sulle proprietà filtranti delle catene di circuiti elettrici; egli richiama particolarmente l'attenzione dell'Assemblea sull'importante trattazione del problema dei filtri nel loro comportamento durante i periodi transitori.

Il Comandante *Matteini* descrive, poi, e discute un nuovo procedimento di rilievo delle caratteristiche dei triodi trasmettenti, prezioso perchè elimina gli errori o la parziale insufficienza di risultati, cui dan luogo i metodi finora più comunemente usati; e l'Ing. *Gorio* parla dell'impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radio-telegrafiche, riferendo dell'interessante raccolta di dati sperimentali esposta nella nota presentata dal Prof. *Pession* e da lui.

Al termine di questo gruppo di relazioni e comunicazioni, il Presidente, interpretando i sentimenti dell'Assemblea, propone l'invio a S. E. il Ministro delle Comunicazioni di un telegramma di ossequio e di gratitudine per aver voluto dar modo a così ricca schiera di valentissimi funzionari del suo Dicastero di contribuire tanto efficacemente ai lavori del Congresso. E la proposta viene approvata per acclamazione.

Abbandonato, poi, momentaneamente il seggio del presidente per la tribuna del conferenziere, il Prof. *Vallauri* riferisce circa i confronti fra misure di frequenza a mezzo di piezorisuonatori. Istituiti in seguito all'iniziativa del Bureau of Standards americano, essi sono stati origine di studi riusciti in Italia particolarmente fecondi.

Invero dopo che nell'I. E. R. T. della R. Marina, a Livorno, sono stati condotti per queste prove ad alto grado di precisione i metodi generalmente usati a tale scopo, utilizzando il principio della moltiplicazione di frequenze note — e ne è esempio quello esposto dal Dott. *Vecchiacchi* nella sua relazione, che il Prof. *Vallauri* riassume, — lo stesso Dott. *Vecchiacchi* ha ideato e realizzato un procedimento affatto nuovo, basato invece sul principio di una demoltiplicazione della frequenza. I notevolissimi vantaggi che questo metodo presenta lasciano prevedere la possibilità di una larga messe di preziose applicazioni anche in altri rami della elettrotecnica.

Al termine della chiara esposizione, il Sen. *Corbino* ringrazia il Conferenziere a nome dell'Assemblea e vuol ricordare che, come oggi il Prof. *Vallauri* è nunzio ad essa del ritrovato della demoltiplicazione, così allo stesso Prof. *Vallauri* la tecnica si riconosce da tempo debitrice di una delle più brillanti soluzioni del problema inverso, cioè di quello della moltiplicazione della frequenza.

La seduta vien tolta fra gli applausi che salutano le ultime parole dell'Oratore.

\*

Il pomeriggio dello stesso giorno fu occupato da una gita a Cislago e a Turbigo. Alle 12 precise i partecipanti alla gita, con quattro vetture dell'«Autostrada» partivano dall'Istituto Carducci e dopo circa un'ora giungevano a Varese dove la S. I. P. offriva con grande signorilità un pranzo al Grand Hôtel. Allo spumante l'Ing. *Roncaldier*, Consigliere delegato della S. I. P. Breda, prendeva la parola per dare il benvenuto agli ospiti, dicendosi lieto di poter ricevere una così folta schiera di tecnici, tra i quali numerose Signore e Signorine portavano una nota gentile. A lui rispondeva il Presidente generale dell'A. E. I., Prof. *Vallauri*, il quale ben interpretando il sentimento unanime dei congressisti, testimoniava con brillanti parole ai dirigenti della Società tutto il godimento ed il compiacimento degli ospiti.

Terminato il pranzo, coi medesimi automezzi, in poco più di un'ora i gitanti giungevano a Cislago dove potevano ammirare nell'insieme ed apprezzare nei particolari tecnici e costruttivi la grandiosa e, nel suo genere, estetica installazione all'aperto, che sarà intitolata ad Alessandro Volta e che la S. I. P. ha costruito a servizio delle grandi linee a 135 kV della Valtellina, e gli attigui locali dove sono installati i sincroni di regolazione e centralizzati tutti i comandi a distanza.

Le centrale termoelettrica di riserva di Turbigo che dista da Cislago circa trenta chilometri, costituiva la seconda tappa tecnica della interessantissima gita. La modernità e la grandiosità dell'impianto, già parzialmente in funzione, e che potrà fornire ad installazione ultimata, così come è stato progettato, una potenza totale di 100 ÷ 120.000 kW distribuiti su quattro gruppi, ha in verità dato ai congressisti la esatta sensazione dei notevoli progressi che in questo campo ha compiuto la tecnica, progressi, diremo così, di «dimensione» ma anche e soprattutto di concetto.

Alle 21 circa le autovetture riconducevano, percorrendo in parte la magnifica autostrada che collega Milano a Como, alla loro sede i Congressisti, nei quali la magnifica gita lasciava il più grato ricordo.



Mentre si svolgeva la gita a Cislago e Turbigo, altri gruppi di Congressisti si recavano invece a visitare alcuni stabilimenti industriali nelle vicinanze di Como.

Un primo gruppo si recò a Merone dove visitò la grande Fabbrica Nazionale di Cementi Montadon e C.; successivamente a Camerlata, visitava le Seterie Clerici, interessandosi a quella signorile industria così diffusa nella regione Comasca.

Un altro gruppo visitava invece le Officine Meccaniche per le Industrie Tessili e Affini OMITA di Albate e gli stabilimenti delle Cartiere di Maslianico.

Dovunque, le Direzioni degli Stabilimenti visitati gareggiarono in cortesia nell'accogliere colla maggiore cordialità i congressisti ai quali furono larghi di chiarimenti e di spiegazioni durante le visite.

Una bella escursione era stata pure organizzata per le gentili Signore dei Congressisti le quali, in un gruppo numeroso si recarono alla Sighignola e a Lanzo, visitando poi la Villa Carlotta.

### Sabato, 8 ottobre.

Aperta la seduta puntualmente alle ore 9, il *Presidente* dà comunicazione all'Assemblea di un telegramma di S. E. il Ministro delle Comunicazioni in risposta e ringraziamento del messaggio inviatogli il giorno precedente; propone quindi di iniziare la trattazione del tema B con l'insieme di relazioni e comunicazioni riguardanti gli isolatori.

Sale perciò alla tribuna l'Ing. *Alessandri* che, parlando della tecnica di questi importantissimi organi delle linee, dà notizia dei più moderni perfezionamenti introdotti nel loro progetto, nella costituzione e nella fabbricazione di essi; e li illustra con ricca documentazione fotografica.

Segue l'Ing. *Altmann* il quale, prendendo in esame le proprietà tecniche della porcellana per isolatori ad alta tensione, ne trae conclusioni per la costruzione e la prova di essi; e, ponendo la questione dell'invecchiamento della porcellana, ne nega la esistenza.

Aperta la discussione, l'Ing. *Alessandri* fa alcune osservazioni teoriche e pratiche alla comunicazione *Altmann*. Agli esposti vantaggi di un uso appropriato di isolatori diversi per le catene di sospensione e per quelle di amarraggio, l'Ing. *Dalla Verde* contrappone l'importanza che ha per gli esercenti il non dover disporre di scorte di isolatori di vario tipo per una stessa linea; ed a tal proposito l'Ing. *Motti* ricorda la possibilità dell'uso, in determinati casi, di catene doppie costituite con isolatori soliti di linea.

Partecipano inoltre alla discussione l'Ing. *Passarin*, il quale pone in rilievo i vantaggi di un suo tipo di isolatore, e ne spiega la genesi teorica e sperimentale; l'Ing. *Benzimra* che vuol ricordare a chi gli sembra averla messa in dubbio, l'importanza dei collaudi ai quali la pratica non potrà rinunciare; ed infine l'Ing. *Bonaria* che dà cenno di un nuovo tipo di isolatore a cappa e pernotto completamente senza cementazione.

Chiusa la discussione, l'Ing. *Selmo* riassume la relazione presentata insieme al Prof. *Focaccia* ed all'Ing. *Cerillo* sul cosiddetto invecchiamento degli isolatori; richiama l'attenzione dell'uditorio sull'importanza della questione, che egli rileva vertere, in tutta la sua gravità, non sul deperimento del solo materiale costituente il corpo dell'isolatore, ma sul deperimento indiscutibile dell'organo nel suo complesso; auspica una intensa collaborazione fra fabbricanti ed esercenti, e una raccolta di informazioni dettagliate e molto precise sulla vita degli isolatori in opera nelle linee.

Il conferenziere passa poi a parlare del selezionamento termico degli isolatori, e riferisce risultati di esperienze, anche recentissime, da lui condotte in proposito; mostra infine delle diapositive di micrografie di materiali usati per isolatori (porcellana e vetro), le quali vengono commentate, oltreché da lui, anche dall'Ing. *Alessandri*.

Circa il comportamento degli isolatori sulle linee elettriche in Sardegna, parla poi l'Ing. *S. Silva*, il quale, rilevate le difficoltà cui dan luogo, in proposito, le particolari condizioni atmosferiche del paese, espone i provvedimenti presi e riassume risultati di confronto sistematico, in esercizio, di isolatori di materiale diverso, vetro e porcellana.

Infine l'Ing. *Motti*, riassumendo la sua relazione sulle prove degli isolatori, muove acute osservazioni e critiche alle Norme italiane attualmente in vigore su questo argomento; egli porta anche, argomenti favorevoli al suo dire, i risultati di un accurato studio comparativo delle Norme di altre Nazioni.

La discussione sul vasto ed importante argomento, che è oggetto dei lavori della seduta, s'inizia con un voto del Prof. *Vallauri*, il quale, prendendo lo spunto da un cenno della relazione *Altmann*, auspica nuovi studi e progressi nei metodi più razionali di prova degli isolatori, con particolare riguardo a quelli basati sulla determinazione sperimentale dell'angolo di perdita del dielettrico.

Sull'argomento delle Norme parlano i Proff. *Grassi* e *Barbagelata*, aderendo in massima ai concetti esposti dall'Ing. *Motti*.

Notizie e chiarimenti interessanti sul comportarsi degli isolatori in esercizio forniscono gli Ingg. *Alessandri*, *Roncaldier* e *Selmo*; ed il Prof. *Rebora* e l'Ing. *Emanuelli* portano preziosi contributi di osservazioni e dati sperimentali.

Sulla questione della maggior frequenza di rottura degli isolatori posti — nelle catene — in posizioni determinate, interloquiscono gli Ingg. *Passarin*, *Palestrino*, *Viviani*, *Pedretti*, *Dalla Verde*, ed il Prof. *Focaccia*, che porta nella discussione elementi assunti dalle più moderne e dettagliate statistiche estere.

\*

La seduta pomeridiana venne aperta colla relazione dell'Ing. *Dalla Verde* sulle particolarità ed accessori delle catene di isolatori. L'ampia e documentata relazione dell'Ing. *Dalla Verde* diede luogo ad una interessante discussione.

Dopo che il *Presidente* ebbe messo in rilievo l'importanza dello studio e della esauriente documentazione raccolta intorno alle caratteristiche delle grandi linee italiane, il Prof. *Rebora* muove qualche osservazione riguardo all'angolo d'obliquità che possono raggiungere le catene di isolatori per effetto del vento, e intorno alle norme proposte dal Bureau of Standards americano circa le distanze fra fili e palo; rileva poi come si debba essere prudenti nell'applicare alla pratica delle grandi linee le esperienze di laboratorio eseguite sempre con potenze in gioco relativamente piccole. Concordando coll'Ing. *Dalla Verde* sull'opportunità di ridurre gli amarraggi, nota come a tale concetto si oppongano ancora praticamente le Ferrovie colle loro prescrizioni sugli attraversamenti. Su questo argomento l'Ing. *Motti* si propone di eseguire una inchiesta su quanto è praticato all'estero.

L'Ing. *Alessandri* raccomanda che siano sempre evitati gli sforzi di flessione nelle catene di isolatori e richiama l'attenzione sulla pratica americana di usare mensole in legno sui pali in ferro. Tale pratica era stata adottata anche in Italia dalla Soc. Lombarda, ma, secondo quanto riferisce l'Ing. *Crivellari* dovette poi essere abbandonata pel rapido deterioramento.

A questo proposito, l'Ing. *Silva* porta qualche notizia sulle linee della Sardegna, in pali di legno con basamento di cemento, dove però attualmente si sono adottate mensole in ferro; si ebbero qualche volta dei pali schiantati dal fulmine ma non si ebbe mai il caso di pali carbonizzati per corrente di perdita; qualche mensola però bruciava quando si verificava un arco. Nello stesso senso parla l'Ing. *Viviani*. Si accende poi una discussione alla quale partecipano *Rebora*, *Palestrino* e *Alessandri* circa le esperienze dell'Austin sulla messa a terra delle mensole.

Il Prof. *Focaccia* avverte che, contrariamente ad una opinione diffusa, recenti statistiche giapponesi avrebbero dimostrato che la percentuale di guasti nei singoli elementi delle catene di isolatori non è in alcun modo funzione della posizione rispettiva degli elementi stessi nella catena. Osservazioni accurate e corredate di tutti i dati relativi alla vita e al funzionamento degli isolatori si propone di raccogliere l'Ing. *Viviani*, mentre l'Ing. *Passarin* mette in rilievo l'importanza pratica di arrivare ad una normalizzazione della morsetteria.

Il *Presidente* riassumendo la discussione, si rallegra che tra i risultati di questa riunione vi sia anche quello di poter contare su una fioritura di seri studi statistici.

Successivamente l'Ing. *G. Silva* riassume la sua relazione sugli isolatori passanti per altissime tensioni esponendo i concetti fondamentali direttivi per le calcolazioni e le costruzioni di essi.

Dopo che il *Presidente* ebbe espresso le sue congratulazioni all'Ing. *Silva* per la magnifica relazione che è già stata integralmente tradotta in America, si apre una discussione a cui partecipano *Rebora*, *Emanuelli*, *Pugno-Vannoni* e il *Presidente* circa il meccanismo di bruciatura dei dielettrici e l'importanza dell'andamento delle perdite in funzione della temperatura nei riguardi della durata di impiego.

L'Ing. *Silva*, rispondendo ad una osservazione dell'Ing. *Alessandri*, osserva che per i passanti in bakelite da installare all'aperto, i costruttori fanno ricorso ad una protezione completa in porcellana. Aderendo a una richiesta del Prof. *Rebora* espone le caratteristiche dei passanti del tipo da lui ideato e che permettono di realizzare una distribuzione uniforme del potenziale sia in senso radiale che longitudinale, mediante una configurazione speciale data alle singole armature.

Prende poi la parola l'Ing. *Someda* che riassume brevemente la sua relazione intorno agli attraversamenti delle pareti con conduttori ad alta tensione in aria. Il Prof. *Rebora* prende lo spunto per presentare alcune proiezioni che riproducono esperienze da lui eseguite in passato sull'argomento.

L'Ing. *E. Semenza* riassume la sua relazione sui conduttori per linee ad altissimo potenziale, passando in rivista i principali tipi di conduttori che sono stati recentemente proposti od applicati.

A proposito dei conduttori cavi ricordati dall'oratore, l'Ing. *Giorgi* espone qualche dato costruttivo su un conduttore di questo tipo prodotto in Italia, e formato da un nastro di rame semicrudato e avvolto ad elica a piccolo passo intorno al quale sono avvolti i fili conduttori in uno o due strati; illustra anche le particolarità della messa in opera e delle giunzioni di questo nuovo tipo di conduttore.

Intorno all'uso fatto su linee della Sardegna di un conduttore di alluminio ad anima di acciaio dà qualche notizia l'Ing. *S. Silva*.

Sull'importanza del fenomeno corona, messa in rilievo dall'Ing. *Semenza* interloquiscono l'Ing. *Palestrino*, l'Ing. *Pitz*, che espone osservazioni personali sulle linee americane, e l'Ing. *Crivellari* che dà notizia di esperienze compiute fino a tensione di 170.000 V sulle linee della Valtellina per la verifica delle perdite.

Il Prof. *Focaccia* riassume poi la relazione, stesa in collaborazione cogli Ingg. *G. Cerillo* e *L. Selmo*, sul collegamento a terra del neutro negli impianti ad alta tensione. Il *Presidente* ringraziando i relatori, ha parole di plauso per quei colleghi della Sezione di Napoli che spesso hanno portato prezioso contributo di lavoro all'A. E. I. Un interessante contributo di esperienza pratica è portato dal-

l'Ing. Selmo il quale dichiarò che i frequenti disturbi che si verificavano in passato sulla linea del Pescara, sono completamente scomparsi da quando venne messo a terra il neutro, ciò che non ha portato alcun disturbo alle linee telegrafiche e telefoniche.

L'Ing. Bosone, dopo avere accennato, tra gli applausi dell'Assemblea alle benemeritenze acquistate dall'Ing. Emanueli riguardo alla costruzione di cavi ad alta tensione, riferisce su di un cavo a 70.000 volt costruito da una Ditta italiana, di tipo a cavità interna e che ha il vantaggio di non richiedere alcuna installazione ausiliaria per mantenere la necessaria pressione d'olio nell'interno; tronchi di questo cavo sono in servizio sperimentale in collegamento con linee a 75.000 volt, con esito soddisfacente.

Il Presidente, ringraziando l'oratore, rileva che l'Assemblea, cogli applausi che rivolge all'Ing. Bosone come, precedentemente, all'Ing. Emanueli, vuole certamente salutare i successi di una grande industria nazionale.

L'Ing. Motti comunica che una prima installazione di tipo industriale di un cavo a 70.000 V è entrata recentemente in funzione a Napoli pel collegamento fra la centrale Maurizio Capuano e la sottostazione di Poggioreale.

Ultimate così le Relazioni, il Presidente invita i colleghi a recarsi a visitare il Tempio Voltiano fatto costruire dall'On. Somaini e che sarà aperto, per speciale concessione, ai congressisti; ai visitatori l'On. Somaini invierà poi una medaglia-ricordo. Dichiarata chiusa la seduta.

Prima che l'assemblea si sciogliesse venne eseguita una riuscitissima cinematografia degli impianti della Sila, la quale, grazie anche alle spiegazioni gentilmente fornite dall'Ing. Motti, diede ai congressisti una visione sufficientemente completa degli importanti lavori compiuti.

\*

Alla sera dello stesso giorno di sabato 8 ottobre, i congressisti si ritrovarono al pranzo sociale all'Hôtel Plinius a Como. Dopo il banchetto, durante il quale regnò la più simpatica cordialità, il Presidente generale, dopo un omaggio alle Signore presenti, ebbe calde parole di saluto ai colleghi e auspicò al luminoso avvenire dell'A. E. I.

Parlò poi il Prefetto di Como; dopo le cortesi espressioni d'uso, ebbe felicissime parole di particolare omaggio alla Signora Vallauri, che partecipava al banchetto e alla quale un caloroso applauso dei presenti disse il deferente compiacimento di tutti nel vedere a fianco dell'amato Presidente la gentile Compagna.

#### **Domenica, 9 ottobre.**

Al mattino venne tenuta l'Assemblea generale dell'A. E. I.

Il Presidente, comunicando che il Prof. Lori, trattenuto a Roma da impegni improrogabili, ha avvertito di non poter tenere il discorso annunciato col titolo: « Per una storia dell'Elettrotecnica Italiana », esprime il voto che il compito assunto dal Prof. Lori per la costituzione di una deputazione di storia dell'elettrotecnica possa avere felice realizzazione.

Dopo aver rilevato la necessità impellente di dedicare le massime cure alla scuola affinché l'Italia possa riprendere il posto che le spetta anche nel campo delle ricerche scientifiche, auspica una più stretta collaborazione fra l'industria e la scienza e rivolge in questo senso un caldo appello agli industriali.

Manda un mesto ricordo ai Soci defunti dell'ultimo anno, dei quali legge i nomi, mentre l'Assemblea ascolta, riverente, in piedi.

Riassume poi le diverse manifestazioni dell'attività dell'Associazione, rilevando con speciale compiacenza come vada sempre più allargandosi la funzione di consulenza nei riguardi dello Stato, e soffermandosi sulla partecipazione presa alle onoranze Voltiane.

Avverte che la riunione del prossimo anno sarà tenuta a Genova. La Presidenza ha ricevuto dal Consiglio generale mandato per la scelta dei temi.

Dà notizia della fondazione, da parte della Italy-America Society in occasione del centenario Voltiano, di una borsa di studio per un giovane ingegnere italiano che passi un anno di perfezionamento agli Stati Uniti. E' motivo di compiacimento per l'A. E. I. che l'Italy-America Society abbia ad essa deferito l'incarico di amministrare questa borsa.

Riassume il lavoro svolto dal Comitato Elettrotecnico Italiano culminato nell'organizzazione della recente riuscitissima riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale svoltasi dal 4 al 24 settembre, fra Bellagio, Como e Roma.

Riferisce poi della nuova iniziativa della presidenza circa la organizzazione di una serie di misure comparative eseguite nei laboratori di elettrotecnica dei Politecnici, ciò che valse a dimostrare che i nostri laboratori sono attrezzati, in fatto di campioni, in modo del tutto soddisfacente. L'iniziativa sarà continuata ed allargata.

Passando a parlare dei premi Jona e Bianchi, rivolge deferenti parole di omaggio al Presidente della Commissione e decano dell'A. E. I., Prof. Grassi, esprimendogli il ringraziamento dell'Associazione per l'attaccamento che ad essa dimostra in ogni occasione.

Dopo che il vivissimo plauso dell'Assemblea ebbe sottolineate le parole del Presidente, il Prof. Barbagelata diede lettura della relazione della Commissione che propone di assegnare i due premi al Prof. Rebola e all'Ing. Bottani, e che viene approvata tra gli applausi

dei presenti. Il Prof. Rebola ringrazia brevemente, mandando un reverente pensiero alla memoria dell'Ing. Emanuele Jona.

Vengono poi approvate all'unanimità i bilanci, consuntivo e preventivo.

A nome del Consiglio generale, il Presidente propone che vengano nominati soci vitalizi dell'A. E. I., i Soci che perdettero eroicamente la vita durante la guerra. L'Assemblea, in piedi, ascolta con raccolta attenzione la lettura dei nomi gloriosi ed approva, con unanime, commosso applauso, la proposta.

Prende la parola il Prof. Grassi, il quale interpreta il sentimento dell'Assemblea, ringraziando il Presidente generale per il modo abilissimo col quale ha condotto i lavori del Congresso. Un caloroso applauso della Assemblea manifesta l'omaggio dei congressisti al Presidente il quale abbraccia commosso il Prof. Grassi. Questi, parlando ancora fra la deferente attenzione di tutti i presenti, manda un saluto ai giovani ai quali è affidato l'avvenire e il progresso della scienza e della tecnica. Chiude assicurando che sarà sempre, almeno in ispirito, presente alle riunioni dell'A. E. I.

I congressisti salutano con un caloroso applauso l'antico e venerato Presidente.

\*

Chiusa così la seduta, venne eseguita la proiezione di una interessante pellicola cinematografica illustrante gli impianti della Società Lombarda. Le belle proiezioni, accompagnate dagli schiarimenti dell'Ing. Fantoli, destarono il vivo interesse dei presenti.

Scolta poi la riunione, i congressisti si recarono alla spicciolata alla Villa Olmo, visitando le sale della Esposizione Voltiana, e partecipando ad un vermout d'onore, signorilmente offerto dal Comitato.

Nel pomeriggio i partecipanti al Congresso presenziarono numerosi al Concerto Ranzato, pure gentilmente offerto, nel salone dell'Istituto Carducci, dal Comitato dell'Esposizione.

#### **Lunedì, 10 ottobre.**

Le giornate del 10 e dell'11 ottobre costituirono una interessante e piacevole appendice al Congresso, colle gite alla Centrale di Mese e agli stabilimenti della Soc. Ceramica del Verbano. I congressisti parteciparono in gran numero a queste gite che, svoltesi con generale soddisfazione fra la bellezza incantevole dei luoghi e la signorile accoglienza degli ospiti cortesissimi, valsero a riconfermare quei rapporti di cordiale colleganza che si erano andati formando o rinnovando durante le sedute di Como.

La mattina di lunedì 10 ottobre, oltre 200 congressisti partirono da Como su un battello speciale, gentilmente offerto dal Comune di Como. Il battello risalì il lago per tutta la sua lunghezza permettendo ai gitanti, molti dei quali provenendo dalle Sezioni meridionali, non conoscevano le bellezze del Lario, di ammirare i pittoreschi panorami che si susseguono ininterrottamente sulle floride sponde.

Dopo tre ore di navigazione, trascorse a bordo in una simpatica, generale gaiezza, si approdò a Colico, all'estremità settentrionale del lago. Qui attendeva il treno speciale che portava i gitanti fino alla passerella della fermata di Mese.

La Società Interregionale Cisalpina aveva cortesemente messo a disposizione delle Signore parecchie automobili per condurle fino alla centrale, mentre gli altri facevano volentieri, dopo la forzata inazione del battello e sul treno, la breve passeggiata.

Ad attendere gli ospiti era l'Ing. Gasparoni, della Interregionale Cisalpina, il quale invitò i gitanti a prendere posto alle tavole elegantemente imbandite nella parte ancora libera dell'ampissimo edificio dei trasformatori. Alla colazione, offerta con signorile larghezza in quell'ambiente così adatto per degli elettrotecnici, i congressisti fecero una festosa accoglienza che attestava della salubrità della frizzante aria del lago.

Allo spumante l'Ing. Gasparoni parlò, applauditissimo, portando ai congressisti il saluto dell'On. Motta che, per essere indisposto, non aveva potuto intervenire. Si disse poi lieto, a nome della Soc. Interregionale Cisalpina, di ospitare i partecipanti al Congresso dell'A.E.I. Passò poi a descrivere, nelle loro linee principali, le caratteristiche costruttive della centrale di Mese e la sua importanza nei riguardi della grande rete di impianti del gruppo Edison alla quale esso è collegata.

Il Presidente Vallauri, rispondendo, esprime a nome dei Congressisti i ringraziamenti di tutti per la cortese accoglienza, e l'ammirazione per l'opera grandiosa portata a compimento con tenacia e ardimento mirabili. Notò come i congressisti avessero, colla gita precedente a Cislago e a Turbigo e con quella attuale, preso visione di impianti appartenenti ai due massimi gruppi di Società elettriche italiane e ne trasse argomento per esaltare l'opera degli italiani. Osservò poi come una delle cause che favorirono lo sviluppo sempre più prospero dell'A.E.I. sia stato appunto l'appoggio ad essa sempre portato dagli uomini che stanno a capo delle grandi Società elettriche, e chiuse inneggiando alla solidarietà degli elettrotecnici italiani.

L'applauso vivissimo dei presenti dimostrò quanto le parole del Presidente interpretassero il sentimento generale dei congressisti.

Dopo la colazione, parecchi ingegneri della Interregionale Cisalpina guidarono gentilmente gli ospiti a visitare la centrale, di cui « L'Elettrotecnica » ha già altra volta pubblicato una descrizione.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### L'Impianto del Tirso.

Dato corso completamente, o quasi, alla massa imponente delle relazioni e delle memorie raccolte per la recente riunione di Como, possiamo dedicarci di nuovo ad altre forme di attività del nostro giornale, riprendendo, dopo un lungo forzato periodo di silenzio, quelle descrizioni dei più importanti o tipici impianti italiani che contano fra le migliori e, per ora, più fortunate iniziative della nostra Associazione. Iniziamo infatti oggi la descrizione di quell'impianto del Tirso che da alcuni anni ha richiamato sulla Sardegna l'attenzione degli idroelettrici del mondo intero. Si tratta com'è noto di un impianto per varie ragioni veramente singolare. L'enorme volume di circa 450 milioni di metri cubi d'acqua immagazzinabile, pone il lago artificiale del Tirso in primissima linea fra i congeneri del mondo intero; la diga ad archi multipli costruita per creare tale lago è senza dubbio una delle più imponenti ed eleganti, ed i rilievi sistematicamente di essa eseguiti dopo la messa in esercizio, permettono di considerarla anche fra le più perfette opere della moderna ingegneria. Infine, la disposizione della centrale, che utilizza arditamente i vani creati dagli enormi archi obliqui della diga, costituisce un esempio unico in Italia e che trova ben pochi riscontri negli altri Paesi. Si tratta dunque di un'opera che onora veramente la tecnica italiana, e noi vorremmo poter citare qui tutti coloro che vi hanno collaborato, dall'Ing. Omodeo che tracciò il primo progetto, all'Ing. Kambo, che studiò la diga, dall'Ing. G. Dolcetta, tenace propugnatore ed instancabile animatore della sua realizzazione, giù giù fino agli umili operai che dovettero anche combattere colle insidie di un clima inospite.

Siamo veramente lieti di poter offrire questa pubblicazione ai nostri lettori ed esprimiamo qui tutta la nostra gratitudine all'Ing. Dolcetta, Consigliere delegato della Società che autorizzò e facilitò in ogni modo il nostro lavoro, ed all'Ing. Tommaso Fiorelli che ci fornì con grande pazienza materiali, elementi e delucidazioni. Il lavoro di redazione fu come sempre curato dal nostro Segretario di redazione Ing. S. Nicolò, che si recò espressamente in Sardegna, ed i disegni raccolti furono interamente rifatti nei nostri uffici per renderne veramente chiara ed utile la riproduzione tipografica.

### Protezionismo ed antiprotezionismo.

Non alludiamo alla eterna questione che sempre appassiona gli economisti; ma a quella che si delineò così brillantemente nella Riunione di Brescia circa i dispositivi di protezione contro le sovratensioni. Ormai è fuori di dubbio che la maggioranza dei nostri tecnici sia per l'abolizione di tali dispositivi ed anche nella recente sessione della Conférence des Grands réseaux a Parigi la tendenza antiprotezionista ebbe — come già ricordammo — vigorose affermazioni. La parola d'ordine pare dunque che gli impianti debbano proteggersi da sè, e finora si pensava che per i trasformatori allacciati alle linee questa autoprotezione dovesse risiedere essenzialmente nella larghezza dell'isolamento fra spire. Una nota dell'Ing. SOMEDA che oggi pubblichiamo, ci mostra come anche per altra via, e precisamente graduando artificialmente le varie capacità, fra spire e verso massa, degli avvolgimenti, si possano attenuare considerevolmente almeno le sollecitazioni dovute al presentarsi di onde di tensione a fronte ripido.

LA REDAZIONE.

### □ TRASFORMATORI AUTOPROTETTI CONTRO LE SOVRATENSIONI □ □

G. SOMEDA

§ 1. — La localizzazione della tensione, propria di una onda a fronte ripido, fra le prime spire di un avvolgimento di macchina elettrica, in particolare di un trasformatore, costituisce uno dei fenomeni più pericolosi per la conservazione della macchina stessa, come lo provano la teoria e la pratica <sup>(1)</sup>. Basta infatti pensare alle non poche noie arrecate all'esercizio dei trasformatori a rapporto variabile, con le prese di corrente in testa alle colonne, riportate all'esterno attraverso un unico passante.

A tale pericolo si tenta di porre riparo battendo due vie nettamente distinte e cioè:

1° - Adozione d'apparecchi di protezione esterni alla macchina (bobine di self, condensatori, ecc.) ai quali spetta il compito di ridurre la causa del pericolo, attenuando l'ampiezza e la ripidità di fronte dell'onda di sovratensione, dissipandone in parte l'energia a mezzo di adeguate resistenze di smorzamento.

2° - Costruzione di trasformatori (dico trasformatori perchè rappresentano il caso più comune e di gran lunga più importante) autoprotetti, vale a dire capaci di resistere a sovratensioni di valore notevolmente elevato.

Non mi occuperò nella presente nota dei mezzi di cui al N. 1, salvo per qualche osservazione che incidentalmente si collegasse al secondo argomento sul quale intendo diffondermi maggiormente.

§ 2. — Per chiarire a sufficienza alcuni sistemi, atti ad ottenere l'autoprotezione di un avvolgimento, mi è indispensabile richiamare, sia pur brevemente, gli elementi che influiscono sulla più o meno regolare distribuzione della tensione in regime perturbato.

Il comportamento di un avvolgimento investito da un'onda di tensione a fronte ripido fu dapprima analizzato come se si trattasse di autoinduzione pura. Soltanto in periodo successivo si addivenne alla considerazione di un altro importantissimo elemento: la capacità degli avvolgimenti stessi. E qui conviene senz'altro separare quella che si può chiamare la capacità propria di una bobina, cioè la capacità fra spira e spira, dalla capacità verso terra delle successive spire.

In una trattazione accurata del problema di ripartizione della tensione lungo un avvolgimento non è possibile, come ha chiaramente posto in evidenza Wagner <sup>(2)</sup>, prescindere dalla considerazione simultanea di questo doppio sistema di capacità.

Onde facilitare lo studio si può separare l'istante iniziale del fenomeno, durante il quale una corrente non si è ancora stabilita attraverso l'avvolgimento, dal successivo andamento dei fatti. Limitatamente alla prima fase si può allora ritenere infinita l'autoinduzione e considerare semplicemente il doppio sistema delle capacità anzidette. <sup>(3)</sup>

Supponendo pertanto l'avvolgimento costituito da una semplice elica a passo uniforme, di cui i cerchietti in fig. 1 siano le traccie, il problema si riduce allo studio della ripartizione del potenziale in un sistema di condensatori.

(1) Confronta: REBORA: *L'Elettrotecnica*, 1925, pag. 738.

(2) WAGNER: E. T. Z., 1916, pag. 440.

(3) WAGNER: E. T. Z., 1916, pag. 456. - SILVA: *L'Elettrotecnica*, 1925, pag. 105.



Se si indicano con  $c$  le capacità di ciascuna spira verso massa e con  $C$ , quelle verso la spira adiacente, tutte eguali fra di loro, si possono scrivere le

$$i_n = \omega c E_n \quad I_n = \omega C (E_{n-1} - E_n) \\ i_{n+1} = \omega C (E_n - E_{n+1}) \quad i_n = I_n - I_{n+1}$$

dalle quali

$$\frac{c}{C} E_n = E_{n+1} - 2 E_n + E_{n-1}$$

che, risolta (chiamando con  $E = E_1$  la tensione applicata al trasformatore, (ampiezza dell'onda incidente), dà

$$(1) \quad E_n = \frac{E \left( b^{z-n} - \frac{1}{b^{z-n}} \right)}{b^{z-1} - \frac{1}{b^{z-1}}}$$

nella quale

$$b = 1 + \frac{c}{2C} \pm \sqrt{\frac{c}{C} \left( 1 + \frac{c}{4C} \right)}$$

e  $z$  indica il totale numero di spire dell'elica.

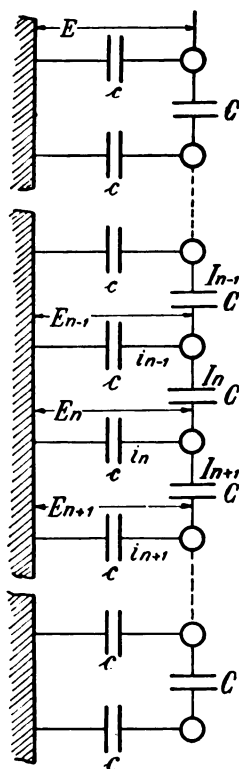


Fig. 1.

E' facile verificare che l'andamento della tensione dipende unicamente dal rapporto  $\frac{c}{C}$  e non dai valori assoluti delle capacità, ed è tanto più pericoloso per la conservazione dell'isolamento delle prime spire quanto più grande è  $c$  a confronto di  $C$ .

Per  $c$  eguale a zero la distribuzione sarebbe uniforme. Il fenomeno è, in certo senso, paragonabile a quanto avviene per la ripartizione della tensione lungo una catena di isolatori, in regime normale. Quando dopo questo primo istante l'onda, penetrando nell'avvolgimento, viene ad investire la seconda spira, si possono ripetere per le  $(z-1)$  spire successive le precedenti considerazioni tenendo conto però della contemporanea attenuazione d'ampiezza e di ripidità di fronte <sup>(4)</sup>.

Importa grandemente notare qui, come anche il fattore di attenuazione, dipenda essenzialmente dal quoziente  $\frac{c}{C}$ . Ciascuna spira dell'avvolgimento possiede una propria capacità glo-

bale, diversa dalla adiacente <sup>(5)</sup>, e precisamente crescente dalla prima all'ultima spira.

Man mano che l'onda procede lungo l'avvolgimento essa incontra quindi una capacità gradatamente maggiore ed in conseguenza l'ampiezza, alla sua fronte, si attenua in ragione inversa della radice quadrata dell'incremento della capacità; ora questo riesce tanto maggiore quanto più è basso il quoziente  $\frac{c}{C}$

come riesce facilmente comprensibile; è questo un secondo e non trascurabile beneficio degli avvolgimenti a grande capacità interna. Ma con la penetrazione dell'onda nell'avvolgimento avviene un altro fatto di capitale importanza; la sua riflessione. Giunta l'onda alla seconda spira, la differenza di potenziale propria del primo istante, fra questa e la prima, viene ridotta grandemente (sarebbe zero se non vi fosse l'attenuazione); il primo condensatore così si scarica e la sua energia in parte va riflessa, aumentando la tensione al principio dell'avvolgimento, in parte fornisce il supplemento di carica alla capacità successiva investita dall'onda. Quello che per noi qui interessa è soltanto ciò: la sollecitazione massima si ha innanzi alla fronte dell'onda ed essa è tanto più temibile: per le prime spire quanto più è grande il rapporto  $\frac{c}{C}$  nel qual caso è anche assai piccola l'attenuazione.

Questo vale fino a che si supponga come s'è fatto, che le capacità  $c$  e  $C$  siano costanti lungo tutta la spirale. E' però evidente che è sempre possibile, assegnando alle capacità valori diversi da spira a spira, ottenere una distribuzione uniforme del potenziale lungo tutto l'avvolgimento, anche per  $c$  diverso da zero.

E' in tal caso necessario che le capacità  $C$ , vadano decrescendo e le  $c$  crescendo nel senso in cui procede la sovratensione e cioè dalle prime alle ultime spire.

Un trasformatore concepito in guisa da realizzare sia pure approssimativamente tali condizioni non è in genere di pratica attuazione, ragione per cui si è finora rinunciato a risolvere il problema degli avvolgimenti a distribuzione uniforme del potenziale (salvo qualche artificio più o meno efficace cui accennerò in seguito) e si preferisce sovraisolare le prime spire del trasformatore (10 % circa), onde renderle atte a sopportare la maggior sollecitazione cui sono soggette. Non bisogna però dimenticare che, se un tale provvedimento contribuisce da un lato alla maggior sicurezza dell'apparecchio, esso non soltanto non attenua la fonte del pericolo, ma anzi lo accresce, in modo più o meno sensibile, perchè al sovraisolamento corrisponde in generale una riduzione della capacità  $C$  per le prime spire ciò che è senz'altro dannoso.

Ritengo non del tutto inutile, dopo queste premesse, esporre alcune idee che potrebbero trovare nella pratica conveniente applicazione della soluzione del problema.

§ 3. — Supponiamo pertanto che restando costantemente uguali, per ciascuna spira dell'elica, le capacità  $c$ , verso massa, le  $C$  vadano progressivamente decrescendo dalla prima all'ultima spira.

Denotiamone i successivi valori con  $C_1, C_2, \dots, C_n, \dots, C_{z-1}$ ; imponiamo inoltre la condizione  $E_n - E_{n+1} = e$  (costante) vale a dire che la distribuzione riesca uniforme.

Avremo allora

$$I_n = \omega C_n e \quad I_{n+1} = \omega C_{n+1} e \\ i_n = \omega c (z - n) e \quad I_n = I_{n+1} + i_n$$

dalle quali

$$C_n - C_{n+1} = c (z - n)$$

Se osserviamo che per l'ultima spira (essendo  $z$  il numero di questa e quindi  $z-1$  quello della capacità) si ottiene per  $n = z-1$

$$C_{z-1} = c$$

<sup>(5)</sup> Tale capacità  $K_n$  può definirsi come il rapporto tra la carica

$$Q_n = E_n c + (E_n - E_{n+1}) C$$

ed il potenziale  $E$  dato dalla (1).

L'espressione che così si ottiene è:

$$K_n = c + \frac{1}{C} \frac{b^{z-n} + \frac{1}{b^{z-n}}}{b^{z-(n+\frac{1}{2})} + \frac{1}{b^{z-(n+\frac{1}{2})}}}$$

<sup>(4)</sup> Per la trattazione analitica seguita vedere:

VIDMAR: Die Transformatoren, pag. 198 e seg.

BUCH: Theorie der moderner Hochspannungsanlage, pag. 307 e seg.

e successivamente

$$C_{z-2} = 2c + C_{z-1} = 3c$$

.....

per una generica

$$C_{z-r} = \frac{r(r+1)}{2} c$$

ossia per essere  $z - r = n$ , si ha anche

$$(2) \quad C_n = \frac{(z-n)(z-n+1)}{2} c$$

Prendiamo ora in considerazione il caso di un trasformatore quale effettivamente viene costruito nella pratica. In luogo di un'elica semplice avremo da considerare una serie di matasse.

Il problema si presenta in questo caso assai più complesso e direi duplice: possiamo infatti studiare come cose separate la ripartizione della tensione fra le successive bobine di una colonna e quella fra spira e spira di una matassa. Sofferimoci per il momento alla ripartizione fra le successive bobine. Dovremmo considerare ancora lo schema delle capacità come in fig. 1 tenendo conto che ciascuna spira dell'elica fondamentale ivi considerata rappresenta, in un certo senso, la concentrazione dell'ultima spira della matassa  $n^{ma}$  con la prima della  $n + 1^{ma}$ . Pertanto le  $C$  sono da considerarsi come capacità fra la prima e l'ultima spira di una matassa e non come capacità tra matassa e matassa, come talvolta si è scritto.

Essendo infatti due bobine consecutive direttamente collegate fra loro con connessioni brevissime si può considerare come infinita la capacità tra l'ultima spira della matassa  $n$  ma e la prima della  $n + 1^{ma}$ . Le  $c$  risulterebbero così come somma delle capacità di due semi bobine consecutive, con sufficiente approssimazione coincidenti con quelle di una bobina.

Un progressivo aumento della  $C$  dalla fine al principio dell'avvolgimento può evidentemente conseguirsi, dal punto di vista della tecnica del bobinaggio avvicinando, per le matasse di testa le prime alle ultime spire, impiegando di conseguenza materiali isolanti di più elevata rigidità dielettrica, e di alto potere induttore specifico, nonchè impiegando del rame a sezione piatta anzichè circolare.

Ma tutto ciò è poca cosa e v'è da ritenere che con i materiali oggi impiegati in tali costruzioni, sia maggiore l'indebolimento dell'isolamento che ne consegue che non la riduzione di sollecitazione. E ciò è provato dalla costruzione teoricamente erronea a spire di testa sovraisolato cui s'è già accennato, e che viene oggi generalmente seguita. Una soluzione che appare possibile è quella di disporre in parallelo sulle bobine, delle capacità successivamente decrescenti date da piccoli condensatori.

L'applicazione del calcolo a qualche caso concreto mostra però come la soluzione non sia certamente di grande praticità per l'ingombro eccessivo di tali capacità (dell'ordine di parecchie centinaia di cm. per trasformatori di una certa importanza) e per altre ovvie ragioni costruttive.

§ 4. — Conviene pertanto prendere ora in esame una seconda via, che per i risultati a cui porta, si mostra assai più pratica e conveniente. Essa consiste nell'annullare le capacità, che posso chiamare parassite  $c$ , contrapponendovi un sistema di capacità  $\gamma$  (fig. 2).

La soluzione non differisce essenzialmente da quella adottata nelle catene di isolatori con l'impiego di anelli di guardia o di cappe; all'analogia dei due problemi ho già accennato.

Disponendo all'esterno di ciascuna colonna di un trasformatore ad avvolgimenti concentrici con primario esterno, una cappa metallica opportunamente distanziata dall'avvolgimento ed elettricamente connessa alla prima spira, noi potremo realizzare il sistema delle capacità  $\gamma$  e scrivere le

$$i_n = \omega c E_n \quad I_n = \omega C (E_{n-1} - E_n)$$

$$I_{n+1} = \omega C (E_n - E_{n+1}) \quad j_n = \omega \gamma_n (E - E_n)$$

$$i_n - j_n = I_n - I_{n+1}$$

per la uniforme distribuzione del potenziale dovrà essere

$$E_n - E_{n+1} = E_{n-1} - E_n = e = \text{costante}$$

e quindi

$$I_n = I_{n+1}$$

ossia

$$i_n = j_n$$

onde

$$\omega c E_n = \omega \gamma_n (E - E_n)$$

e per essere

$$E_n = e (z - n) \quad \text{ed } E = e z$$

si trae

$$(3) \quad \gamma_n = c \frac{z - n}{n}$$

Ammesso pertanto, come s'è fatto in precedenza, che le capacità  $c$  siano costanti lungo l'avvolgimento, le  $\gamma$  dovranno decrescere secondo la (3) dal principio alla fine di esso.

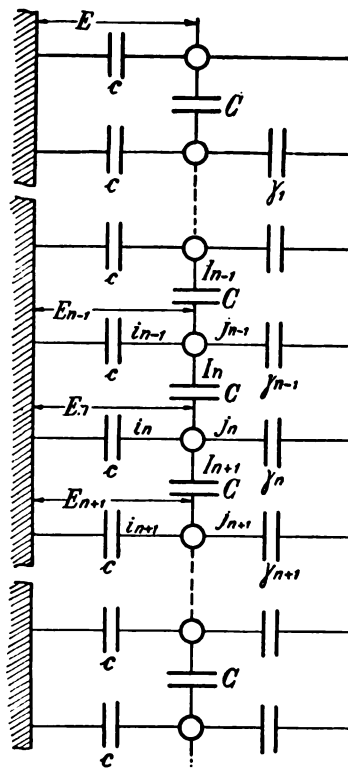


Fig. 2.

L'attuazione pratica di un dispositivo di tal genere si presenta come possibile, tanto più se, abbandonando il concetto di una distribuzione del potenziale perfettamente uniforme, ci si accontenta di una soluzione approssimata facilmente ottenibile con schermi metallici di forma appropriata, elettricamente connessi al morsetto d'entrata.

Presentando inoltre questi schermi una certa capacità verso terra (cassone del trasformatore) questa non potrà non essere un favorevole complemento alla protezione.

Esempi di costruzioni realizzanti in modo praticamente più o meno perfetto tale concetto, sono ormai numerosi. Ricordo (\*) soltanto i grossi trasformatori trifasi da 22.000 kVA 68.000 volt della Niagara Fall Power C. nei quali uno schermo elettrostatico, formato da fili di bassa conduttività isolati, composti in avvolgimento antiinduttivo per i flussi dispersi, riduce la sollecitazione delle prime spire, in regime perturbato, alla terza o quarta parte. Il dispositivo (†) dell'A.E.G. consistente in un disco a bordi arrotondati sovrapposto alle testate delle bobine piatte, formanti l'avvolgimento, mira al medesimo fine.

Analogamente i grossi trasformatori di 43.000 kVA - 143.000 volt costruiti dalla S. Giorgio per la Terni sono provvisti di anelli condensatori ad ambo le estremità di ciascuna fase.

§ 5. — Ma esiste un'altra via d'impiego di schermi elettrostatici, che non mi consta sia stata seguita. Se si collocasse tra l'avvolgimento da proteggere ed il nucleo, uno schermo metallico connesso all'entrata del trasformatore, si sopprimerebbero le capacità  $c$  ma si creerebbe un sistema  $\gamma$  che darebbe luogo ad una distribuzione del potenziale ugualmente pericolosa con concentrazioni verso le ultime spire. Sostituendo allo schermo continuo, uno schermo parziale, di ampiezza variabile, pro-

(\*) BRAND: J. A. I. E. E., 1924, pag. 514.

(†) FLIEDNER: Electrician, 1926, pag. 201.



## □ □ IMPIANTO DEL TIRSO □ □

### GENERALITÀ.

#### Le condizioni idrografiche della Sardegna.

Le condizioni idrologiche della Sardegna sono molto infelici, e sono una conseguenza della sua costituzione geologica e geografica.

L'isola, che ha una estensione di oltre 24.000 chilometri quadrati, è, come è noto, in grande prevalenza montuosa, sebbene il livello medio non sia molto elevato; la cima principale, quella del Gennargentu, arriva a 1829 metri.

L'isola era una volta ricchissima di foreste, la maggior parte delle quali venne purtroppo distrutta per lasciar posto a dei pascoli scarsamente redditizi. La conseguenza di questo fatto fu quale sempre si manifesta in questi casi. Le acque meteoriche, cessata l'azione ritardatrice e regolatrice delle foreste, divennero disordinate ed impetuose ed il disordine idraulico non fece che aumentare col tempo.

Le condizioni generali del territorio sardo sono bene rappresentate dalla seguente statistica della ripartizione della produzione agricola.

Il territorio è occupato soltanto per il 4,8 per cento della estensione totale da boschi e castagneti, mentre i pascoli permanenti occupano più della metà della superficie totale e precisamente il 59,3 per cento. I terreni coltivati a seminativi rappresentano il 29,7 per cento, e quelli tenuti ad oliveti o a vigneti il 3,1 per cento. La superficie improduttiva arriva al 3,1 per cento.

In conseguenza del disordine idraulico al quale abbiamo accennato, l'isola soffre grandemente per siccità sebbene l'ammontare delle precipitazioni atmosferiche complessive durante l'anno sia sufficientemente elevato.

In causa della natura delle pendici, quasi ovunque spoglie di vegetazione arborea, le acque piovane non vengono trattene nel loro corso e precipitano rapidamente a valle dove vengono evacuate dai corsi d'acqua esistenti. Si può dire che non esistono in Sardegna veri e propri fiumi che rispecchino l'andamento relativamente regolare delle portate, come avviene nei fiumi della penisola.

Tutti i corsi d'acqua sardi hanno spiccato carattere torrentizio, e mentre, durante le stagioni piovose assumono un corso impetuoso e ricco d'acqua, essi si presentano, per lunga parte dell'anno, e specialmente nell'estate, asciutti o quasi.

Si comprende come queste sieno condizioni molto difficili per l'agricoltura. E infatti, come si è visto, il reddito generale delle terre è assai scarso, nè ha probabilità di poter essere aumentato fino a che alla terra non venga assicurato con continuità il quantitativo d'acqua necessario.

Un'altra grave piaga della Sardegna è costituita, come è ben noto, dalla malaria la quale affligge molte zone costiere ed anche dell'interno dell'isola. Anche questa è una conseguenza del disordine idraulico per il quale si formano qua e là delle vaste zone acquitrinose o delle vere paludi di grande estensione, per il ristagno delle acque non regolate.

Anche il problema demografico, in quanto è collegato allo sviluppo dell'agricoltura ed alle condizioni igieniche, è in dipendenza del regime delle acque. Per comprenderne l'importanza si pensi che nell'isola vivono soltanto circa 800.000 abi-

tanti; vale a dire che si raggiunge una densità di popolazione di circa 33 abitanti per chilometro quadrato.

La questione della regolazione delle acque, sta dunque veramente alla base di ogni iniziativa tendente a favorire il progresso e lo sviluppo dell'isola in tutti i suoi aspetti. Data la situazione attuale delle pendici montuose dell'isola, il disordine idraulico non può essere ovviato se non colla formazione di grandi bacini di raccolta nei quali immagazzinare le acque nei periodi di abbondanti piogge, per poi lasciarle defluire secondo un regime da stabilirsi durante il corso dei mesi estivi.

#### Schema degli impianti Sardi.

Spetta all'Ing. Omodeo il merito di avere concepito il piano audace di impianti che, attualmente in avanzato grado di realizzazione, permetterà di ottenere benefici amplissimi sotto ogni aspetto.

Il piano dell'ingegnere Omodeo, nelle sue grandi linee originali mira ad un duplice, anzi a un triplice scopo. Regolare il deflusso delle acque permettendo il risanamento delle vaste zone paludose e malariche; produrre ingenti quantità di energia elettrica da mettere a disposizione delle industrie che esistono o che saranno indotte a svilupparsi; e finalmente per-

mettere la irrigazione, durante i mesi asciutti, di vastissime zone di territorio le quali, per sè molto fertili, sono attualmente quasi improduttive in causa della quasi assoluta mancanza di acqua di cui soffrono nella stagione calda.

I principali corsi d'acqua della Sardegna che sono suscettibili di essere utilizzati per questo scopo sono i seguenti:

Al nord dell'isola scorre il Coghinas il quale nasce dalla catena del Marghine, a nord di Ozieri e scorre verso lo stretto di Bonifacio, attardandosi in larghe zone di impaludamento. Il suo corso è lungo 105 chilometri; la sua portata, che ha un valore

medio di 15 metri cubi per secondo, arriva in certi periodi ai 1000 metri cubi; nel suo tronco inferiore è largo oltre 50 metri. La sua sorgente non è molto lontana da quella del Tirso. Il suo corso è per la maggior parte compreso fra monti rocciosi e selvaggi.

Sul versante orientale dell'isola scorre invece il Flumendosa il quale nasce dal massiccio centrale del Gennargentu e dirigendosi verso sud-sud est sfocia nel Tirreno, quasi all'estremità meridionale della costa orientale della Sardegna. Dalle origini alla foce, il Flumendosa conta una lunghezza di circa 127 chilometri e il suo bacino imbrifero ha una estensione di quasi 1800 chilometri. Il corso del fiume è quasi tutto incassato in una profonda e tortuosa valle strettamente scavata nella roccia.

Di minore importanza è il Temo, sul versante occidentale della Sardegna. Ha un percorso assai più breve di quelli ora ricordati, sebbene sia, al contrario di essi, parzialmente navigabile. Il suo corso è diretto quasi esattamente da nord a sud, salvo nell'ultimo breve tratto, in cui piega ad occidente per mettere foce in mare nelle vicinanze di Bosa.

Il più importante fra tutti i fiumi della Sardegna, è però il Tirso, del quale dovremo occuparci in modo particolare. Esso percorre tutta la regione centrale dell'isola sul versante occidentale e sfocia in mare presso Oristano, in una regione coperta da ampie paludi e gravemente malarica.

Su ciascuno di questi quattro corsi d'acqua l'ingegnere Omodeo ha studiato l'installazione di serbatoi di grande capacità, atti ad assicurare sia la regolazione delle acque che la produzione di ingenti quantità di energia elettrica.

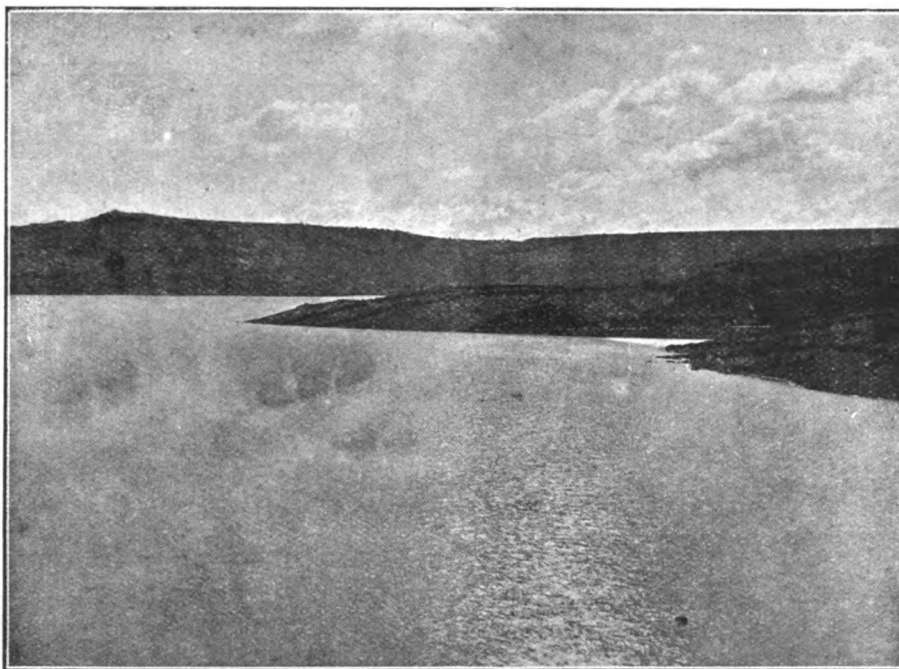


Fig. 1. — Un angolo del lago del Tirso.







Infatti, fedele al programma di promuovere la rigenerazione totale dell'isola, la Società provvede contemporaneamente ai lavori di bonifica di quelle plaghe che sono destinate ad essere irrigate dalle acque accumulate nei bacini delle centrali.

Già lavori di rilevante importanza sono stati eseguiti nella regione circostante ad Oristano, la quale, come si è detto, era una delle più infelici igienicamente e delle più disordinate idraulicamente che si contassero nell'isola (fig. 2).

Grandi estensioni di terreno sono state rese atte ad una cultura intensiva, e fiorenti fattorie sono state rese possibili dove prima regnava l'acquitrino o la terra era bruciata dal sole.

Per dare opera a tutti questi diversissimi compiti ed assicurare a ciascun ramo della sua attività la necessaria autonomia ed agilità, la Società Elettrica Sarda ha dato vita ad altre Società che fanno sempre capo ad essa.

Si è formata così, oltre alla Società Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso che particolarmente si è occupata di tale impianto e di quello del Coghinis, la Società Bonifiche Sarde la quale adempie in modo speciale ai compiti di bonifica agraria ed idraulica dei territori interessati dagli impianti. Di più recente formazione è la Società Sarda di Costruzioni alla quale è riservato il compito delle costruzioni edilizie.

### Impianto di S.<sup>ta</sup> Chiara d'Ula (Tirso).

#### Idrografia.

Il Tirso, come si è detto, è il maggiore fiume della Sardegna. Il suo bacino alimentatore ha complessivamente, una estensione di circa 3000 chilometri quadrati. Di essi, circa 1300 chilometri quadrati sono diretti tributari dell'alto corso del Tirso, mentre il rimanente manda il suo contributo d'acqua al fiume per mezzo dei suoi più importanti affluenti.

Fra questi vanno ricordati in particolare il Taloro e il Flumineddu, i quali raccolgono rispettivamente il tributo idrico di 800 e 900 chilometri quadrati.

La grande diga di sbarramento del Tirso (fig. 3), è stata costruita fra le due confluenze del Taloro e del Flumineddu, e perciò la parte di bacino che scola nel Flumineddu non può essere utilizzata dall'impianto.

La centrale può quindi contare su un bacino alimentatore di circa 2100 chilometri quadrati.

L'Ing. Giulio De Marchi <sup>(1)</sup>, ha studiato sulla base delle osservazioni raccolte dalla Sezione Autonoma per il servizio idrografico di Cagliari, il regime idraulico del Tirso e del suo affluente il Taloro.

I dati sui quali l'Ing. De Marchi ha basato il suo studio riguardano l'alto corso del Tirso fino alla quota 172 sul livello del mare (stazione idrometrica di Rif. Tirso) e l'alto bacino del Taloro fino alla quota 587 al ponte di Gavoi.

Il bacino dell'alto corso del Tirso, di circa 600 chilometri quadrati, non raggiunge grandi altitudini, toccando al massimo la quota di 1259 metri sul mare. La vegetazione arborea è scarsa e concentrata specialmente nella parte più bassa del bacino, al di sotto di quota 600. La natura dei terreni è tale da poterli ritenere praticamente come assai poco permeabili.

L'alto bacino del Taloro, a monte di Gavoi, ha una estensione di circa 226 chilometri quadrati e si spinge ad altitudini alquanto maggiori, superando la quota di 1800 metri sul mare, e mantenendosi per due terzi della sua estensione, superiore alla quota di 1000. E' discretamente ricco di boschi, e come

il bacino del Tirso, anch'esso di natura poco permeabile.

Nella figura 4 è riportato il diagramma delle durate per le portate medie mensili per il Tirso, espresse in litri al minuto secondo per ogni chilometro quadrato. Il diagramma si riferisce agli anni 1921 e 1922 e fu costruito portando successivamente per ordine crescente i valori delle portate per ciascuno dei 24 mesi considerati.

Nel biennio suddetto, si ebbe nell'alto corso del Tirso una portata media di 3,8 metri cubi al secondo, pari a 6,45 litri per ogni chilometro quadrato di bacino scolante, e 203 millimetri di pioggia utilizzata in ciascun anno.

Dal diagramma risulta che la così detta portata semipermanente, (ossia la portata che è raggiunta o superata in media per almeno 182 giorni in un anno) fu negli anni considerati di 2,8 litri per secondo riferita a ogni chilometro quadrato; pari cioè soltanto al 43,4 per cento della portata media sopra indicata.

L'altro diagramma di figura 4, che si riferisce al Taloro si presta a considerazioni analoghe. Nel biennio 1921-1922 si ebbe nel Taloro una portata media di 3,98 metri cubi per secondo, equivalenti ad un contributo idrico di 17,7 litri per secondo e per chilometro quadrato di bacino, ossia equivalente ad una pioggia utilizzata di 554 millimetri ogni anno.

Come si vede sul diagramma, la portata semipermanente del Taloro nei due anni considerati, è stata di 7,5 litri per chilometro quadrato e per secondo, pari cioè al 42,4 per cento della portata media ora indicata.

Le irregolarità ora messe in evidenza nel regime dell'alto corso del Tirso e del suo più importante affluente, si ripercuotono anche sulla parte inferiore del corso.

Infatti le osservazioni eseguite sul fiume Tirso in vicinanza allo sbarramento costruito, hanno rilevato che la portata

del fiume varia entro limiti estesissimi, riducendosi a zero per certi periodi e superando anche i 1000 metri cubi per secondo durante le piene.

Ad ovviare a tale inconveniente, venne appunto costruito il grande serbatoio di ritenuta, il quale permette di assicurare una portata media continua di 20 metri cubi per secondo, sufficiente per irrigare una zona di oltre 20.000 ettari di terreno a valle.

#### Piano generale dell'impianto del Tirso.

Questo impianto si distingue da tutti gli altri impianti idroelettrici italiani, per avere la centrale contenuta entro la diga stessa. Mancano quindi sia il canale di derivazione, siano le condotte forzate propriamente dette.

In località detta Santa Chiara d'Ula, dove il letto del fiume ha la quota di 50 metri sul mare, le colline che accompagnano il corso del fiume sui due fianchi, si ravvicinano alquanto, dando luogo ad una specie di gola alquanto dirupata entro la quale il fiume scorre profondamente incassato (fig. 3).

In questa località è stata elevata la diga di sbarramento. Essa è rettilinea del tipo ad archi multipli, con volte inclinate in calcestruzzo di cemento e piloni in muratura di blocchi di pietra. La diga è lunga in cresta 260 metri, ed è costituita da 17 campate di 15 metri di luce ciascuna. La sua altezza massima sul fondo del letto del fiume è di m 61. Essa fu progettata e calcolata dall'Ing. Luigi Kambo di Roma.

A monte della diga l'acqua si accumula fino a raggiungere la quota massima di 107 metri sul mare. Si costituisce così un vastissimo bacino di accumulazione capace di contenere fino a 400 milioni di metri cubi di acqua (fig. 5).

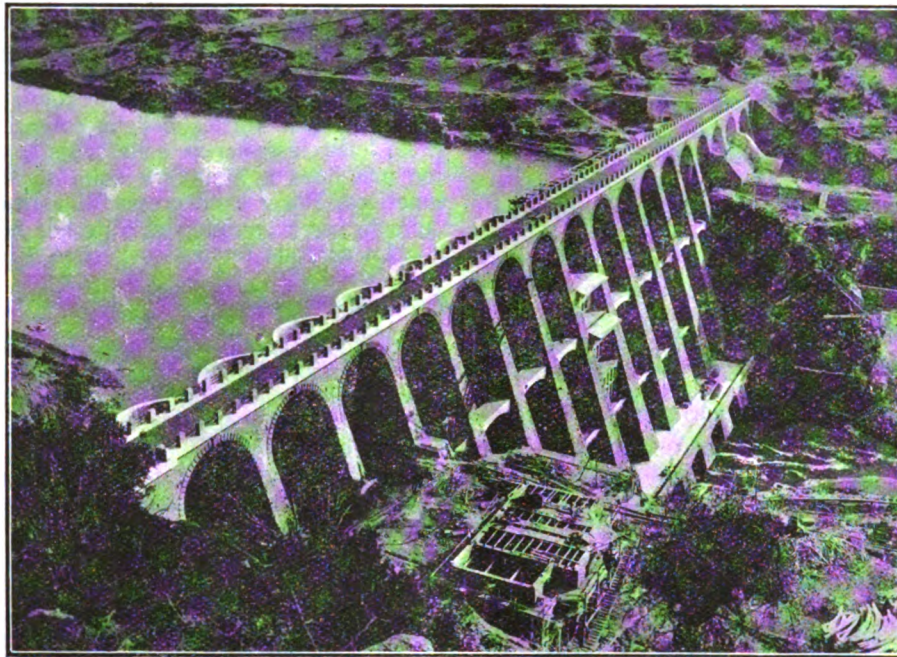


Fig. 3. — La grande diga di sbarramento del Tirso.

<sup>(1)</sup> Ing. GIULIO DE MARCHI. — *Aspetti del problema dei laghi artificiali in Italia.* — *Giornale del Genio Civile*, 1923, pag. 725.



Nelle ultime campate della diga, in sponda sinistra del fiume, sono installati due grandi scarichi di superficie, capaci di smaltire una portata massima di 800 metri cubi per secondo, e comandati da paratoie cilindriche automatiche.

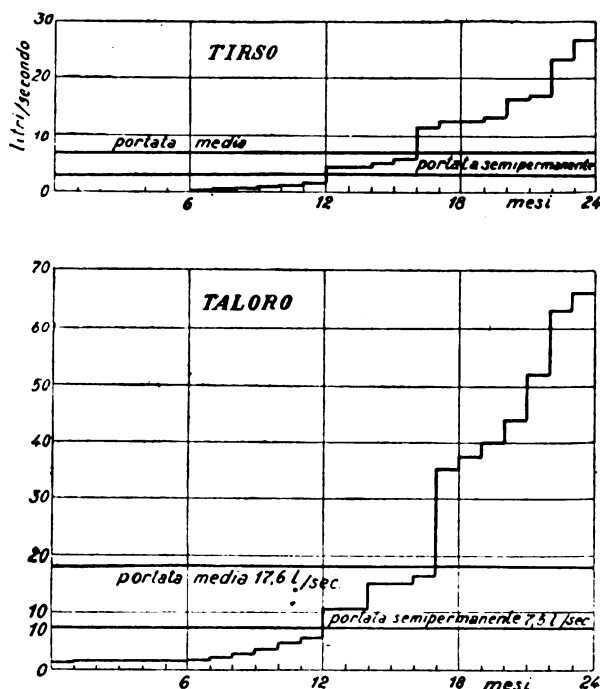


Fig. 4. — Diagrammi delle durate delle portate medie mensili del Tirso e del Taloro.

Sono inoltre sistemati attraverso la diga due scaricatori profondi, destinati a funzionare sotto un carico massimo di 37 metri.

Sopra la diga corre un'ampia strada carrozzabile.

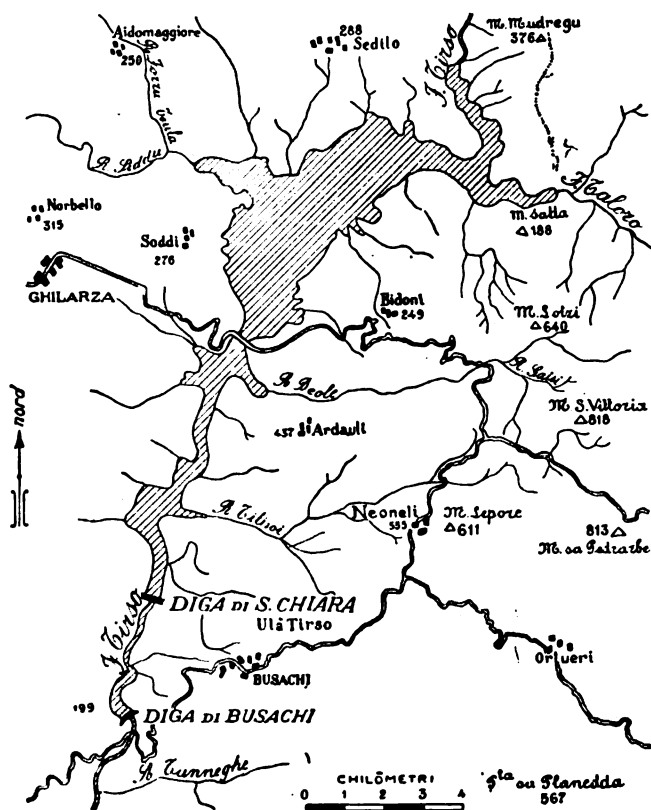


Fig. 5. — Planimetria generale degli impianti sul fiume Tirso.

Nel corpo della diga, e precisamente in cinque dei grandi vani compresi fra i contrafforti maggiori, trova posto la centrale elettrica. Quattro di questi vasti saloni costituiscono ciascuno una sala macchine, contenente un gruppo turbina idraulica-alternatore ed anche il rispettivo trasformatore per l'elevazione della tensione.

Nel quinto vano trovano posto i circuiti elettrici e gli ap-

parecchi di regolazione e di comando, che sono generalmente raggruppati nell'edificio del quadro. Questo vano è diviso in più piani, comunicanti fra loro con apposita scala e un ascensore.

Le quattro sale macchine e il locale quadri comunicano fra loro per mezzo di una strada ricavata ai piedi della diga, a tergo di questa, alla quota 61 sul livello del mare.

Le turbine idrauliche ricevono l'acqua del serbatoio attraverso appositi canali ricavati nel corpo della diga; esse utilizzano perciò direttamente il salto, alquanto variabile, esistente fra il livello dell'acqua a monte della diga, e il livello di scarico a valle.

Dall'ultimo piano del locale dei quadri si partono le sei terne di conduttori che trasportano l'energia fino ai luoghi di utilizzazione, sotto la tensione di 70.000 V.

In vicinanza immediata della diga, sulla sponda destra del fiume, è costruita una abitazione per il personale. Pure in sponda destra ma in posizione assai più elevata, su un piccolo altipiano ivi esistente, sono costruiti alcuni edifici adibiti a servizi di cantiere e ad altri usi.

Più a valle dell'impianto maggiore, ora sommariamente descritto, a circa cinque chilometri di distanza, è costruita la seconda centrale, detta di Busachi (fig. 5).

Una diga in muratura, con profilo a gravità e del tipo a lama stramazzante, produce nel fiume un piccolo invaso fino alla quota 52. Immediatamente a valle della diga, è costruito l'edificio della centrale, il quale contiene un solo gruppo generatore, ad asse verticale, della potenza di 3200 kW.

L'energia generata nella centrale di Busachi viene portata con una linea a 70.000 V sulle sbarre della grande centrale superiore. Più a valle presso Villanova sorgerà un terzo sbarramento per poter immettere l'acqua nei canali per irrigazione.

La centrale restituisce l'acqua direttamente al fiume.

#### Bacino del Tirso.

L'invaso creato colla costruzione della grande diga di Santa Chiara, ha prodotto la formazione di un vero e proprio lago, di rilevanti dimensioni, al quale viene dato comunemente il nome di lago Omodeo, dal suo geniale ideatore.

Il volume totale dell'acqua immagazzinata, arriva, quando sia completo l'invaso, a superare largamente i 400 milioni di metri cubi d'acqua. La superficie libera dello specchio liquido raggiunge una estensione di circa 22 chilometri quadrati (figura 5).

Nel primo tronco a monte della diga, il lago ha una larghezza limitata che supera di poco i 250 metri. Ma procedendo verso monte, la larghezza del lago va gradatamente aumentando, mentre le rive di esso, da prima alquanto ripide e dirupate, vanno facendosi sempre più dolci e pianeggianti.

La formazione del lago ha costretto a distruggere un piccolo centro abitato, il paesetto di Zuri, il quale è rimasto completamente sommerso. Esso venne ricostruito in una località poco lontana, alquanto più a monte.

Anche un tratto della strada provinciale da Abbasanta a Sorgono, presso Tadasuni e il relativo ponte in ferro, che varcava il fiume, sono rimasti sommersi dal crescente livello delle acque. Il ponte è stato sostituito con uno snello ed ardito viadotto in cemento armato, a travate rettilinee continue su alte stilate, pure in cemento armato.

Ad acque basse, il ponte richiama l'attenzione per la leggerezza delle sue forme in relazione all'elevazione del piano carreggiabile. Alcune delle stilate raggiungono una altezza di circa 50 metri; esse sono collegate in due piani da elementi orizzontali. Nel suo insieme il viadotto mette una nota caratteristica nella monotonia del paesaggio circostante.

A monte del viadotto di Tadasuni, il lago si allarga in un ampio bacino, raggiungendo la sua maggiore ampiezza che è di quasi tre chilometri.

Naturalmente l'estensione superficiale del lago, varia sensibilmente a seconda delle stagioni e della quota di invaso raggiunta (fig. 6). La variazione dell'estensione delle sponde è particolarmente sensibile nella parte a monte del bacino stesso, in conseguenza della natura pianeggiante dei terreni circostanti.

#### Cantieri ed esecuzione di lavori.

L'inizio dell'impresa grandiosa della costruzione della diga, ha costituito veramente un atto gagliardo di fede e di energia, il merito principale del quale spetta all'Ing. Giulio Dolcetta che fu l'anima di tutta la grande opera. I lavori vennero infatti iniziati, come già si è ricordato, nel periodo più triste della nostra guerra, dopo la sciagura di Caporetto.

Le difficoltà che gli audaci iniziatori dovettero vincere furono gravissime e di ogni genere. Mancanza di mano d'opera, essendo tutti gli uomini validi chiamati dai servizi di guerra. Deficienza grave dei mezzi di trasporto, specialmente sul mare, in conseguenza della spietata guerra dei sottomarini. Scarsa disponibilità di materiale essendo la maggior parte della produzione delle fabbriche di cemento, assorbita dalle costruzioni di carattere militare.

Si aggiungevano le difficoltà proprie dell'isola e della regione del Tirso. La località era malsana ed infestata dalla malaria, la quale mieteva largamente le sue vittime fra il personale addetto ai lavori. Si dovette quindi anzitutto ricorrere alla esecuzione di opere di bonifica nella zona circostante i cantieri, prosciugando alcune paludi che ivi esistevano; le condizioni sanitarie migliorarono in seguito grandemente e oggi possono ritenersi buone.

La stazione ferroviaria più vicina alla zona dei cantieri era quella di Abbasanta, la quale tuttavia ne dista circa dodici chilometri. Si dovette perciò provvedere a raccordare la stazione coi cantieri mediante apposito tronco di strada. Si poté a tale scopo utilizzare, opportunamente riattandola e sistemandola una antica strada romana che seguiva all'incirca il medesimo tracciato.

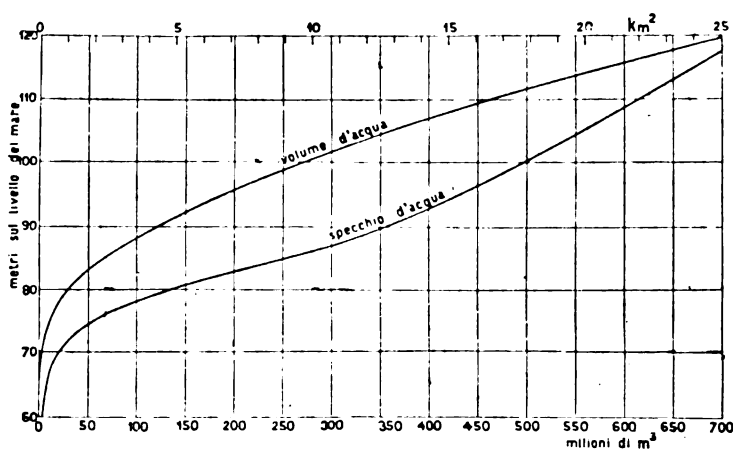


Fig. 6. — Diagramma delle variazioni dello specchio d'acqua e del volume accumulato nel serbatoio, col variare del livello d'acqua.

I cantieri furono installati nella immediata vicinanza della diga, ma alquanto sopraelevati sul fondo valle; essi occupavano una specie di piccolo altipiano quasi pianeggiante, in sponda destra del fiume. Non esisteva in luogo alcun gruppo di abitazioni; perciò fu necessario costruire anche le abitazioni per gli operai, i quali superavano largamente il migliaio. Sorse così un vero villaggio di baraccamenti, con alcuni edifici anche di carattere stabile, muniti di tutti i servizi necessari: panificio, ospedale, chiesa, ecc.

Venne eretto un silos per cemento capace di 800 tonnellate di materiale immagazzinato. Venne anche installato un completo laboratorio per le verifiche e le misure di resistenza dei materiali impiegati. Per i diversi servizi di cantiere, fu installata una centrale termoelettrica provvisoria di circa 500 kW, provvista di due motori a gas da 250 kW circa ciascuno, di una macchina a vapore e di tre piccoli motori a petrolio; i generatori elettrici erano rappresentati da due alternatori di cui uno da 230 kVA e un'altro di minore potenza, e da tre dinamo a corrente continua.

Complessivamente erano in servizio in cantiere circa 35 motori elettrici di potenza variabile, fino a 35 kW.

Attraverso la vallata, in corrispondenza al tracciato della diga fu teso un trasportatore aereo di 220 metri di portata, per un carico utile di sette tonnellate, con un cavo da 70 mm di diametro.

Una gru a portale di 8 metri di portata e quattro tonnellate di carico utile era installata per il servizio delle cave di pietra; alle quali faceva pure capo un trasportatore aereo funicolare di 1200 metri di lunghezza.

Parecchie altre grue minori erano addette a servizi diversi, per la costruzione dei contrafforti in muratura, sollevamento di materiali, ecc.

Per collegare il fondo valle, dove veniva eretta la diga, coi cantieri sovrastanti, si costruì un tronco di strada sul ripido pendio e si installarono due piani inclinati, uno a monte ed uno a valle della diga.

Complessivamente per i servizi di cantiere si costruirono

23 chilometri di strade, 8 chilometri di ferrovie Deucaville a scartamento ridotto, un chilometro di canali, e tre chilometri di condotti di drenaggio.

La costruzione dell'opera immane richiese cinque anni: la prima turbina cominciò a funzionare nell'agosto 1923.

Complessivamente ben 16.000 operai furono impiegati nella costruzione. La cubatura totale della muratura eseguita arriva a 165.000 metri cubi; il risparmio di muratura nei confronti di una diga costruita con profilo a gravità è valutata a circa 126.000 metri cubi.

### Materiali impiegati.

I grandi contrafforti di appoggio delle volte, vennero costruiti in muratura di pietrame. Le facce viste sono in blocchi di trachite lavorata. Fortunatamente la roccia trovata nelle vicinanze dello scavo si dimostrò adatta come natura e come resistenza. Il carico di rottura della roccia impiegata, risultò, in ripetute esperienze di laboratorio, eguale a circa 800 chilogrammi per centimetro quadrato.

Per le malte di cemento si fece uso della sabbia fornita dal fiume medesimo.

Si riconobbe però che la resistenza degli impasti riusciva notevolmente aumentata se alla sabbia di fiume veniva aggiunta una certa quantità di polvere di basalto ottenuta macinando la roccia che si poteva ricavare in posto. Da accurate e ripetute esperienze si riconobbe che la composizione sotto ogni aspetto più conveniente si otteneva facendo uso di sabbia di fiume e di polvere di basalto in parti eguali.

Per la macinazione del basalto venne installato un impianto apposito capace di produrre fino a 50 metri cubi di materiale macinato, nella giornata lavorativa di dieci ore.

I seguenti risultati, ottenuti come medie di molte prove, danno una idea della resistenza raggiungibile con impasti di varia composizione.

Malta composta di sabbia del Tirso passata al crivello di cinque millimetri, con dosatura di 300 chili di cemento per metro cubo:

- dopo 28 giorni, resistenza a compressione 110 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 15 kg/cm<sup>2</sup>;
- dopo 180 giorni, resistenza a compressione 190 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 30 kg/cm<sup>2</sup>.

Malta composta con sabbia del Tirso, al crivello di cinque millimetri ma con dosatura più ricca, di 600 chili di cemento per metro cubo:

- dopo 28 giorni, resistenza a compressione 350 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 35 kg/cm<sup>2</sup>;
- dopo 180 giorni, resistenza a compressione 495 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Malta composta con sabbia del Tirso e polvere di basalto macinato, in parti eguali; 300 chili di cemento per metro cubo:

- dopo 28 giorni resistenza a compressione 135 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 15 kg/cm<sup>2</sup>;
- dopo 180 giorni, resistenza a compressione 280 kg/cm<sup>2</sup>;
- a trazione 35 kg/cm<sup>2</sup>.

Il tipo di malta che venne normalmente impiegata corrisponde appunto a quest'ultima composizione.

Per la chiusura di fratture della roccia si fece ricorso a iniezioni di cemento molto ricche, sotto forte pressione.

Anche del procedimento noto sotto il nome di « cement gun » fu fatto uso in certi casi, come sarà detto in seguito.

### Fondazioni della diga.

L'impostazione di un'opera di tanta importanza, richiedeva naturalmente la massima prudenza nell'esame dello stato e della natura delle rocce di fondazione.

L'apparenza superficiale delle rocce affioranti si presentava promettente, ma gli scavi compiuti per esplorare in profondità rilevarono che tale aspetto era ingannevole.

Infatti si dovette riconoscere che, sotto un tetto superficiale di roccia durissima, ma di spessore limitato, si trovava un velo di argilla, alla quale seguiva, in profondità, una formazione di tufo trachitico molto tenero, facilmente alterabile nell'acqua nella quale si spappolava sotto ogni leggero sforzo (figura 7).

Si sarebbe potuto ricorrere a sottomurare il banco di diaspro, con notevole risparmio di spesa e di lavoro.

Si preferì invece tagliare tutta la formazione alterata per l'intero suo spessore e su tutta la lunghezza della diga, spingendo in alcuni punti gli scavi fino a raggiungere la sottostante



formazione trachitica compatta e sanissima. Lo scavo si spinse in molti punti fino a 10 metri di profondità.

Il materiale alterato così asportato venne interamente sostituito con blocchi di muratura estesi su tutta la base dei contrafforti i quali vengono così riportati a poggiare sulla trachite compatta profonda.

A monte delle pile fu approfondito ulteriormente un robusto muro di guardia, che si addentra, in ogni caso per un buon tratto entro la roccia sana.

Esso fu spinto, per tutta la lunghezza della fronte, fino a raggiungere la solita formazione trachitica di profondità, immorsandosi profondamente in essa. Ciò richiese di praticare entro il banco di tufo compatto una grande trincea profonda oltre 25 metri e larga quasi 4 metri, che si estende per una lunghezza di 60 metri.

Questo enorme taglio fu interamente riempito di muratura costituendosi così una barriera stagna contro l'infiltrazione delle acque in pressione. Onde poter sorvegliare il comportamento

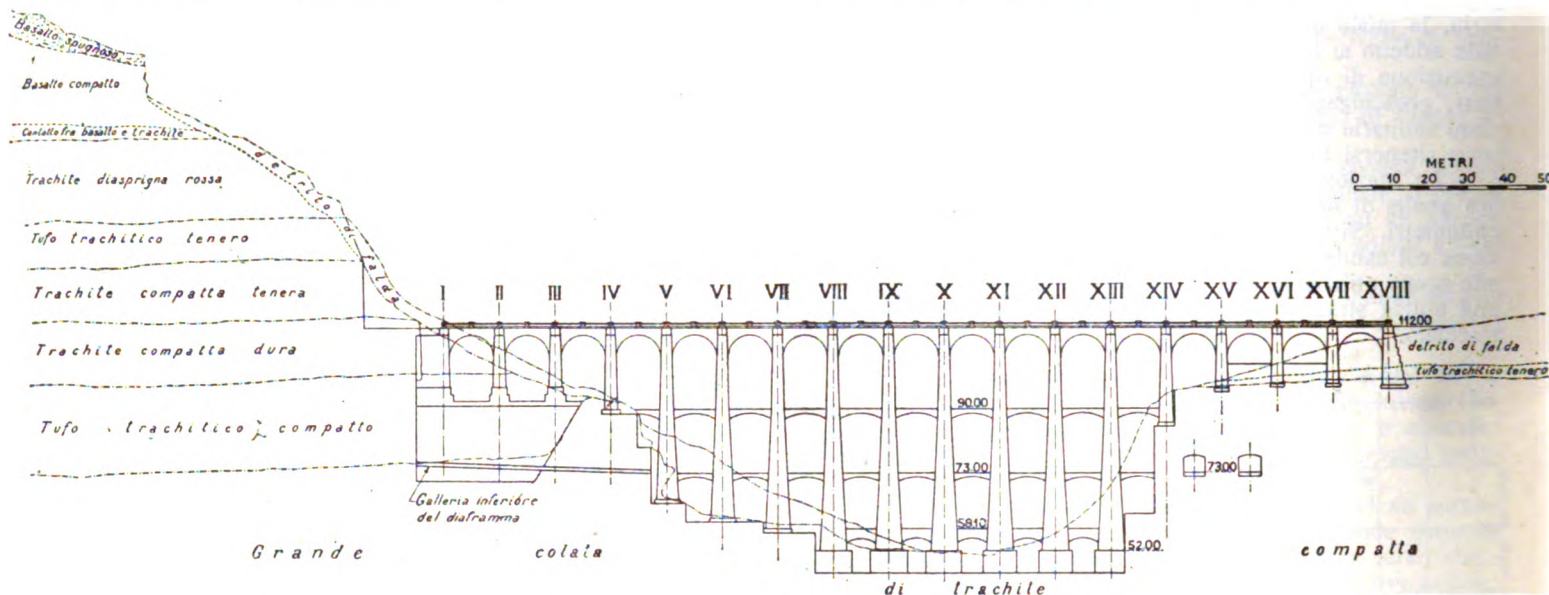


Fig. 7. — Profilo generale della diga e delle fondazioni.

Particolarmente interessante fu il caso della pila numero 5 (a partire dalla sponda destra).

Come si vede nel profilo generale di figura 7, la grande colata di trachite compatta costituente la base di tutte le formazioni interessate dagli scavi, dà luogo ad una cospicua intrusione verso l'alto, in corrispondenza alla quarta e quinta pila, costituendo una sorta di grosso mammellone di roccia sana, sul quale trova, a piccola profondità, la sua giusta impostazione la pila numero 4.

Ciò aveva fatto credere in un primo tempo che anche per la pila n. 5, si potesse trovare la trachite compatta a piccola profondità sotto la superficie del suolo. I primi scavi di saggio parvero infatti confermare tale ipotesi rilevando la presenza di trachite a pochi metri di profondità.

Essendosi però ampliati per prudenza gli scavi, si riconobbe, che la trachite da prima incontrata, costituiva soltanto una piccola sporgenza del masso mammellonare sopra indicato, mentre sotto di essa si introduceva nuovamente la roccia alterata.

Ne venne quindi la opportunità di approfondire ulteriormente gli scavi su tutta la base del contrafforte per raggiungere effettivamente la formazione trachitica compatta. In tal modo la fondazione della quinta pila, che pareva potesse richiedere soltanto opere limitate, dovette invece essere spinta fino ad oltre venti metri di profondità con ingenti lavori.

In sponda destra, in corrispondenza alle tre prime pile la impostazione delle fondazioni non avviene sulla colata di trachite su cui poggiano tutti gli altri contrafforti. Qui la colata di trachite è molto profonda e sopra di essa si trova un potente banco di tufo, di natura trachitica anche esso, ma assai compatto e di andamento pressochè orizzontale.

Questo banco di tufo, è a sua volta coperto da un'altro banco di trachite dura. Un accurato esame della natura della roccia e delle sue proprietà di resistenza meccanica e di alterabilità al contatto dell'acqua dimostrarono che il tufo compatto era completamente atto a sopportare, con piena sicurezza, la fondazione dei primi contrafforti.

Le prime tre pile in sponda destra furono quindi fondate sul banco di tufo sopra detto; le loro basi furono però alquanto allargate in modo da distribuire maggiormente lo sforzo riportato sulla roccia.

Ad eliminare, ad ogni modo, qualsiasi preoccupazione, si ritenne opportuno di proteggere il banco di tufo dall'azione dell'acqua filtrante da monte. A tale scopo il muro di guardia costruito davanti alle tre prime pile assunse una particolare importanza (fig. 8).

del taglione di guardia, e assicurare contemporaneamente un efficace drenaggio nel taglione stesso, si praticarono due cunicoli orizzontali accessibili che corrono per tutta la lunghezza del muro di guardia. Uno di essi è situato in vicinanza della superficie, a quota circa 94,50 sul mare, mentre l'altro è sistemato in profondità nella zona di contatto fra il tufo e la trachite, a quota 74 circa. I due cunicoli sono fra loro collegati da pozzetti verticali e possono essere entrambi visitati dal personale di sorveglianza.

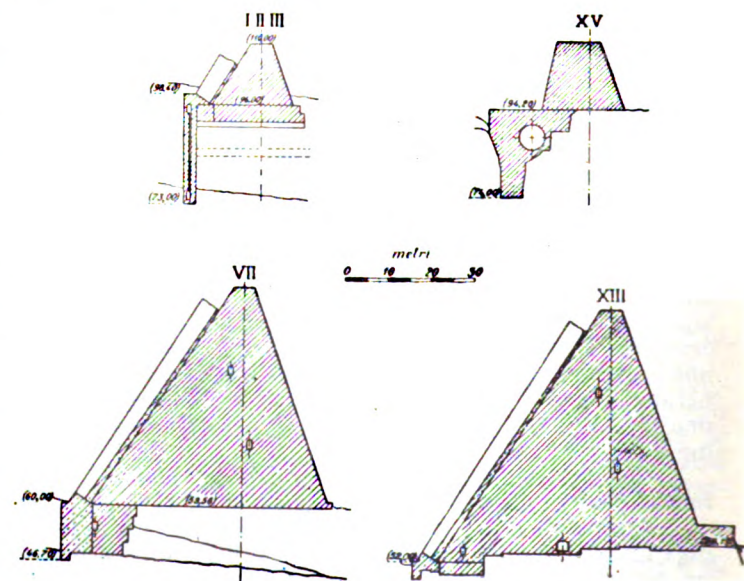


Fig. 8. — Sezioni trasversali di alcune pile e relative fondazioni.

Anche sulla sponda sinistra del fiume, in corrispondenza agli ultimi contrafforti, si è spinto il muro di guardia, che assume però proporzioni alquanto minori di quelle della sponda destra, fino a raggiungere in ogni punto la trachite compatta.

Come si può giudicare da quanto si è detto, tenendo presenti le grandi dimensioni che i contrafforti assumono alla loro base, è facile comprendere la grande importanza che assunsero i lavori di scavo, di sbarramento e di sottomurazione per costituire le fondazioni della diga. Si è però così raggiunto l'intento principalissimo di riportare tutti gli sforzi su una roccia completamente sana e di proprietà fisiche favorevoli. Inoltre si è assi-



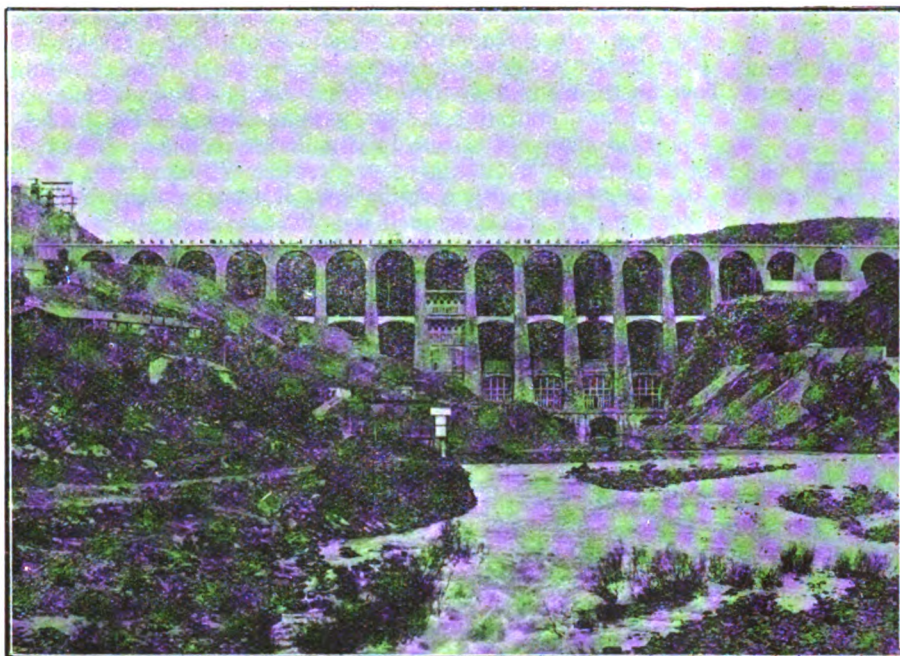


Fig. 9. — La diga vista da valle, ad acque basse.

curata la impenetrabilità delle acque accumulate nel serbatoio, attraverso le formazioni rocciose costituenti il fondo.

La resistenza alla compressione della trachite compatta profonda, è stata riconosciuta pari a 800 chilogrammi per centimetro quadrato, mentre lo sforzo massimo che viene su di essa riportato non supera i 14 chilogrammi per  $\text{cm}^2$ .

#### Descrizione generale della diga. - Contrafforti.

Come si è accennato più addietro, la diga è costituita da 17 luci misuranti 15 metri fra gli assi mediani dei contrafforti. La diga viene così ad avere un lunghezza complessiva di 255 metri, misurata fra gli interassi estremi (fig. 7 e 9).

L'altezza massima della diga è di metri 60 misurata sul letto del torrente, mentre arriva quasi a 70 metri dal piano più basso delle fondazioni. Il ciglio superiore della diga, costituito dal piano stradale, è a quota 112 sul livello del mare; il punto più basso del letto del fiume, in corrispondenza allo sbarramento, è a quota 50.

I contrafforti, sono costruiti in muratura di blocchi di trachite lavorata sulle facce di posa, coi giunti in malta di cemento. Le facce viste sono collegate alla massa di muratura interna per mezzo delle stesse pietre di paramento messe alcune di faccia e altre di punta. Si aumenta così anche la resistenza al rigonfiamento. I corsi dei blocchi sono orizzontali, fuorchè nella parte inferiore verso valle, dove la disposizione dei corsi si fa perpendicolare al paramento verso valle. Così si è fatto per mantenere i corsi perpendicolari alle linee isostatiche corrispondenti al massimo invaso (fig. 10).

Il paramento dei contrafforti verso monte è inclinato di  $57^\circ$  sull'orizzontale. Dal calcolo, risulta che con tale disposizione resta eliminato ogni sforzo di tensione lungo il paramento stesso. A valle, il paramento ha una inclinazione di  $70^\circ$  sull'orizzontale.

La lunghezza dei contrafforti assume il valore minimo di m 7,30 in sommità, e arriva ad un massimo di 66 metri in corrispondenza a quota 49.

In corrispondenza di quota 61 il paramento a valle dei contrafforti è interrotto da una risega sporgente larga otto metri. Su tali riseghe corre una strada di servizio della centrale, sostenuta, nell'interrasse fra i pilastri, da volte in muratura che si impostano sul prolungamento a valle dei contrafforti stessi in corrispondenza alle riseghe accennate (fig. 10).

Lo spessore dei contrafforti varia dall'alto al basso. In sommità si ha lo spessore minimo di m 2,50. Il paramento laterale non segue una inclinazione costante. A 22 metri sotto la sommità, lo spessore è di m 3,40; a questo punto l'inclinazione cambia fino alla profondità di 41 metri in corrispondenza alla quale lo spessore arriva a m 5,25.

Al di sotto la inclinazione del paramento cambia nuovamente e lo spessore tocca gli otto metri alla quota 52. Inferiormente a tale quota i pilastri si allargano fino a dieci metri e mantengono poi tale spessore fino alla loro base. L'andamento

delle facce laterali dei pilastri realizza così con approssimazione una legge parabolica.

I contrafforti sono controventati da una quadruplici serie di archi (fig. 7, 10 e 11).

Superiormente, a quota 112 sul mare, i contrafforti sono collegati da arcate a tutto sesto, di m 12,50 di diametro con l'archivoltato verso valle tracciato secondo una superficie cilindrica a generatrici orizzontali, di raccordo col paramento dei contrafforti.

Sopra queste arcate corre una strada carrozzabile larga sei metri, il cui piano è mantenuto a quota 112 (fig. 12 e 13).

A quota 90 si trovano altre tre serie di volte che collegano i contrafforti in diversi punti del loro spessore. Queste volte, di metri 2,50 di larghezza sono alquanto ribassate.

Pure ribassate sono le volte, larghe tre metri, che in quadruplici serie collegano i contrafforti in corrispondenza alla quota 73. Esse costituiscono anche la imposta di sostegno degli sheds di copertura dei locali delle macchine.

Più in basso, alla quota 58, corre fra i contrafforti una volta continua che costituisce la controventatura inferiore. In corrispondenza ai diversi ordini di volte, sono praticate, nello spessore dei contrafforti, delle piccole aperture che mettono in comunicazione fra loro i successivi vani (fig. 10). I diversi ordini di volte sono accessibili mediante apposite scale.

In tal modo è assicurata la possibilità di sorvegliare accuratamente e in modo continuo tutta la superficie dei contrafforti.

Nella massa di muratura dei contrafforti sono immerse, a distanze di circa due metri l'una dall'altra, delle sbarre di ferro che servono a legare la massa come tiranti. Le loro estremità sono lasciate sporgenti dalle due facce laterali dei contrafforti ed hanno costituito un comodo mezzo per facilitare la messa in opera delle impalcature di lavoro durante la costruzione dei pilastri.

#### Volte oblique.

Fra contrafforte e contrafforte sono impostate le grandi volte inclinate che costituiscono il vero sbarramento di ritenuta.

L'inclinazione delle volte è naturalmente definita dall'inclinazione del paramento a monte dei contrafforti sui quali esse si impostano.

Le volte sono a profilo circolare, ribassato in modo che la freccia dell'arco è eguale a un terzo della corda. Lo spessore varia naturalmente colla altezza sul fondo; il valore minimo di m 0,50 è raggiunto in sommità; esso aumenta fino a m 1,64 alla base (fig. 10, 12 e 13).

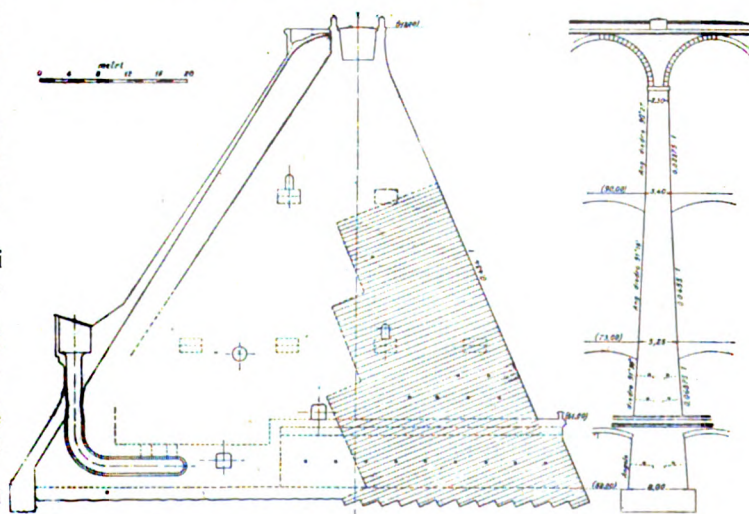


Fig. 10. — Dettaglio del profilo delle grandi pile.

Inferiormente le volte si prolungano con una scarpa inclinata la quale penetra per circa due metri entro la roccia sana di fondazione (fig. 10).

Fra il piede d'origine di una volta e quelli delle due volte contigue, corre un lastrone di collegamento dello stesso spessore e della stessa struttura delle volte stesse; il lastrone è for-



temente ancorato al corpo del contrafforte per mezzo di sbarre di ferro.

Per prevenire ogni pericolo di scorrimento fra la volta ed il contrafforte su cui si imposta, il paramento a monte del contrafforte è stato sistemato a gradoni.

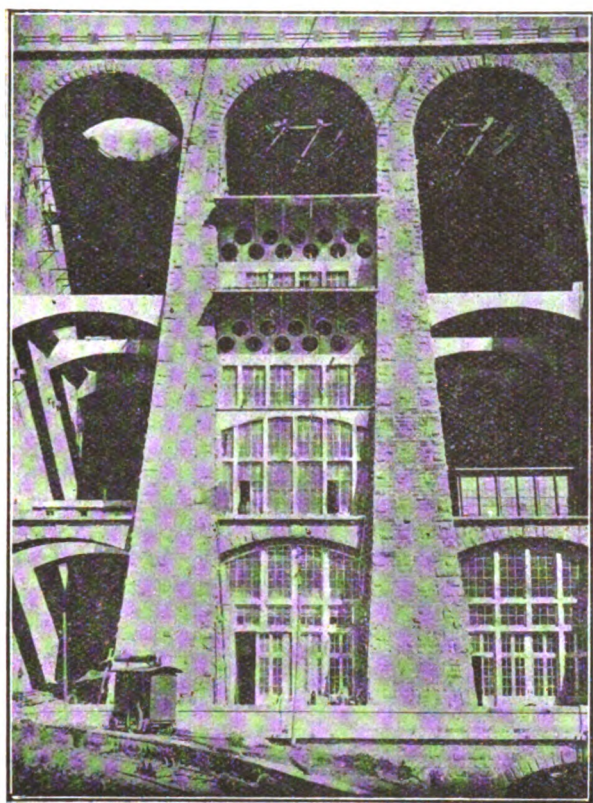


Fig. 11. — Vista da valle delle grandi pile.

Subito dietro il muro di guardia che costituisce il prolungamento del piede delle volte, è stato praticato un cunicolo di drenaggio il quale ha il compito di evacuare le acque che permeassero attraverso il muro di guardia, eliminando così il pericolo della formazione di sottopressioni ai piedi delle volte.

Superiormente le volte, nell'ultimo tratto per una lunghezza di circa 2 metri si dispongono verticalmente. In sommità le volte sono lasciate aperte; però il loro bordo superiore si prolunga alquanto verso monte in forma di labbro sporgente. In tal modo qualora anche ad onta di tutte le precauzioni prese per assicurare la rapida evacuazione di portate rilevanti in caso di piena, si dovesse incidentalmente verificare che la diga venisse superata dalle acque, si ha almeno il vantaggio di assicurare il distacco della vena liquida stramazante.

Le volte sono costruite in calcestruzzo armato. Nella parte destinata ad essere permanentemente sommersa, il paramento delle volte verso monte è rivestito con uno strato di asfalto per assicurarne l'impermeabilità. Nella parte, invece, delle volte che, in causa delle oscillazioni del pelo liquido nel serbatoio, è destinata a trovarsi per periodi più o meno lunghi fuori dall'acqua, non si è potuto ricorrere al rivestimento di asfalto perchè esso sarebbe stato esposto al pericolo di rammollimento per opera dei raggi solari e avrebbe quindi potuto gradatamente colare, lasciando le volte senza protezione contro l'infiltrazione delle acque. Si è allora provveduto a ricoprire quella parte delle volte inclinate con uno strato di intonaco sopra il quale si è steso anche uno strato di vernice impermeabile.

Sotto alla quota 73 le volte fanno corpo con un grosso blocco in muratura, a sezione all'incirca triangolare il quale collega inferiormente fra loro tutte le volte servendo come di centina permanente. Il blocco murario segue a monte il profilo delle volte, mentre verso valle ha paramento verticale, intonacato di cemento. Il blocco poggia sulla roccia di fondazione, e si continua lateralmente nelle fondazioni dei contrafforti.

Tutte queste fondazioni sono impostate sulla roccia con grandi riseghe per aumentare la resistenza allo scorrimento.

L'unghia di guardia nella quale si prolungano inferiormente le volte, penetra entro la roccia ad una quota alquanto più bassa del piano di imposta del blocco di muratura.

Entro il corpo di questo sono praticati degli opportuni drenaggi destinati a raccogliere ed eliminare l'acqua che possa

filtrare attraverso le volte. I drenaggi sboccano in alto di modo che l'acqua in essi raccolta costituisce una contropressione che contribuisce a ridurre le filtrazioni stesse. I drenaggi sono sistemati nel piano di contatto fra il paramento interno delle volte e il blocco di muratura e sono perennemente pieni d'acqua.

Essi comunicano con delle gallerie più ampie di raccolta, le maggiori delle quali sono praticabili per l'ispezione.

La contropressione dell'acqua nei drenaggi contribuisce ad alleggerire gli sforzi ai quali le volte sono soggette per effetto dell'acqua accumulata nel lago. Nel loro calcolo però non si è tenuto alcun conto di tale alleggerimento che resta a costituire un maggiore margine di sicurezza.

La massa di muratura che, come si è detto, collega la parte inferiore delle volte, contribuisce anche ad attutire le vibrazioni causate dalle macchine della centrale.

#### **Dispositivo per lo scarico delle acque. - Paratoie automatiche.**

Come già si è accennato, i dispositivi per lo smaltimento delle acque di piena dal serbatoio sono molteplici e proporzionati così largamente da permettere di escludere con sicurezza ogni pericolo di tracimazione della diga.

In corrispondenza alle due campate comprese fra i contrafforti numero 14, 15 e 16, in sponda sinistra del fiume, sono stati sistemati due scarichi profondi (fig. 7 e 13).

Essi sono costituiti da due gallerie (una per ciascuna campata della diga) a sezione rettangolare di m 7 circa di larghezza e m 5 di altezza. Esse sono praticate attraverso la roccia, ad un livello molto inferiore a quello della imposta delle fondazioni della diga che in quelle campate ha una altezza molto ridotta.

Il letto delle due gallerie è a quota 73 sul livello del mare; esse funzionano perciò sotto un carico rilevante che, a massimo invaso, può arrivare a 36 metri.

Il loro imbocco è comandato da due paratoie piane in ferro per ogni galleria, le quali possono essere comandate dall'alto da apposita camera di manovra sistemata nei corrispondenti vani della diga.

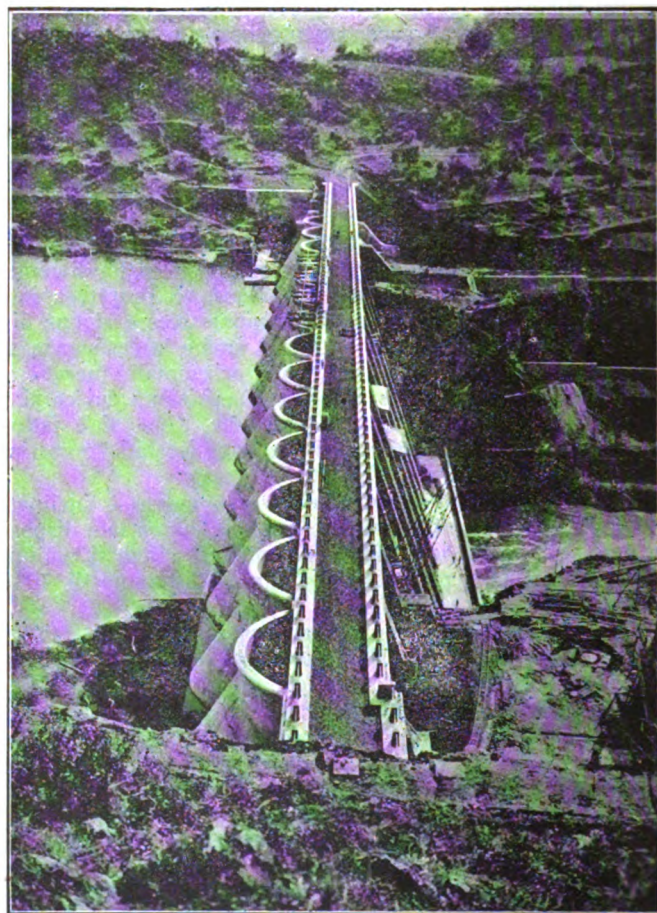


Fig. 12. — La diga vista dall'alto.

A massimo carico, la portata complessiva delle due gallerie di scarico profonde può arrivare a 800 metri cubi per secondo. L'acqua evacuata viene immessa in un apposito tronco di canale che la restituisce al Tirso alquanto più a valle.



Oltre a questi quattro scarichi di fondo, sono installati due scaricatori di superficie, con paratoie automatiche, nelle campate della diga comprese fra i pilastri numero 15, 16 e 17. Il primo di questi scarichi superficiali si trova quindi proprio sopra all'ultimo scarico profondo di cui si è detto (fig. 7 e 9).

I due scarichi di superficie hanno la soglia a quota 101,90 sul livello del mare; la lunghezza della luce di scarico corrisponde a quella dell'intera campata libera fra i due contrafforti. Complessivamente i due scarichi di superficie possono evacuare una portata massima di 800 metri cubi al secondo.

Le luci di scarico sono comandate da due paratoie a settore ruotanti, automaticamente, intorno ad un asse orizzontale. A scarico aperto, la paratoia è nella sua posizione più bassa, mentre quando lo scarico è chiuso, la paratoia si trova nella sua posizione di massimo sollevamento (fig. 15).

Finchè l'acqua nel serbatoio si mantiene sotto alla quota di 101,90 corrispondente al bordo fisso di detto scaricatore, è anche possibile accedere, passando attraverso al pozzo di manovra, come sarà detto in seguito, alla camera destinata a ricevere la paratoia quando questa si abbassa.

L'albero metallico di rotazione è in acciaio, di 100 millimetri di diametro, passante a tenuta stagna attraverso le pareti laterali del settore. In corrispondenza all'albero, i diaframmi trasversali portano un tubo metallico che funziona da cuscinetto dell'albero di rotazione.

La chiusura ermetica della paratoia sul fondo è costituita dall'albero di rotazione e relativo cuscinetto, e lateralmente da un lamierino flessibile di acciaio che la pressione idrostatica costringe ad aderire alle superfici, lisce, dei muri di sponda.

Tra il ciglio fisso dello scaricatore e la superficie curva

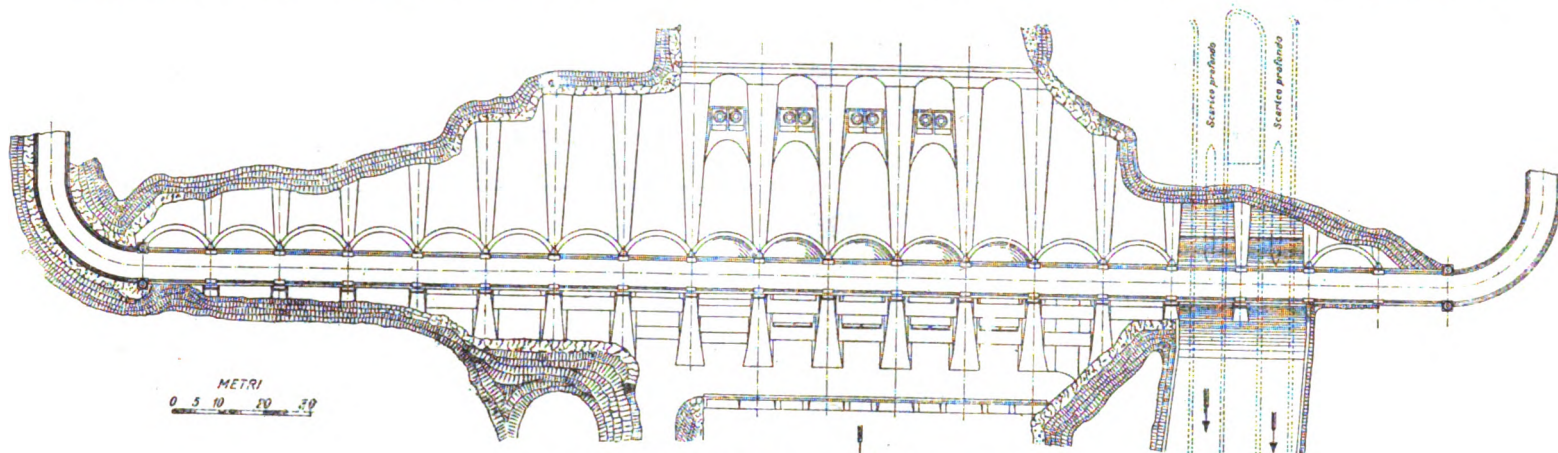


Fig. 13. — Planimetria generale della diga.

Le due paratoie mobili sono costruite in cemento armato. Ciascuna di esse consta di un settore cilindrico di m 10 di raggio completamente chiuso su tutta la sua superficie, cavo internamente e irrobustito da diaframmi trasversali di circa 30 centimetri di spessore, disposti a circa 3 m di distanza l'uno dall'altro, lungo l'asse. Una robusta trave assiale, pure in cemento armato, porta, fortemente ammassata nel calcestruzzo, l'albero di rotazione metallico.

del settore cilindrico, esiste un piccolo gioco attraverso il quale l'acqua, qualora superi la quota del ciglio stesso, penetra a riempire la camera di abbassamento del settore. Il settore porta al bordo inferiore un ferro angolare la cui ala sporgente viene ad urtare contro un corrispondente ferro fissato al ciglio dello scaricatore, di modo che resta limitato il sollevamento massimo del settore.

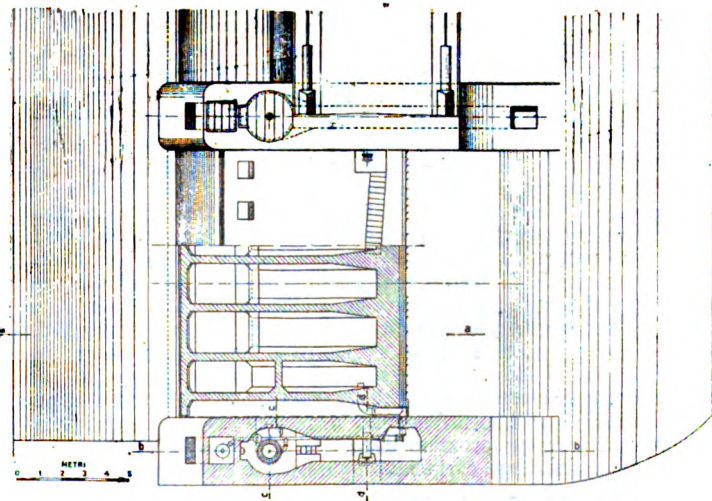


Fig. 14. — Paratoie automatiche: Sezione orizzontale.

Le pareti del settore cilindrico, sono naturalmente calcolate per resistere alla massima pressione idrostatica, che si verifica a paratoia abbassata e che corrisponde all'altezza massima di lama stramazzone. Sul paramento esterno, il settore è ricoperto con un intonaco impermeabile; qualora, a paratoia abbassata, si verificassero delle infiltrazioni nell'interno del settore non sarebbe pregiudicata la manovra di sollevamento della paratoia, essendo questa molto più leggera del volume di acqua spostato.

A paratoia sollevata, ossia durante il periodo di ritenuta, l'interno del settore è ispezionabile: vi si può accedere attraverso apposito chiusino sistemato ad una estremità (fig. 14). I diaframmi radiali presentano ciascuno un'apertura rotonda in corrispondenza alla quale è installata una passerella di ispezione, mantenuta in posizione orizzontale.

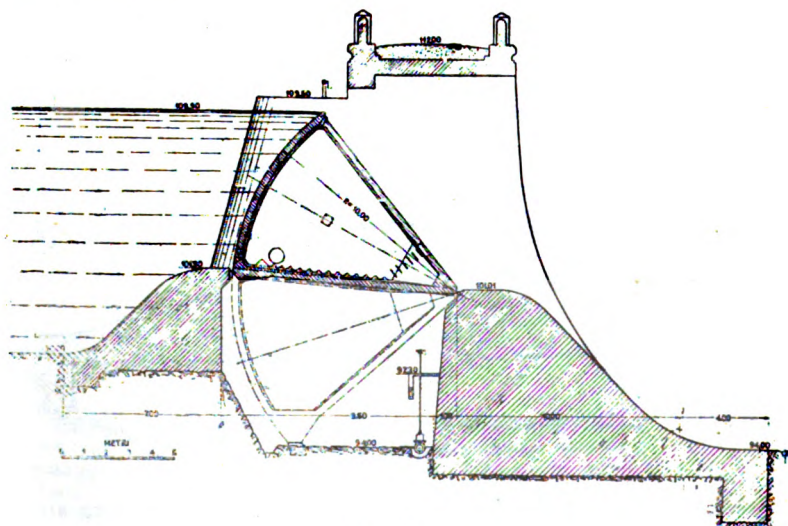


Fig. 15.

Sezione trasversale della installazione di una paratoia automatica.

La posizione più o meno sollevata della paratoia cilindrica dipende dalla pressione idrostatica esercitata sulla sua faccia inferiore, ossia dalla pressione esistente nella camera inferiore dello scaricatore.

Questa pressione è regolata automaticamente da una speciale valvola disposta in un pozzo di manovra situato lateralmente alla paratoia. La valvola consiste di tre cilindri in lamiera, dei quali quello mediano è a fondo chiuso e comunica, per mezzo di apposita tubazione, coll'acqua del lago (fig. 14, 16, 17).

Il cilindro esterno, rigidamente collegato a quello interno, chiude, nella sua posizione normale, l'imbocco del canale di scarico della camera suddetta. Tutta la valvola è contenuta entro un altro involucro cilindrico pure in lamiera, di diametro



alquanto più grande e che delimita una camera di equilibrio la quale è in comunicazione sia col lago che colla camera inferiore della paratoia.

Il pelo d'acqua entro le camere di equilibrio è quello che determina la spinta idrostatica agente in ogni istante sulla faccia inferiore del settore, e ne determina quindi la posizione. Il ciglio superiore della camera di equilibrio forma sfioratore ed esso viene fissato una volta per sempre in modo che quando l'acqua nella camera di equilibrio raggiunge il ciglio stesso, il settore sia nella posizione di massimo sollevamento.

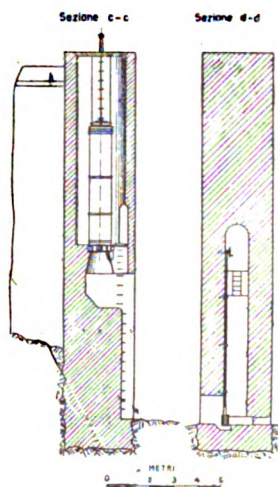


Fig. 16. — Particolare dell'organo di comando delle paratoie automatiche.

La tubazione che mette capo da una parte entro il cilindro intermedio della valvola, finisce dall'altra parte in un largo imbuto a bocca orizzontale, situato entro il lago a monte della diga a distanza sufficiente per non essere influenzato dalla vena stramazzante, e mantenuto alla stessa quota del livello medio di ritenuta (fig. 17).

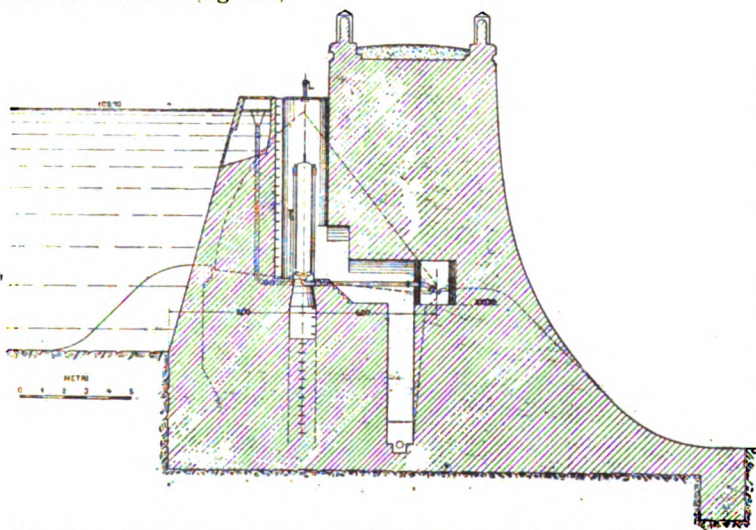


Fig. 17. — Sezione trasversale della installazione dell'organo di comando delle paratoie automatiche.

Se l'acqua nel lago supera questa quota, essa penetra attraverso l'imbuto nella tubazione e perviene entro il cilindro mediano della valvola. Il cilindro interno, che è completamente chiuso e funziona da galleggiante, viene così fatto sollevare e solleva a sua volta il cilindro esterno.

Questo, sollevandosi, apre l'imbocco del tubo di scarico della camera inferiore della paratoia, provocando l'uscita dell'acqua contenuta entro di essa e nella camera di equilibrio sopradetta.

Abbassandosi l'acqua entro le camere di equilibrio, il settore comincia ad abbassarsi, ma poichè durante tale movimento, va aumentando la distanza fra il baricentro della superficie inferiore del settore e l'asse di rotazione e quindi va aumentando il momento della spinta idrostatica, si raggiunge una posizione di equilibrio nella quale il settore si ferma.

Il settore inizia il movimento quando il pelo d'acqua nel lago arriva a due centimetri sopra il valore normale, e il settore arriva nella sua posizione più bassa quando il sovrizzo del pelo di acqua è da 6 a 8 centimetri circa.

Oltre alla manovra automatica, la paratoia è anche provvista di manovra a mano. Un uomo solo può abbassare completamente il settore in circa dieci minuti.

Quando il bacino a monte dello scaricatore sta sotto ad un certo livello minimo, il settore è completamente abbassato e compreso entro la camera inferiore appositamente preparata. Appena l'acqua raggiunge un certo livello entro il lago, essa penetra, attraverso apposito condotto di comunicazione, nella camera di riposo del settore. Tosto che il volume d'acqua spostato dal settore eguaglia il peso di questo, il settore comincia a sollevarsi, e continua nel suo movimento seguendo l'elevazione del pelo dell'acqua entro il lago.

Nella pratica di esercizio, le paratoie automatiche a settore si sono comportate sempre in modo del tutto soddisfacente.

Nell'insieme, i dispositivi descritti permettono di smaltire una portata complessiva di 1600 metri cubi per secondo.

(Continua).

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MATERIALI.

C. C. PATERSON — **Fabbricazione delle valvole termoioniche.** (The El., 11 marzo 1927, Vol. 28, N. 2545, pag. 262).

La produzione delle lampade per illuminazione ha fatto grandi progressi negli ultimi dieci anni, specialmente per la sostituzione della macchina all'uomo in quasi tutte le operazioni necessarie alla produzione. Il consumo attuale di lampade in tutto il mondo è di circa 600 milioni all'anno.

Le valvole termoioniche sono un prodotto nuovo; la loro produzione non può attualmente raggiungere l'efficienza di quella delle lampade, perchè non si è ancora raggiunta una standardizzazione in pochi tipi a causa delle novità che vengono continuamente introdotte nei circuiti radio. In ogni modo anche qui gli sforzi dei costruttori si rivolgono alla risoluzione di alcuni problemi fondamentali, che sono, in parte, trattati ancora empiricamente e non potranno essere ben compresi se non con l'aiuto di ricerche condotte con spirito scientifico.

Uno dei problemi principali è quello di spingere il vuoto al più alto grado possibile <sup>(1)</sup>: le molecole di gas rimasto libero nell'interno, ionizzandosi, bombardano il filamento e lo disgregano, e possono anche formare intorno al filamento uno strato gassoso che gli elettroni non riescono ad attraversare. Molte ricerche sono rivolte a stabilire la natura, l'origine, la quantità e il comportamento dei gas occlusi residui. Essi provengono dal vetro o dagli elettrodi metallici contenuti nella lampada: quelli originati da questi ultimi sono principalmente anidride carbonica e idrogeno e nelle lampade da illuminazione sono trascurabili per il piccolo volume del metallo; più importanti invece sono quelli provenienti dal vetro, e consistono in anidride carbonica e vapor d'acqua; essi si potrebbero eliminare con una vuotatura molto prolungata e contemporaneo riscaldamento del bulbo, con risultato poco economico. Perciò i costruttori si sono rivolti ad un altro metodo, che consiste nell'aumentare la capacità della superficie interna del bulbo a fissare le molecole di gas libero; questo si può ottenere con la condensazione, sulla superficie interna del bulbo, di vapori di un materiale solido come quello che costituisce il filamento; ma l'azione del filamento è troppo lenta e perciò si ricorre al fosforo o al magnesio; per le lampade da illuminazione si ricorre al primo, perchè dà uno strato perfettamente trasparente. L'azione compiuta dal fosforo si può descrivere così: anzitutto il filamento viene ricoperto di fosforo prima del montaggio ovvero spruzzato dopo. Poi la lampada viene vuotata con la pompa, riscaldata e rinchiusa. Ora incomincia l'azione del fosforo: alla prima accensione esso vaporizza immediatamente e si deposita sulla parete interna del bulbo come fosforo rosso; contemporaneamente un gran numero di molecole di gas libero, cadono sulla parte e restano mescolate al fosforo; ma l'azione del fosforo continua, poichè per effetto della violenta ionizzazione delle molecole durante questo processo, lo strato di fosforo resta sottoposto a un bombardamento elettronico, che lo trasforma in parte in fosforo bianco, il quale vaporizza di nuovo e permette al processo di purificazione di continuare, finchè vi siano molecole di gas ionizzato nell'interno. Così, in qualunque momento successivo si liberi il gas nell'interno, l'aumento di ionizzazione provoca immediatamente l'azione del fosforo, che diventa quindi continua e automatica. Non si può ancora dire con sicurezza, quale sia l'azione compiuta dalle molecole di gas ionizzato, ma si può solo dire che tale ionizzazione è necessaria.

Un altro passo importante è stato fatto nella fabbricazione delle grosse valvole, nelle quali la quantità di calore prodotta è rilevante, col sostituire, in parte, al vetro dell'involucro una parete metallica,

<sup>(1)</sup> Vedi G. MONTEFINALE. — *L'Elettrotecnica* 1924, vol. XI, pag. 618 e Pubbl. n. 29 dell'I. E. R. T. della R. Marina.



che può essere facilmente raffreddata con acqua; per far questo si è dovuto risolvere il problema della saldatura tra vetro e metallo su larghe superficie, che è ben riuscita e viene provata a pressioni rilevanti.

Il terzo problema interessante che viene esaminato è la fabbricazione del filamento di tungsteno, per il quale si cerca attualmente di ottenere una struttura in forma di lungo cristallo invece che una struttura granulare.

Lo studio del modo di comportarsi del filamento dopo l'accensione ha dimostrato, che le proprietà che deve avere un filamento per valvole sono molto diverse da quelle di un filamento per lampade.

J. J. GRACIE — **Fabbricazione delle moderne lampade termoioniche.** (The Wireless World, 6 aprile 1927, Vol. XX, N. 14, pag. 406).

L'A. si occupa particolarmente dei dettagli costruttivi. Si fabbricano attualmente circa 150 tipi di valvole per ricezione; la fabbricazione a macchina ha permesso di ottenere non solo una maggior rapidità, per cui una valvola « R », che richiedeva, quattro anni fa, circa due ore e mezza, può essere ora costruita in mezz'ora; ma anche una maggiore precisione e costanza nella produzione.

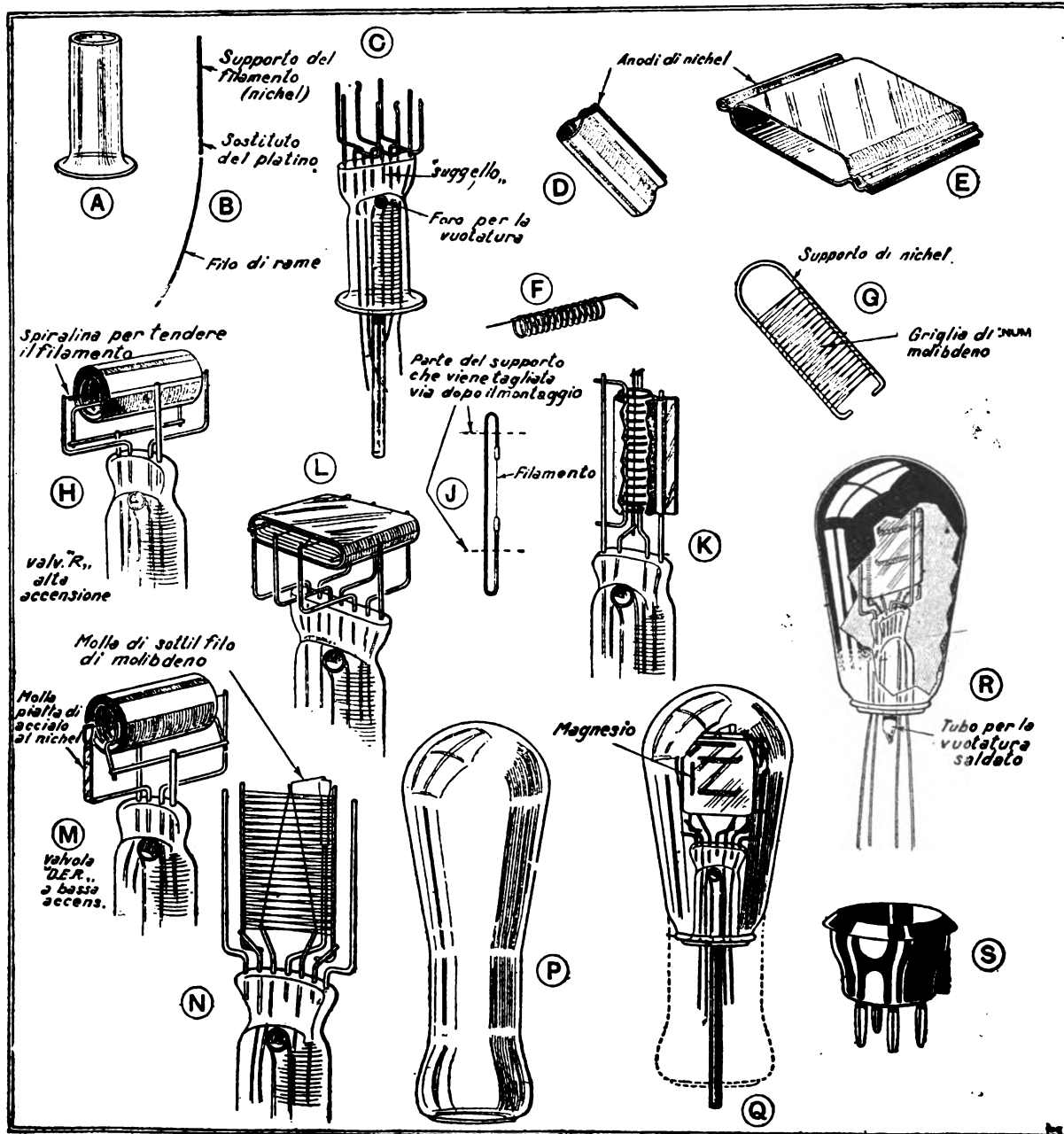


Fig. 1. — Tipi di valvole per ricezione e particolari di costruzione: (A) Tubo di vetro con flangia; (B) come è formato un conduttore «passante»; (C) supporto dei conduttori col passaggio e col tubetto per la vuotatura; (D) anodo cilindrico; (E) anodo piatto; (F) griglia cilindrica; (G) griglia piatta; (H) complesso degli elettrodi in una valvola ad alta accensione; (I) complesso degli elettrodi in una valvola da 0,06 ampere prima del montaggio; (J) filamento da 0,06 ampere prima del montaggio; (K) complesso degli elettrodi in una valvola da 0,06 ampere; (L) filamento a bassa accensione montato senza tensione; (M) metodo per tendere un corto filamento orizzontale; (N) metodo per tendere un filamento a V rovesciato; (O) bulbo di vetro prima del montaggio; (P) valvola pronta per la vuotatura; (Q) valvola saldata pronta per essere montata sulla propria base (S).

E' stata notata questa strana coincidenza: che il torio già adoperato dai costruttori di lampade per ridurre la granulazione del filamento, gli conferisce anche una proprietà completamente diversa: quella di aumentare grandemente l'emissione di elettroni. La proprietà dei filamenti a bassa accensione dipende dalla permanenza sui filamenti stessi di uno strato molecolare di torio, il quale evapora continuamente e viene costantemente rinnovato dal torio contenuto nel tungsteno; esso facilita l'emissione di elettroni perchè presenta al loro passaggio una resistenza minore che uno strato equivalente di tungsteno; bastano piccole tracce di ossigeno per contaminare questo strato superficiale di torio e anche per questo bisogna che il vuoto sia spinto al più alto grado possibile. Inoltre la cura dei costruttori di filamenti dev'essere rivolta ad assicurare al tungsteno una grana tale, che la diffusione del torio alla superficie risulti rapida e completa. C. Ch.

**Valvole per ricezione.** — Le valvole per la ricezione, di piccola potenza, hanno tutte le caratteristiche costruttive presso a poco eguali. La lavorazione della parte di vetro è simile a quella delle lampade: si tende attualmente a fare i bulbi senza punta, facendo il vuoto nell'interno mediante un tubetto di vetro saldato al supporto dei fili (fig. 1 C).

I supporti degli elettrodi, nell'interno della lampada, sono fatti di nichel e saldati a un piccolo tratto di conduttore che resta annegato nel vetro e costituisce il passaggio dall'interno all'esterno della lampada (fig. 1-C). Questo breve tratto di conduttore, una volta era fatto di platino; ora è costituito da un'anima interna di ferro-nichel rivestita di rame e borace, in modo da avere lo stesso coefficiente di dilatazione del vetro che si adopera. Esso è poi saldato a un conduttore di rame che va a uno dei pioli della base.

L'anodo è fatto a macchina, con una lamina di nichel dello spes-



sore di 0,1 a 0,15 mm e può essere cilindrico o appiattito (figura 1-D, E).

La griglia è fatta con un sottile filo di molibdeno, e può avere una forma appiattita o cilindrica (fig. 1 G, F). Quest'ultima si può produrre a macchina con grande rapidità e precisione.

Il montaggio del filamento varia assai secondo il suo diametro, dai fili che portano 0,6 ampere a quelli che portano fino a due ampere; ma, in ogni caso, vi sono delle regole generali, che vanno sempre osservate. La prima è quella che il filamento deve sporgere il meno possibile fuori della griglia per evitare un passaggio diretto di elettroni dal filamento alla placca, non controllato dalla griglia; naturalmente bisognerà tener conto dell'effetto raffreddante dei supporti, poichè per es., i filamenti a luce brillante hanno le estremità energicamente raffreddate e possono sporgere parecchi millimetri dalla griglia, mentre quelli a debole accensione devono essere completamente nell'interno della griglia. Un'altra regola importantissima è quella di mantenere il filamento diritto e coassiale con la griglia e l'anodo. E' molto difficile per es., dare una tensione *esatta* a un filamento ad alta accensione che arriva a una temperatura di circa 2500° C; più facile sembra mante-

una pressione inferiore a 0,0001 mm, si salda la lampada e la si monta sulla base.

La lampada ora è quasi pronta: le lampade ad alta accensione devono solo essere sottoposte per breve tempo a una tensione un po' maggiore della normale; quelle invece a bassa accensione, e specialmente quelle a filamento toriato, richiedono un trattamento più lungo, per la formazione dello strato superficiale di torio.

Restano da fare le prove per misurare l'emissione, il grado di vuoto, la tensione e la corrente assorbita dal filamento, la pendenza della curva caratteristica. In particolare il grado di vuoto si ottiene misurando la corrente negativa di griglia dovuta alla ionizzazione dei gas interni <sup>(2)</sup>.

*Valvole per trasmissione.* — Nella costruzione delle lampade per ricezione tutte le cure del costruttore sono rivolte ad ottenere la maggior purezza possibile nella riproduzione dei segnali; invece il problema, per le lampade di trasmissione, è quello di ottenere la maggior potenza possibile.

Quando si pensi che oggi si costruiscono lampade da 1 a 20 kW, con tensioni anodiche dell'ordine di 10.000 volt, si può immaginare

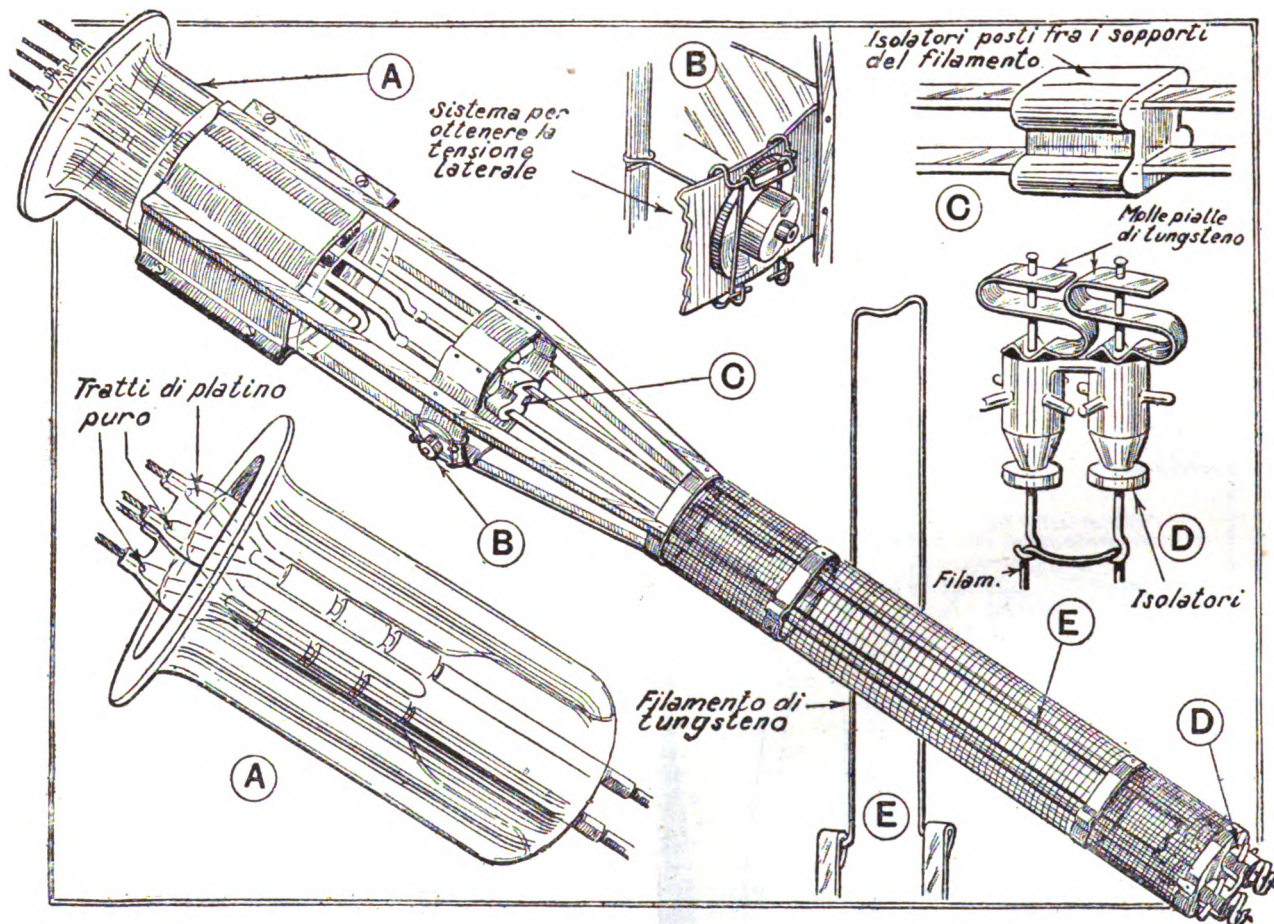


Fig. 2. — Particolari di costruzione di una valvola per trasmissione di 4 kW: (A) passaggio per i conduttori del filamento; (B) sostegni laterali dei supporti del filamento; (C) isolatore per i supporti del filamento; (D) supporto terminale del filamento con mollette e isolatori; (E) filamento.

nere teso, mediante l'elasticità dei supporti (fig. 1 M, N), il filamento di una lampada a bassa accensione; ma in questo modo si va incontro a una formidabile difficoltà: il filamento teso possiede una frequenza propria di vibrazione che può essere compresa, per disgrazia, nella gamma udibile e produrre disturbi alla ricezione. Una soluzione è quella di far lavorare il filamento a temperature così basse che esso non subisca dilatazioni e non abbia perciò bisogno di tensione alcuna; è quello che si fa appunto nelle nuove lampade a consumo molto ridotto.

La vuotatura delle lampade richiede molte cure. Bisogna anzitutto, prima del montaggio, liberare le parti metalliche dai gas, riscaldandole in un forno speciale, nel vuoto, fino a 1000°; dopo il montaggio delle varie parti nell'interno del bulbo, si inizia la vuotatura, mantenendo i bulbi in una atmosfera di gas a 400 gradi, per espellere dal vetro i gas in esso contenuti e specialmente il vapor d'acqua, che produce effetti disastrosi sull'emissione. Raggiunta una pressione di circa 0,01 mm di mercurio si fa agire il magnesio che deve essere stato disposto sopra l'anodo prima del montaggio, per es. avvolgendo un sottile filo di magnesio sull'anodo stesso.

Si può adoperare a questo scopo un così detto forno ad alta frequenza il quale consiste in una specie di gabbia, con cui si circonda la lampada, e in cui si manda una corrente ad alta frequenza; le correnti parassite indotte nell'anodo devono essere di intensità sufficiente a portarlo al color rosso, volatilizzando così il magnesio. Raggiunta

quanta cura e qual severo controllo si devono usare nella loro fabbricazione. Data la notevole quantità di calore prodotto, che deve disperdersi attraverso l'involucro, bisogna, per valvole dai 5 kW in su, adoperare il quarzo al posto del vetro, o, meglio ancora, portare l'anodo, che è quello che genera la maggior quantità di calore, fuori dall'involucro di vetro in modo da poterlo raffreddare con acqua od olio circolante.

L'anodo può essere di nichel nelle valvole fino a 1/2 kW; per potenze superiori, sia l'anodo, sia la griglia, dovranno essere di molibdeno; usando in certi casi il tungsteno per i supporti. Nelle valvole con l'anodo raffreddato, esso potrà essere fatto di rame o di ferro.

Data l'alta tensione adoperata, le uscite dei conduttori dal bulbo si pongono lontane le une dalle altre, e si hanno così le valvole dette a doppia estremità: i conduttori che vanno al filamento escono da una estremità, quello che va all'anodo dall'altra; da una parte intermedia esce poi quello che va alla griglia. Bisogna accertarsi, in queste lampade, che la sezione dei conduttori sia sufficiente, potendosi avere correnti di griglia dell'ordine di parecchi ampere nel caso delle onde corte. Le griglie sono fatte con reticella di molibdeno e sono di forma piuttosto complicata.

Il filamento, in generale, è in forma di V o di W ed è tenuto a posto mediante piccole molle e piccoli isolatori.

<sup>(2)</sup> Vedi G. DE COLLE. — *L'Elettrotecnica*, 1923, vol. X, n.27, p. 627.



Da tutto ciò si vede come ci si trovi, per le grandi valvole, ben lontani da un tipo standard. Tuttavia si possono dare, come esempi tipici di fabbricazione, i due seguenti, illustrati nelle figure.

formata da un sottile anello di ferro montato sul tubo di vetro che contiene i passaggi del conduttore che va al filamento. Dopo che il filamento e la griglia sono stati montati, per mezzo di un sistema di iso-

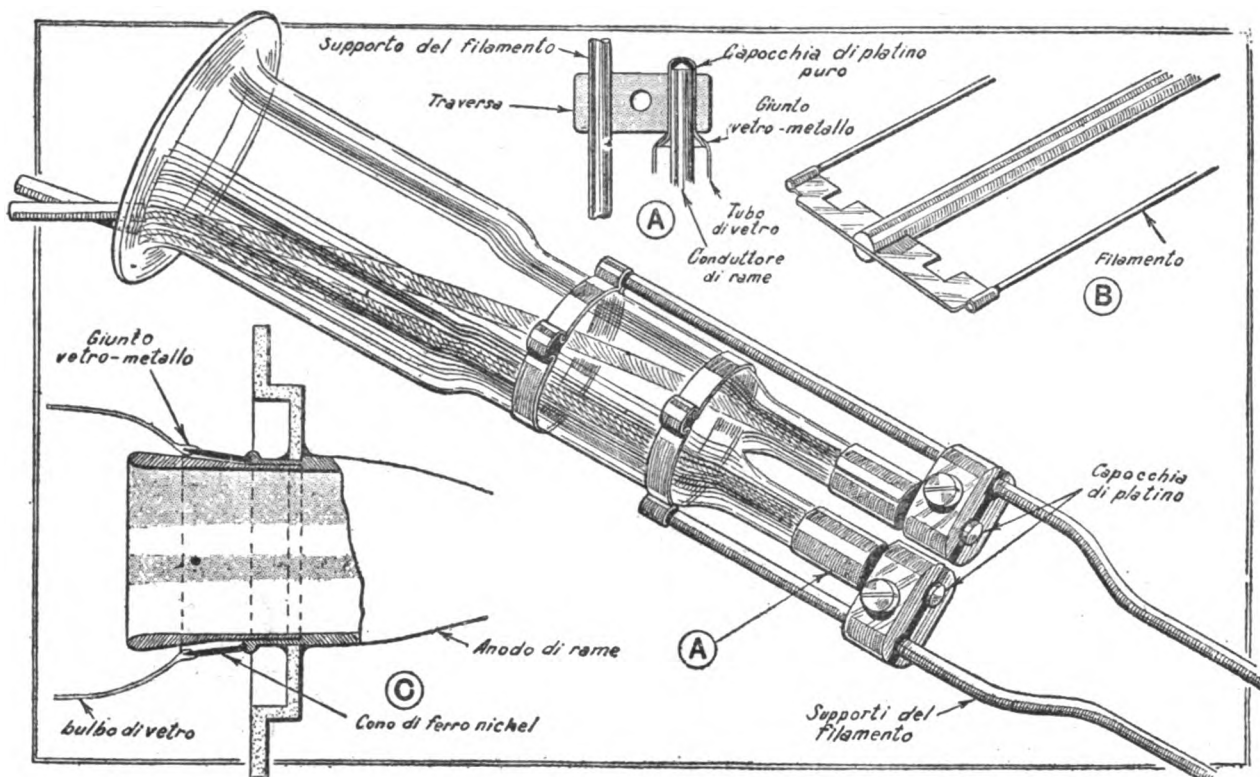


Fig. 3. — Valvola con anodo raffreddato: (A) passaggio del filamento; (B) supporto terminale del filamento; (C) passaggio dell'anodo.

Il primo è quello di una lampada con bulbo completamente di vetro, della potenza di 4 kW. I particolari sono indicati nella fig. 2. In (A) si vede il passaggio, dall'interno all'esterno, dei conduttori che vanno al filamento; codesti passaggi sono portati fuori della lampada per allontanarli dalle sorgenti di calore e la parte di conduttore impi-

latorini e di mollette di tungsteno (fig. 2 D), posto in testa alla griglia, si regola definitivamente la posizione del filamento, rispetto alla griglia.

L'anodo è fatto con una lamina di molibdeno, di forma cilindrica (vedi fig. 4 H) e si monta all'altro estremo della lampada, curando che i tre elettrodi siano perfettamente coassiali.

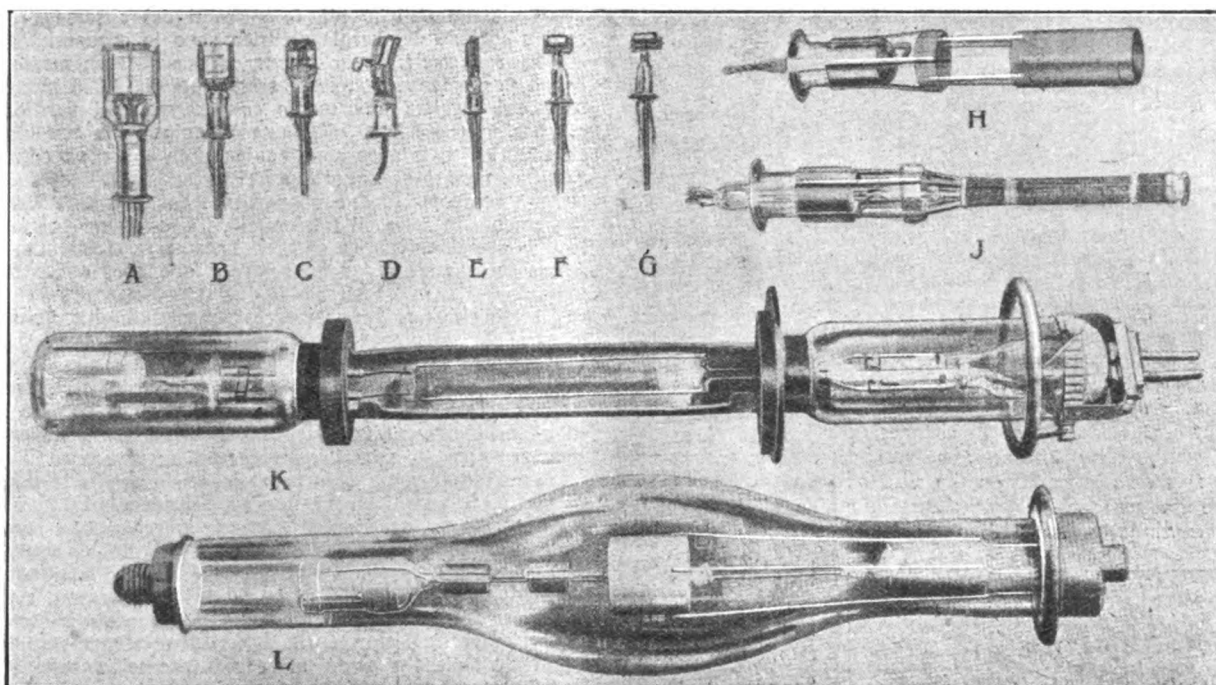


Fig. 4. — Tipi di valvole per ricezione (da A a G) confrontati con qualche tipo di valvola di grande potenza; (H) e (J) anodo e griglia di una valvola di trasmissione da 4 kW; (K) vista e sezione (nella parte centrale) di un raddrizzatore a valvola a doppia estremità e anodo raffreddato; (L) raddrizzatore a valvola speciale per tensione anodica di 150.000 volt.

gionata nel vetro è di platino puro, quella esterna di treccia di rame, quella interna di nichel; i supporti del filamento sono di molibdeno, tenuti a posto mediante isolatori (c), e il filamento di tungsteno è montato su di essi, dopo che gli è stata data la forma opportuna (E).

La griglia è costituita da un supporto, formato da tubicini e striscie di molibdeno, sul quale è avvolta una reticella pure di molibdeno, nel tratto che circonda il filamento (vedi fig. 2); la base del supporto è

Il conduttore corrispondente alla griglia si fa uscire da un punto intermedio del bulbo, con un particolare passaggio.

La vuotatura di una di queste valvole richiede parecchie ore e si fa per mezzo di una pompa a vapori di mercurio coadiuvata da una pompa a olio; il bulbo è mantenuto in precedenza in una atmosfera di gas a 400° per almeno mezz'ora per liberarlo dai gas occlusi; verso la fine si accende il filamento e si applica una certa tensione all'anodo



-e alla griglia, provocando un bombardamento elettronico che porta l'anodo fino al color bianco, e si continua la vuotatura per un certo tempo. Alla fine si salda la valvola e si applicano gli attacchi esterni.

L'altro esempio, illustrato nelle figure, è quello di una valvola ad anodo raffreddato, per potenze più rilevanti. La sua costruzione presenta ancor maggiori difficoltà della precedente.

L'anodo è saldato, in queste valvole, al bulbo di vetro e deve essere di materiale assolutamente non poroso e non deve deformarsi anche ad alte temperature. In una valvola a semplice estremità esso può essere formato da un cilindro di rame cavo, lungo da 22 a 30 cm., dello spessore di circa 3 mm, chiuso a un estremo; all'altro estremo, aperto, esso porta una flangia alla quale è fissato un primo cono di ferro nichel (fig. 3 c) sottile ed affilato all'estremità libera, sulla quale verrà poi saldato il bulbo di vetro che porta i sostegni degli elettrodi e i soliti passaggi dei conduttori. Per fare la saldatura vetro-metallo il cono di ferro-nichel viene ramato esternamente, poi l'estremità affilata viene trattata con borace e congiunta all'estremità del bulbo di vetro da saldare; per mezzo di una fiamma a gas, regolata con molta cura, si fonde il vetro e si fa la saldatura, che risulta assolutamente impermeabile e meccanicamente assai robusta. Internamente al cono di ferro nichel vi è un altro cono di rame che serve da schermo elettrostatico alla giuntura vetro-metallo. Esternamente poi vi è una flangia di rame alla quale va attaccata la camicia per il raffreddamento con acqua (vedi anche fig. 4 K). La griglia è costruita come nella lampada precedentemente descritta, ma ancora più robusta.

Il montaggio del filamento richiede cure speciali; essendo la corrente normale 50 o 75 ampere non si possono più fare i soliti passaggi con platino puro, ma bisogna usare una disposizione speciale indicata nella fig. 3 A. Il tubo di vetro, che serve anche di sostegno ai supporti del filamento, si suddivide a un estremo in due tubicini sui quali viene saldata una capocchia molto allungata di platino puro; entro la capocchia, dalla parte del tubo, viene infilato, leggermente forzato, il filo di rame che va all'esterno; sopra la capocchia viene infilata strettamente una traversa di metallo, che serve poi di sostegno ai supporti del filamento.

La centratura esatta del filamento, rispetto all'anodo, non può essere regolata ad occhio, perchè l'anodo non è trasparente, ed è perciò affidata esclusivamente alla precisione delle macchine con le quali si eseguisce il montaggio. Recentemente si sono adoperati i raggi X per ispezionare le valvole già montate.

La vuotatura e il bombardamento dell'anodo, in queste lampade, richiedono più di dodici ore, e cure speciali.

La misura del vuoto, sulla valvola finita, non si fa misurando la corrente di griglia sulla valvola stessa, data l'alta tensione richiesta, ma si salda, in precedenza, una piccola valvola comune alla grossa valvola per mezzo di tubetto di vetro, e si misura su questa la corrente di griglia.

C. Ch

## TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

### F. TREDELENBURG — Un nuovo altoparlante Siemens. (Siemens Zeitschrift, marzo 1927, Vol. 7, pag. 141).

La Casa Siemens ha recentemente costruito un altoparlante di grande potenza di irradiazione sonora, dovuto ad H. Riegger.

La sua superficie di irradiazione può essere una lastra di Pertinax o di duralluminio, rigida ed isolata. Posteriormente ad essa si applica un nastro di rame in forma di greca, immerso in un campo magnetico prodotto da una serie di poli. Per effetto dell'azione elettrodinamica alterna tra la corrente telefonica inviata attraverso il rame ed il campo

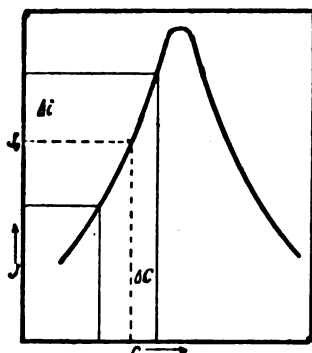


Fig. 1.

magnetico, la membrana si pone in vibrazione. L'apparecchio presenta il vantaggio di una notevole uniformità dell'eccitazione meccanica, il che esclude effetti di distorsione e di vibrazioni proprie della lamina, dannosi alla diffusione sonora. La lastra è poi contornata da sostegni elastici ed è racchiusa in una cornice piana, atta ad impedire che, sotto frequenze molto basse, avvengano fenomeni di neutralizzazione tra i due moti alterni di vibrazione della membrana stessa.

Riguardo al comportamento con diverse frequenze, l'A. dimostra

che, quando il diametro della membrana è maggiore della lunghezza d'onda sonora, l'energia irradiata è indipendente dalla frequenza; ciò non è teoricamente più vero nel caso contrario, ma praticamente tale condizione si verifica ancora in un campo abbastanza ampio innanzi alla membrana. Le dimensioni di questa sono di cm 50x50. La potenza elettrica di alimentazione è prodotta da due tubi a vuoto di 400 W ciascuno, collegati in opposizione.

Il microfono a condensatore per alta frequenza, che comanda l'altoparlante è formato da una lamina estremamente sottile di alluminio, posta fra due teli di seta leggerissima. Davanti alla lamina d'alluminio, così rivestita, si trova una lamina traforata, di fronte alla quale si parla; dietro — alla distanza di 2 mm — si ha un'altra piastra completamente rigida, che costituisce la seconda armatura del condensatore. E' chiaro che, quando il microfono sia posto in un circuito oscillatorio ad alta frequenza, esso può agire come modulatore per effetto delle sue variazioni di capacità, dovute al movimento della membrana rispetto alla piastra. A tal fine si usa ad es. uno dei rami della curva di risonanza (fig. 1). Se infatti il microfono è inserito come capacità in un circuito risonante, e questo è regolato in modo che, a regime, la corrente si trovi a metà altezza della curva di risonanza, ogni vibrazione della membrana del microfono, producendo una variazione di capacità, provoca una corrispondente variazione di intensità della corrente oscillatoria. Queste variazioni sono amplificate con un amplificatore a resistenza ed infine raddrizzate ed inviate all'altoparlante.

L'A. riferisce che con un apparecchio di questo genere si è potuto dare una buona riproduzione della voce e dei suoni nel Palazzo dello Sport a Berlino, di fronte a 10.000 persone.

C. Ga.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

### W. M. VANDERSLUIS — Elettrificazione dell'Illinois Central Railroad Company. (Gen. El. Rev., aprile 1927).

L'elettrificazione, decisa nel luglio 1919, è stata completata nel febbraio 1927 per il servizio suburbano intorno a Chicago e dovrà essere ultimata nel 1940 per tutto il servizio passeggeri e merci.

Venne adottata la corrente continua 1500 volt con alimentazione a linea aerea; la corrente continua viene fornita direttamente dalle Società fornitrici.

Coll'esercizio elettrico, che si iniziò nel luglio 1926, sette mesi prima del previsto, si hanno ora 475 treni al giorno, con un movimento annuo di 25.000.000 di passeggeri, e con un risparmio nel tempo totale di corsa, che varia fra il 10 e il 24 % di quello che si aveva colla trazione a vapore.

Le caratteristiche più interessanti del sistema di alimentazione e distribuzione di energia elettrica sono le seguenti:

Le sottostazioni sono situate ad una distanza media di 10 km ed hanno una potenza complessiva installata di 42.000 kW. Tre di queste sono equipaggiate unicamente con convertitrici per le quali furono adottate unità da 3000 kW; una è equipaggiata con un raddrizzatore da 1500 kW e le altre sono equipaggiate con convertitrici, e raddrizzatori con unità per questi ultimi pure da 3000 kW. Ogni unità rotante è composta di due convertitrici da 1500 kW, 750 volt, permanentemente in serie. Il trasformatore di ciascuna unità è montato tra le due macchine su un comune basamento. Ciascuna macchina sostiene un sovraccarico del 50 % per due ore, e del 200 % per un minuto.

I raddrizzatori sono sempre composti di due unità a 1500 volt in parallelo; la potenza di ciascuna unità è di 750 oppure 1500 kW.

Essendo prescritto che la tensione di linea non debba scendere al disotto di 1400 volt, le sottostazioni sono provviste di regolatore automatico di tensione, collegato ad una sbarra apposita e che agisce simultaneamente su tutte le convertitrici, che a questo scopo sono state provviste di eccitazione separata.

Le sottostazioni sono protette da interruttori ultra rapidi tipo G. E. Co. Di questi ve n'è uno su ciascun alimentatore, uno sul positivo e uno sul negativo di ciascuna macchina. La regolazione dello scatto di questi interruttori è prevista in modo che i sovraccarichi o corti circuiti su di un alimentatore aprono l'interruttore di questo prima di quello della macchina. Se però si avessero su parecchi alimentatori dei sovraccarichi contemporanei che, pur non essendo sufficienti ad aprire i singoli interruttori degli alimentatori, potessero costituire complessivamente un carico eccessivo sulle macchine, gli interruttori di queste si aprono inserendo automaticamente una resistenza, che limita la corrente al 100 % della potenza normale delle macchine. Se queste condizioni perdurano per più di quattro secondi, si aprono anche gli interruttori positivi, staccando le macchine dalla rete.

La linea di contatto di ciascun binario è elettricamente isolata dalle linee adiacenti. Le varie linee sono poi sezionate in corrispondenza delle sottostazioni, ed in punti situati a metà distanza tra esse. In ciascun punto di sezionamento vi sono degli scambi che permettono il passaggio dei treni da un binario all'altro; e degli interruttori di smistamento, che uniscono una linea con l'adiacente.

In caso di guasto su una sezione si può quindi isolarla, e contemporaneamente istradare i treni, sul tratto guasto, sull'altro binario. Il sezionamento può avvenire automaticamente, in caso di guasto, op-



pure essere eseguito dal posto centrale di comando, mediante manovra di distanza.

A questo posto centrale di comando fanno capo tutti i dispositivi di indicazione e comando a distanza; ed ivi un incaricato apposito può con essi regolare tutta la distribuzione dell'energia alla rete, rendersi immediatamente conto di eventuali guasti e prendere i provvedimenti necessari. Nello stesso locale vi è pure il dirigente centrale del movimento, il che rende molto più agevole il prendere le opportune disposizioni in caso di inconvenienti.

Oltre alla corrente continua a 1500 volt, le sottostazioni forniscono pure, mediante piccoli trasformatori, corrente alternata a 2300/4000 volt, 4 fili, 60 periodi, per l'illuminazione delle stazioni e della linea, servizi ausiliari e di segnalazione. Le linee relative raddoppiate nei tratti più importanti, corrono sulla palificazione della linea di contatto, e sono normalmente sezionate a metà distanza tra le sottostazioni, per evitare di dover mettere in parallelo, da questo lato, le sottostazioni.

I dispositivi di comando possono riportarsi a due tipi principali, che differiscono per l'alimentazione delle bobine di chiusura e di ritenuta degli interruttori ultra rapidi. Il primo tipo si impiega quando non si prevede la possibilità di invertire il senso dell'alimentazione; le bobine sono inserite a monte dell'interruttore, il quale quindi non può né restare chiuso, né essere chiuso, quando per una causa qualsiasi manchi tensione a monte di esso. Nel secondo tipo l'alimentazione delle bobine è fatta da un lato qualunque dell'interruttore, il cui funzionamento non è quindi legato al senso della corrente che l'attraversa.

Per le rotaie è stato prescelto un tipo di giunto corto saldato sulle rotaie. Su di una lunghezza totale di binario di circa 250 km si sono impiegati 45.000 giunti.

Per limitare la caduta di tensione, è risultato conveniente estendere l'applicazione dei giunti anche ad alcuni binari da elettrificarsi solo in seguito, utilizzandoli come circuiti di ritorno addizionali.

Per mantenere la continuità elettrica del binario, anche quando a causa del sistema di segnalazione usato, alcuni dei giunti debbono essere isolati, sono impiegati giunti speciali a piccola resistenza e a forte reattanza. In qualche caso, in cui i tronchi isolati sono troppo frequenti, si è usato per il circuito di ritorno una sola rotaia, munendola di giunti doppi. Speciale cura si è avuta nel mantenere la continuità elettrica del binario anche negli scambi e negli attraversamenti.

Connessioni elettriche sono state anche sistematicamente stabilite tra le strutture metalliche di sostegno della linea col binario e tra i diversi binari paralleli.

Trattandosi di equipaggiare circa 260 automotrici, è stato conveniente far costruire un motore apposito, unico per tutto il servizio, che comprende treni locali, diretti e speciali.

La soluzione con motori a 750 volt, isolati per 1500 volt e accoppiati a due a due permanentemente in serie, apparve la più conveniente; ogni motore ha la potenza di 185 kW.

La scelta dei motori fu fatta considerando un'accelerazione di  $0,67 \text{ m/sec}^2$ , una decelerazione di  $0,78 \text{ m/sec}^2$ , e una velocità di 90 km. all'ora in piena corsa.

La zona elettrificata della Illinois Central comprende attualmente tratti di linea a uno, a due, e a sei binari; per l'avvenire, estendendosi ancora l'elettrificazione secondo i piani prestabiliti, essa verrà a comprendere in taluni punti, tratti elettrificati aventi fino a 15 binari. Il sistema di sospensione scelto per la linea di contatto a corrente continua 1500 volt è uno speciale sistema, che ha la caratteristica di riunire in sé stesso tutta la conduttività necessaria per il passaggio della corrente e non richiede quindi alcun alimentatore ausiliario. Tale sistema è composto sulla linea principale da 4 fili, e cioè, due fili di contatto strettamente affiancati, un cavo portante principale di acciaio, e un cavo portante secondario di rame. Il cavo portante principale, sospeso per mezzo di isolatori doppi alle strutture di sostegno distribuite lungo la linea, si dispone nelle varie campate secondo archi di catenaria aventi circa 90 metri di corda e m. 1,50 di freccia; da queste catenarie pendono sottili tiranti che sorreggono di sei in sei metri il cavo secondario; questo infine mediante due serie di apposite griffe opportunamente sfalsate, sostiene di tre in tre metri il doppio filo di contatto. Si ottiene così il sistema aereo che, pur richiedendo in complesso lo stesso volume di rame di quello ad alimentatori separati, ha tuttavia il vantaggio di possedere una migliore disposizione meccanica, perchè mentre il cavo ausiliario di rame rende la sospensione più elastica, d'altra parte il doppio filo di contatto assicura una migliore aderenza del pantografo e attenua gli inevitabili piccoli scintillamenti.

Le strutture di sostegno della linea aerea sono state progettate e costruite in maniera da poterle facilmente estendere in seguito agli altri binari, che verranno elettrificati. Esse sono costituite come dei veri ponti a traliccio con pile metalliche di sostegno: questi ponti, a elettrificazione compiuta, potranno raggiungere sulla linea principale 60 e più metri di lunghezza e avere fino a cinque campate. Il problema della verifica agli sforzi meccanici di tali strutture è un problema staticamente indeterminato, che è stato risolto dai costruttori con un ingegnoso metodo sperimentale (basato sull'applicazione del teorema della reciprocità di Maxwell), nel quale si fa uso di un modello in scala ridotta della struttura da verificare.

Il montaggio delle linee di trasmissione sugli appositi bracci a T della struttura di sostegno venne eseguito a 8 fili per volta, facendo uso di uno speciale treno composto di una macchina, due carri a bo-

bine, una locomotiva-gru, vari carri-attrezzi e carri-ponte; furono montati con questo sistema fino a 25 km. di filo in un sol giorno. Dopo aver montato sul braccio a T una serie di rulli destinata a guidare provvisoriamente i fili, questi stessi venivano fatti passare dalle bobine di avvolgimento attraverso rulli e guide disposti sulle sommità dei carri-attrezzi e sulla estremità del braccio mobile della gru; il treno veniva poi fatto avanzare e non appena il braccio della gru aveva oltrepassato di poco le strutture di sostegno, un uomo situato sul carro-ponte collocava i vari fili sugli appositi rulli del braccio a T; dopo di ciò i fili venivano tesi sollevando il braccio della gru, dopo aver bloccato le bobine girevoli di avvolgimento, e infine i rulli del braccio a T venivano sostituiti dagli appositi isolatori.

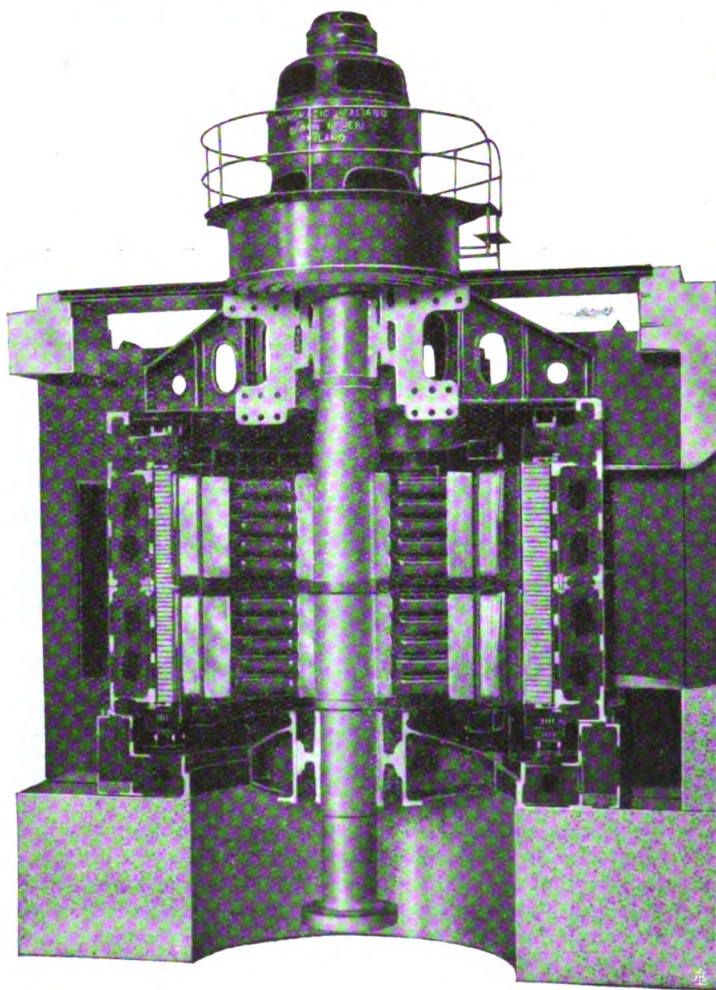
C. G. E. (\*).

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### GENERATORI ELETTRICI.

Alternatori da 37.500 kW per accoppiamento con turbina idraulica ad asse verticale sono in costruzione nelle Officine del Tecnomasio Italiano per la centrale Galletto della Società Terni. La figura che ri-



produciamo rappresenta il modello di uno di questi alternatori quale era esposto alla recente Fiera Campionaria di Milano. Saranno queste le macchine più potenti di questo tipo, fino ad ora costruite in Europa. Ogni alternatore è proporzionato per generare 2500 A a tensione normale di 10.800 V; la velocità di rotazione sarà di 375 giri al minuto. Sono attualmente in costruzione tre di questi alternatori.

### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALEZIONI.

Prove di telegrafia duplice su cavi telegrafici sottomarini tipo Krup, sono state recentemente effettuate in Germania su uno dei cavi posati nel mare Baltico. Il cavo, lungo 580 chilometri, ha i conduttori rivestiti di permalloy e le sue caratteristiche sono (riferite al chilometro di cavo): resistenza di 4,2 ohm, capacità di 0,225 micro-farad, induttanza 23 millihenry e conduttanza 0,008 microhm. Trasmettendo in un sol senso si arrivò a 8750 segnali Morse al minuto; in duplex si trasmisero 600 segnali Siemens al minuto. Il montaggio in duplex era ottenuto col cavo, due resistenze e una linea artificiale opportunamente proporzionata. Gli apparecchi trasmettente e ricevente erano inseriti sulle diagonali del ponte.



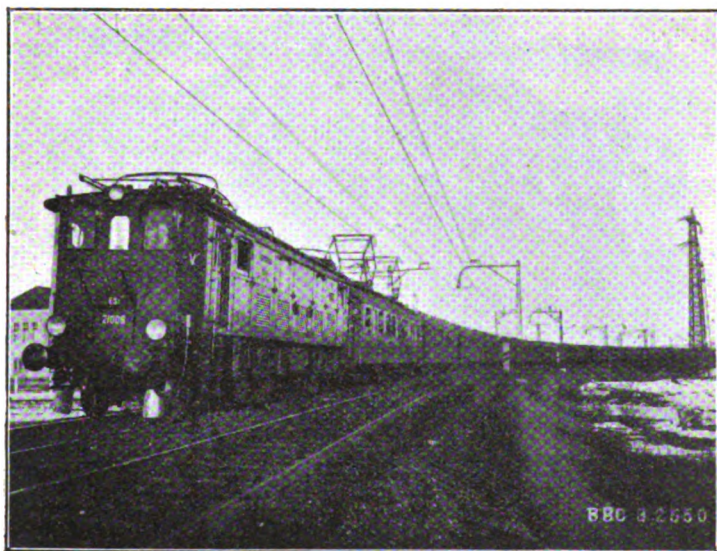
## TRAZIONE E PROPULSIONE.

*Locomotive elettriche* ad alta velocità in servizio sulla rete bavarese delle Ferrovie germaniche sono descritte nell'Elektr. Bahnen del marzo 1925 a pag. 73. Queste locomotive sono destinate a trainare i treni diretti pesanti sulle linee che irradiano da Monaco. Le caratteristiche altimetriche delle linee ed il peso dei treni da rimorchiare, hanno determinato la potenza oraria di 1800 kW e la velocità massima di 110 km/h. Per l'avviamento di un treno di 600 tonn. rimorchiate sull'ascesa del 10 per mille, colla velocità finale di 45 km/h, s'impiegano 6 1/2 minuti; nelle stesse condizioni di pendenza, un treno di 450 tonn. raggiunge i 55 km/h in tre minuti.

Le caratteristiche principali delle locomotive sono le seguenti:

Rodiggio . . . . .	1-AAAA-1
Sistema di corrente . . . . .	monofase
Tensione . . . . .	15.000 volt
Frequenza . . . . .	16 2/3 per.
Sforzo d'avviamento medio . . . . .	13.150 kg.
Sforzo d'avviamento massimo . . . . .	15.400 »
Potenza oraria . . . . .	1800 kW
Sforzo ai cerchioni in corrispondenza della potenza oraria . . . . .	8700 kg
Velocità massima . . . . .	110 km/h
Lunghezza fra i respingenti . . . . .	16.300 mm
Peso complessivo in ordine di marcia . . . . .	110 tonn.
Pressione sugli assi motori . . . . .	19,6 »
Pressione sugli assi portanti . . . . .	15,8 »
Peso aderente . . . . .	78,4 »

La potenza è sviluppata da quattro motori di cui ciascuno muove un asse per mezzo del noto comando individuale sistema Brown Boveri. Gli assi motori estremi sono accoppiati ciascuno con uno degli assi portanti, in modo da formare dei veri e propri carrelli a due assi, uno portante ed uno motore; il comando individuale consente senz'altro gli spostamenti radiali ed angolari dell'asse rispetto al relativo motore di comando.



Locomotore con comando individuale degli assi.  
Treno in prova con carro dinamometrico.

La distanza fra gli assi motori centrali è relativamente grande per far posto ad un trasformatore abbassatore della tensione, con raffreddamento a circolazione esterna dell'olio, della potenza continuativa di 1750 kVA. D'inverno, approfittando del valore basso della temperatura dell'aria, si possono aggiungere altri 400 kW per il riscaldamento dei treni.

La fotografia che riproduciamo è stata presa durante le prove di servizio intensivo, eseguite con un treno di 764 tonn. complessive e con velocità fino a 120 km/h, su linee relativamente pianeggianti. Durante tali prove, tutte le misure vennero fatte sulla vettura dinamometrica, attrezzata anche per la registrazione delle grandezze elettriche. Nella fotografia si vede che la vettura dinamometrica è stata munita di prese di corrente che lavorano in luogo di quelle del locomotore, dando modo di misurare direttamente l'energia assorbita.

Durante le prove si è trovato che il consumo specifico si aggira sui 26-27 Wh/Tkm lorde. Il rendimento globale medio della trasmissione dell'energia dalla linea di contatto al gancio di trazione del locomotore è risultato del 65 % circa; in esso sono considerate le perdite nel trasformatore, nei motori, in tutti i circuiti ausiliari, (compressori, luce, ventilatori, ecc.), le perdite meccaniche del comando individuale degli assi, nonché l'energia occorrente per muovere il locomotore stesso.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

MANLIO MAZZOCCHI. — *Atlante di schemi di avvolgimento per macchine elettriche*. - U. Hoepli, Milano, 1927 - Prezzo L. 85.

E' una bella raccolta di schemi. La riproduzione a colori aiuta la comprensione. L'Autore avverte di avere di proposito rappresentato i due elementi in un canale con un sol tratto.

Riteniamo però che la chiarezza non ci abbia guadagnato. Sarebbe stato meglio seguire il solito metodo convenzionale, pur affrontando una maggior complicazione di disegno.

Meno felice appare la rappresentazione degli avvolgimenti dei trasformatori.

Per essi il disegno schematico qualche volta non rappresenta la reale disposizione degli avvolgimenti, il che nel caso specifico nuoce.

La posizione delle matasse ha importanza fondamentale in questi apparecchi ed uno schema aderente alla realtà non può trascurare questo fatto.

Esempio: la fig. 148 relativa ad un autotrasformatore. Lo schema teorico è esatto, ma se si disponessero gli avvolgimenti come sono indicati, l'autotrasformatore riuscirebbe inaccettabile, a causa della dispersione. Le due parti dell'avvolgimento devono invece riuscire o concentriche, o alternate. Il disegno deve precisare la disposizione che è essenziale.

L'Atlante è peraltro meritevole, e consigliabilissimo ne è il suo uso.

\*

Ing. L. BONCINELLI. — *Combustione e combustibili* - Vol. II (U. Hoepli, 1927 - pag. 1375 - Prezzo L. 88).

Questo secondo volume, che completa l'opera, è, come già il primo del quale altra volta si è data notizia, molto denso di materia e ricco di dati. L'argomento di estrema importanza per la nostra tecnica e per la nostra economia nazionale, è svolto ampiamente dall'A. in questa sua opera che, pur nella forma di manuale, assume l'aspetto di un vero e proprio Trattato.

L'A. rispecchia nel suo lavoro in modo particolare le tendenze della tecnica americana della quale ha evidentemente una speciale conoscenza. Ciò dà qualche volta una orientazione un poco unilaterale alla sua esposizione.

Qua e là si potrebbe notare qualche manchevolezza nell'equilibrio generale della trattazione. L'argomento, ad esempio, degli accumulatori di vapore, tanto importante nelle moderne applicazioni, è trattato quasi a volo; lo stesso potrebbe ripetersi per i forni industriali. Meglio forse sarebbe stato omettere completamente tali argomenti anziché trattarli in modo incompleto.

Queste piccole mende non nuocciono tuttavia al valore del libro che costituisce certamente la più completa opera che sull'argomento possa vantare la letteratura tecnica italiana.

\*

MEARES AND NEALE. — *Electrical Engineering Practice* - Vol. I e II (Londra, Chapman and Hall - Vol. I, 1923 - pag. 584 - Prezzo 25 scellini - Vol. II, 1927 - pag. 532 - Prezzo 25 scellini).

Quest'opera, che sarà completa in tre volumi, è stata concepita e condotta con criteri di grande e diretta praticità. Il suo pregio principale sta nel fatto che gli A. hanno saputo molto bene accoppiare a questi dati, l'esattezza scientifica e la precisione tecnica.

Il libro è destinato a chi già abbia buona conoscenza della tecnica degli impianti elettrici; e la trattazione si diffonde perciò soltanto sulle cose essenziali, sulle applicazioni della teoria alla pratica degli impianti, sui dati di calcolo e di esperienza che possono occorrere nelle calcolazioni. Sotto questo aspetto l'opera è molto ricca di tabelle numeriche e di grafici, i quali, se pur spesso hanno particolare importanza per i tecnici americani, sono quasi sempre di grande utilità generale.

Il primo volume è dedicato agli impianti di produzione di energia e alle linee di trasmissione. Il secondo tratta invece della trasformazione e distribuzione di energia; si inizia poi la esposizione delle diverse forme di utilizzazione dell'energia stessa, esposizione che sarà completata nel terzo ed ultimo volume dell'opera.

\*

GIOVANNI DE AMENTI. — *L'installatore elettricista* - (Milano - Hoepli 1927, pag. 160 - Prezzo L. 8.50).

Il volumetto, di carattere essenzialmente applicativo e pratico, espone nella forma più semplice e facile le nozioni fondamentali che ogni installatore deve conoscere.

L'A. si è preoccupato di sopprimere ogni speculazione teorica e ogni difficoltà di calcolo, mettendo il libro alla portata di qualunque modesto operaio. Ciò ha reso inevitabili alcune inesattezze di espressione, che però non nuocciono allo scopo del libro.

Il volumetto, senza eccessive pretese, può essere utile ai montatori ed installatori che non abbiano una istruzione un po' specializzata nel loro ramo.



# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

E' GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Tarifficazione e fattore di potenza.

E' stato detto più di una volta che al problema di un sistema di tariffe dell'energia elettrica il quale tenga equo conto del fattore di potenza del carico (o, se si vuole, dell'entità della energia reattiva richiesta dall'utente) si è generalmente attribuita un'importanza esagerata; dato che molti altri fattori possono influire sul costo dell'energia in modo altrettanto se non più grave che non il fattore di potenza, dei quali tuttavia non si suole o non si può tener conto nelle tariffe. Tuttavia è innegabile che una tariffa del genere, ben congegnata e di chiara e pratica attuazione può avere una notevole azione stimolatrice per ridurre le correnti oziose che oggi circolano nelle nostre reti a tutto scapito dell'economia generale, e così si spiega, (prescindendo anche dal fatto che in qualche nazione, come la Francia, le tariffe che tengano conto del fattore di potenza sono imposte per legge) come il problema sia stato ovunque rimesso sul tappeto in questi ultimi anni. Di esso si è avuta un'eco importante anche nell'ultima sessione della Conférence des Grands Réseaux di Parigi, e la costituzione di un apposito Comitato permanente di studio, assicura che il problema verrà ripreso con maggior ampiezza nella prossima sessione del 1929 nella quale è da augurarsi che i nostri tecnici particolarmente competenti, possano far sentire la loro voce. Anche da noi, infatti, non sono mai mancati studi pregevoli in argomento: dai primi scritti del Prof. Arnò che fu in un certo senso un pioniere in tale campo, a quelli pure remoti del collega Barbagelata, giù giù, fino a quelli assai recenti del Fracanzani. Oggi è la volta dell'Ing. RIGHI il quale già in più di una occasione, nelle riunioni sociali, ebbe ad esprimere interessanti osservazioni al riguardo.

Ritornando sulle sue idee e rielaborandole a fondo (pochi problemi riescono ad appassionare chi vi si addentra come quelli relativi alle caratteristiche di quel piccolo mondo che è un sistema trifase!) il Righi è giunto a concretare un sistema organico di tariffa ed a realizzare i tipi di contatori-necessari alla sua applicazione.

Dell'uno e degli altri egli oggi ci parla, riprendendo e sviluppando un suo recente lavoro comparso sull'*Energia Elettrica*, e noi richiamiamo vivamente l'attenzione dei competenti sull'odierna pubblicazione. Il sistema propugnato dal Righi, pure apparendo alquanto complicato, più forse nella teoria che nella pratica attuazione, deriva da una visione originale del problema e potrebbe dare lo spunto a nuove ed interessanti discussioni, che l'Autore certamente desidera e che noi saremmo lieti di ospitare.

### La centrale del Tirso.

Proseguendo nella descrizione degli impianti del Tirso, ci occupiamo oggi in particolare della centrale, sviluppata in modo assai originale entro gli arconi della diga stessa. Anche interessanti appaiono le caratteristiche del macchinario idraulico destinato a funzionare sotto un salto variabile fra 25 e 56 metri.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

### CONTATORI PER LA TARIFFICAZIONE IN BASE AL VALORE MEDIO E IN BASE AL VALORE ISTANTANEO DEL FATTORE DI POTENZA <sup>(1)</sup> □ □ □ □ □ □ □

ALDO RIGHI

#### I.

Tarifficare l'energia vuol dire stabilire una scala di prezzi unitari, tenendo conto principalmente di quanto venga a costare all'ente distributore l'unità di energia consumata da ciascun utente; dico « principalmente » perchè non di rado altri fattori, che possiamo chiamare « perentorii », inducono a fissare prezzi indipendentemente dal costo. Di ciò non intendo parlare, limitando anzi le considerazioni che farò alla pura e semplice valutazione tecnico-economica di alcuni degli elementi che influiscono sul costo, e dei quali è necessario determinare l'incidenza sul costo medio del kWh assorbito dalla distribuzione.

E' pacifico che sarebbe fare dell'accademia il cercare di valutare per ogni utente quanto venga a costare il kWh da esso consumato, in relazione colla utilizzazione in un dato periodo di tempo, coll'orario, colla distanza dai centri di distribuzione, col fattore di potenza, ecc. Generalmente si raggruppano le diverse utenze per categorie, a seconda della potenza impegnata, a seconda del genere di industria, ecc. Per ciascuna di queste categorie si fissa più o meno empiricamente il prezzo base del kWh, stabilendo inoltre un minimo garantito di utilizzazione, ovvero un prezzo per il kW impegnato, e un valore minimo del fattore di potenza.

E' senza dubbio logico che le tarifficazioni oggi in uso si dettino ampiamente per ciò che riguarda l'energia consumata dall'utente, tenendo conto della utilizzazione, dell'orario, ecc., perchè l'utente sa che i kWh che paga sono press'a poco proporzionali al lavoro utile che egli ricava dall'impegno per tante ore dei suoi motori, delle sue lampade, dei suoi forni elettrici, e perchè l'ente distributore sa che gli stessi kWh sono press'a poco proporzionali alle sue spese di esercizio, o almeno rappresentano la parte più considerevole delle sue spese variabili.

Penso però che qualche maggiore considerazione meriti quel cos  $\varphi$  che rappresenta l'elemento disturbatore, non solo negli impianti di produzione e distribuzione, ma anche nell'impianto dell'utente, e qualche volta anche dei rapporti fra

<sup>(1)</sup> Un articolo di maggior mole su questo argomento, da me inviato all'*Elettrotecnica* ai primi di settembre, non ha potuto essere pubblicato a tempo debito in causa della congestione che si è verificata nel nostro Giornale all'avvicinarsi della XXXII<sup>a</sup> Riunione. Essendo nel frattempo comparso un mio articolo nel numero di settembre dell'*Energia Elettrica* (Estensione dell'inserzione Aron di due wattometri monofasi e tarifficazione dell'energia in base al fattore di potenza), ho redatto questa Nota stralciando, per non ripetermi, gran parte della teoria dei contatori speciali che ho realizzati e delle considerazioni pratiche sulla loro applicazione nel sistema di tarifficazione basato sui valori istantanei del fattore di potenza. Al lettore, che interessandosi dell'argomento dovrà così ricorrere al citato articolo per completare le lacune di questo, chiedo venia per l'involontario incomodo causatogli.



utente e distributore, quali sono stabiliti nella polizza di fornitura, che dall'utente viene accettata ma non sempre gli è accetta. Non voglio dire che manchino studi ed applicazioni importanti di tariffe basate sul fattore di potenza. Anzi nella letteratura tecnica degli ultimi due decenni è questo uno degli argomenti più ampiamente e variamente trattato; e senza dubbio si potrà pensare che di questo mio modesto contributo alla tarifficazione in base al fattore di potenza non si sentisse precisamente il bisogno. Credo peraltro che ci sia ancora qualcosa da dire su tale argomento, soprattutto per certi casi particolari per i quali sono possibili soluzioni molto semplici di tariffe più aderenti alla realtà del fenomeno fisico di cui si vuol tener conto.

Tarifficazione semplice è innanzi tutto quella che fa corrispondere ad ogni grandezza tarifficata una precisa misura di essa. Poiché dunque l'utente compra dei kWh bisogna misurargli questi kWh, e nella bolletta segnarne il prodotto per il prezzo base unitario pattuito. Questa osservazione, per quanto lapalissiana, non è inutile premettere perchè condanna quei sistemi basati sulla misura di grandezze che corrispondono ai kWh consumati, variati in relazione col fattore di potenza dell'utente. La mentalità dell'utente è così fatta, in generale, che egli accetta, e gradisce anzi, il tassametro quando va in auto, perchè può controllare i km percorsi e ne conosce il prezzo unitario; non gradirebbe per esempio un misuratore che modificasse il prezzo unitario a seconda della pendenza della strada; perchè, anche se convinto della giustezza del principio, non potrebbe poi controllare facilmente le indicazioni del misuratore con gli elementi che influiscono sul prezzo della corsa, nè potrebbe dedurre dal prezzo della corsa la lunghezza del tragitto e le pendenze superate.

Si deve dunque concludere che, se la polizza di fornitura fissa un sovrapprezzo nel caso di funzionamento a fattore di potenza inferiore a quello contrattuale, e un abbuono in caso contrario, bisogna determinare quali siano le grandezze da misurare, e possibilmente misurarle con appositi apparecchi distinti; non solo, ma bisogna anche che tali grandezze siano espresse in unità note, in chiara e semplice relazione col fattore di potenza che si verifica presso l'utente.

I casi particolari, dianzi accennati, nei quali una certa grandezza, che varii coll'intensità delle cause che influiscono sul costo del kWh variando il fattore di potenza, non è sufficiente determinarla nel suo valore « medio » (o, per meglio dire, a lunghi intervalli di tempo), bensì occorre misurarla separatamente a seconda che è positiva o negativa, cioè a seconda che il fattore di potenza è inferiore o superiore a un certo valore fissato contrattualmente e considerato come normale, sono quelli in cui l'utenza può influire direttamente sul valore del fattore di potenza regolandolo entro ampi limiti; intendendo parlare delle utenze che possiedono motori sincroni o macchine e dispositivi equivalenti.

La soluzione integrale del problema può dirsi raggiunta quando si disponga di due distinti complessi di misura per la determinazione di una grandezza che cresca coll'intensità delle cause che aumentano il costo del kWh variando il  $\cos \varphi$ , e rispettivamente di una grandezza che cresca col diminuire dell'intensità delle cause stesse. Il primo complesso di misura sarà il contatore di *penalità*, il secondo quello di *premio*.

Questi due tipi di apparecchi sono sostanzialmente identici, differendo l'uno dall'altro soltanto per il campo di funzionamento rispetto al fattore di potenza variabile dell'impianto. Se il limite che separa questi due campi di funzionamento si verifica per un valore  $\varphi_0$  (che dovrebbe variare col carico e col tempo) della differenza di fase fra corrente e tensione del sistema se equilibrato; ovvero, in un sistema squilibrato, per un valore  $\varphi_0$  tale che  $\tan \varphi_0$  sia uguale al rapporto fra l'energia reattiva concessa gratuitamente per una data quantità di energia reale, e l'energia reale stessa, possiamo dire, indicando con  $E$  ed  $I$  la tensione e rispettivamente la corrente (carico monofase o equilibrato), che il contatore deve integrare una grandezza del tipo

$$1) \quad C = c \cdot E I$$

dove il fattore  $c$  è da riguardarsi non solo funzione dello spostamento di fase  $\varphi$ , ma in generale anche del valore istantaneo  $W$  della potenza, ed altresì dell'istante  $t$  in cui questa ha luogo, inquantochè può ritenersi necessario applicare prezzi unitari, sia per il premio che per la penalità, diversi nelle varie ore della giornata. In ogni caso la funzione  $c$  dovrà annullarsi per  $\varphi = \varphi_0$ ; e, dovendo integrarsi con contatori wattometrici, dovrà essere una funzione circolare e precisamente un seno.

Tralasciando per ora di studiare nella sua generalità la 1), interessante forse più teoricamente che per pratiche applicazioni, ci riferiremo al caso, comune alla maggior parte delle utenze, in cui si possa prescindere dalla considerazione del carico, in cui cioè sia lecito sostituire ai valori istantanei di  $W$  il valore medio della potenza assorbita dall'utente: in tal modo la funzione  $c$  resta indipendente da  $W$ . Per quanto poi riguarda la variabile  $t$ , è da notare che le comuni utenze, cioè quelle che impegnano una potenza che è piccolissima frazione della potenza assorbita dalla distribuzione e che inoltre non possono agire sul valore del fattore di potenza se non indirettamente variando anche la potenza assorbita (intendiamo le utenze con comuni motori asincroni di alcune decina di kW in una rete che distribuisce una potenza totale dell'ordine di centinaia o migliaia di kW) poco influiscono singolarmente sulla distribuzione dato il loro grande numero. Comunque può dirsi che, se il prezzo base dell'energia, che rappresenta la parte principale della tarifficazione, non viene variato coll'orario di utilizzazione, neppure la penalizzazione e l'eventuale premio in funzione del fattore di potenza debbono variare con le ore della giornata, data la loro minore importanza. Altrimenti della variabile  $t$  si potrà tener conto ricorrendo, come per la misura dell'energia, a contatori a tariffa multipla.

Con queste semplificazioni,  $c$  si ridurrà ad essere una funzione sinusoidale della sola  $\varphi$ , che risulti nulla per  $\varphi = \varphi_0$ . Si soddisfa nel modo più semplice a tale condizione ponendo:

$$2) \quad C = E I \sin(\varphi - \varphi_0) = -\sin \varphi_0 W + \cos \varphi_0 R$$

nella quale  $W$  ed  $R$  rappresentano rispettivamente la potenza reale e quella reattiva.

In generale, detti  $k_1$  e  $k_2$  due coefficienti, il contatore di premio o di penalità deve dunque integrare:

$$3) \quad C = k_1 W + k_2 R$$

cioè una somma algebrica di due grandezze, l'una proporzionale alla potenza reale e l'altra proporzionale alla potenza reattiva. La coppia del contatore si annulla per

$$\tan \varphi_0 = -\frac{k_1}{k_2}.$$

Introducendo questo valore nella 3) si ha:

$$C = k_2 (R - \tan \varphi_0 W)$$

cioè il contatore misura in un senso di marcia l'eccedenza di prelievo di energia reattiva (penalità) rispetto al  $\varphi_0$  per cui è tarato; e in senso contrario il minor prelievo (premio). Ma la 3) si può anche scrivere:

$$C = k_1 \left( W - \frac{R}{\tan \varphi_0} \right)$$

cioè il contatore misura anche, con diversa costante, il minor consumo di kWh fatto dall'utente rispetto a quel che doveva esser fatto per mantenere il fattore di potenza nei limiti contrattuali (penalità); e, nella marcia in senso contrario, l'eccesso di consumo (premio).

Si può anche realizzare sperimentalmente la dimostrazione che un contatore di premio o di penalità misura dei kWh di energia reale. Si montino due contatori connessi in opposizione, l'uno integratore della potenza reale  $W$  e l'altro dell'energia reattiva  $R$ . Se le costanti dei due contatori sono uguali, entrambi i rotismi integratori non girano quando sia  $\tan \varphi = 45^\circ$ . Per valori di  $\varphi$  maggiori di  $45^\circ$ , l'equipaggio mobile dell'apparecchio risultante ruota indietro rispetto al senso positivo di marcia del contatore elementare che misura l'energia reale, e avanti, cioè nel senso positivo, nel contatore elementare di energia reattiva. Il contrario avviene per valori di  $\varphi$  minori di  $45^\circ$ . I contatori elementari danno indicazioni che stanno fra loro nel rapporto  $\tan \varphi_0$  (che nel caso particolare considerato è uguale all'unità, poichè uguali sono le costanti dei due contatori, ma che può assumere qualunque altro valore con scelta opportuna delle costanti), e le indicazioni stesse sono la misura dell'eccedenza di kWh reattivi e rispettivamente del difetto di kWh reali rispetto al  $\cos \varphi_0 = 0,707$ , nel primo caso; nel caso invece di  $\cos \varphi < 0,707$ , misurano il difetto di prelievo di kWh reattivi e rispettivamente l'eccesso di consumo di kWh reali.

Questa osservazione ha la sua importanza pratica, quasi direi psicologica. Si potrà infatti nella polizza di fornitura non parlare di energia reattiva, che è una grandezza alquanto ostica all'utente, il quale conosce soltanto il kWh come unità

di misura di una grandezza cui corrisponde l'effetto utile che ricava dal funzionamento del suo motore; portato com'è a paragonare il kWh col kg di merce che è solito acquistare o vendere. Quella speciale merce, mi si passi il termine, che è l'energia elettrica, saprà di doverla pagare a un certo prezzo finché la utilità normalmente (cioè col  $\cos \varphi_0$  contrattuale) e di dover pagare un sovrapprezzo per i kWh che mancano al suo consumo per non aver raggiunto quel  $\cos \varphi_0$ ; e anche di aver diritto a un premio per l'eccedenza di consumo fatta oltre quel tanto che era strettamente necessario per rispettare quella specie di « forfait » che il contratto stabilisce nei riguardi del fattore di potenza. Si tratta, è vero, più di parol'e che di sostanza; ma nei rapporti con la maggior parte degli utenti anche quelle hanno la loro importanza.

## II.

Due tipi fondamentali di contatori hanno le caratteristiche di contatori di premio o di penalità:

a) contatori nei quali, con carico non induttivo, il flusso amperometrico e quello voltometrico non sono fra loro in quadratura. Se  $\varphi_0$  è lo spostamento dei flussi per carico non induttivo, quando sia  $\varphi$  la differenza di fase fra corrente e tensione il contatore integra infatti la grandezza espressa dalla 2).

b) contatori ottenuti collegando meccanicamente due apparecchi, l'uno integratore di una grandezza proporzionale alla potenza reale e l'altro di una grandezza proporzionale alla potenza reattiva; il che risulta immediatamente dalla 3).

Notiamo che sia il contatore di premio che quello di penalità possono essere di tipo differente, o anche risultare dalla combinazione dei due tipi sopraindicati; e che può essere nulla la quantità di energia reale integrata ( $k_1=0$ ,  $\varphi_0=0^\circ$ ; contatori di energia reattiva) o quella reattiva ( $k_2=0$ ,  $\varphi_0=90^\circ$ ; contatori comuni).

Data la grande semplicità costruttiva dei contatori a), cioè a spostamento di fase, di questi soli ci occuperemo in questa Nota.

Poco interesse pratico presentano i contatori di premio e di penalità da installarsi in più dell'ordinario contatore che misura l'energia consumata, in quanto che si verrebbe a costituire un complesso di misura relativamente complicato e quindi oneroso per le piccole utenze. Comunque la loro realizzazione è cosa ovvia, in quanto sono ben noti gli accorgimenti cui si può ricorrere per dare al flusso amperometrico un determinato spostamento di fase sul flusso voltometrico.

Per importanti utenze può riuscire utile l'adozione di due contatori a spostamento, costruiti per un differente  $\cos \varphi_0$ , perchè si può allora realizzare una legge di variazione del prezzo dell'energia, con penalizzazione lieve o anche nulla fra due determinati valori del fattore di potenza, e penalizzazione forte (multa) per  $\cos \varphi$  inferiori al più piccolo degli anzidetti valori.

Interessa piuttosto vedere come si possa ottenere la tarifficazione completa senza aumentare il numero di apparecchi, oltre quelli strettamente necessari per la misura dell'energia.

Verrebbe subito fatto di pensare ai due monofasi in inserzione Aron, quali servono comunemente per la misura dell'energia trifase con carichi anche squilibrati su tre fili, perchè allora, com'è noto, gli stessi contatori, ammesso un relativo equilibrio del carico, possono dare la misura del premio e della penalità, quantunque con compensazione non impedita tra i funzionamenti a fattore di potenza inferiore e superiore al contrattuale. Detto  $a$  il rapporto fra il premio unitario  $a_1$  e l'addebito unitario  $a_2$  a seconda che l'utenza funzioni con fattore di potenza superiore o inferiore al contrattuale <sup>(2)</sup>, si ha:

$$a = - \frac{a_1 k_1 + a_2 k_2}{a_1 k_3 + a_2 k_4} = \frac{k_4 (\operatorname{tg} \varphi_0 - \operatorname{tg} \varphi_2)}{k_3 (\operatorname{tg} \varphi_0 - \operatorname{tg} \varphi_1)}$$

dove  $\varphi_1$  e  $\varphi_2$  sono gli spostamenti di fase che, con carico equilibrato, annullano le coppie dei due contatori rispettivamente.

<sup>(2)</sup> La proposta che fin dal 1914 fece il Prof. Barbagelata di impiegare due monofasi in inserzione Aron per la tarifficazione in funzione del fattore di potenza — proposta fra le più originali fra i tanti sistemi di tarifficazione studiati, alcuni dei quali derivano direttamente da quella — applicando due prezzi differenti alle indicazioni dei due contatori, è del tutto simile. Qui soltanto si tiene distinta la tarifficazione dell'energia reale al prezzo unitario base, dall'addebito e dall'abbuono per  $\cos \varphi$  minori o rispettivamente maggiori del  $\cos \varphi_0$  contrattuale.

La legge di variazione risulta così uguale a quella che si otterrebbe con un unico contatore, la cui coppia si annullasse per  $\varphi = \varphi_0$ .

Ma è da notare che sempre una coppia di contatori monofasi, opportunamente inseriti, fornisce la misura dell'energia trifase con carico equilibrato su tre fili. Infatti se i due contatori integrano grandezze della forma:

$$4) \quad \begin{cases} C_1 = k_1 W + k_2 R \\ C_2 = k_3 W + k_4 R \end{cases}$$

(in cui dev'essere  $k_1 : k_2 \neq k_3 : k_4$ , perchè i due contatori diano indicazioni essenzialmente distinte), basta scrivere l'identità:

$$W = m C_1 + n C_2$$

per ricavare i valori dei coefficienti  $m$  ed  $n$  da applicarsi alle indicazioni dei due contatori, per ottenere dalla somma di tali prodotti la misura dell'energia trifase. Si ottiene così:

$$5) \quad \begin{cases} m = \frac{k_4}{k_1 k_4 - k_2 k_3} \\ n = \frac{k_2}{k_2 k_3 - k_1 k_4} = -m \frac{k_2}{k_4} \end{cases}$$

Se i due contatori sono a spostamento, indicando con  $\alpha$  l'ulteriore spostamento angolare, positivo o negativo, introdotto nel flusso voltometrico rispetto a quello amperometrico di comuni contatori, e nel caso che  $\alpha$  sia di ugual segno in entrambi i contatori in inserzione Aron, si ha, in luogo delle (4):

$$\begin{cases} A' = E I \cos (30^\circ - \varphi + \alpha) \\ B' = E I \cos (30^\circ + \varphi - \alpha) \end{cases}$$

e, detti  $\varphi'_0$  e  $\varphi_0$  rispettivamente i valori di  $\varphi$  che annullano  $A'$  e  $B'$ , cioè:

$$\varphi'_0 = \alpha - 60^\circ; \quad \varphi_0 = \alpha + 60^\circ$$

si ha, dopo semplici passaggi:

$$\begin{aligned} W &= 2 \cos \varphi_0 A' + 2 \cos \varphi'_0 B' \\ R &= 2 \sin \varphi_0 A' + 2 \sin \varphi'_0 B' \end{aligned}$$

espressioni queste che si possono dedurre anche direttamente dalle (5) sostituendo ai coefficienti  $k$  gli speciali valori che si riferiscono ai contatori a spostamento.

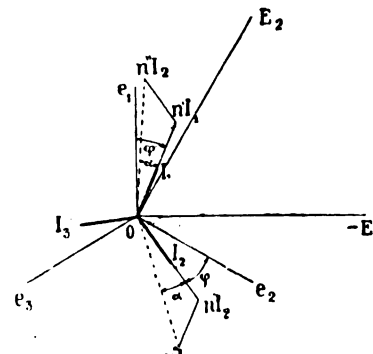


Fig. 1.

Più interessante è il caso che in uno dei due contatori si dia ai flussi uno spostamento  $-\alpha$  e nell'altro  $+\alpha$ , perchè allora la potenza risulta proporzionale alla somma  $A' + B'$  anzichè esser data dalla somma di quote parti di  $A'$  e di  $B'$ . Si ha infatti:

$$6) \quad \begin{aligned} W &= \frac{\sqrt{3}}{2 \sin \varphi_0} (A' + B') \\ R &= \frac{\sqrt{3}}{2 \cos \varphi_0} (A' - B') \\ \operatorname{tg} \varphi &= \operatorname{tg} \varphi_0 \frac{A' - B'}{A' + B'} \end{aligned}$$

Una soluzione pratica per ottenere la (6) è la seguente. Si produca il flusso amperometrico mediante due avvolgimenti percorsi da due correnti del sistema trifase <sup>(3)</sup>. Se  $n'$  ed  $n''$  in-

<sup>(3)</sup> Sarebbe anche possibile ricorrere a due spirali voltometriche per ottenere un determinato spostamento dei flussi.

dicano il numero di spire dei due avvolgimenti, e se l'avvolgimento di  $n'$  spire è nel contatore  $A'$  percorso dalla corrente che nel contatore  $B'$  percorre l'avvolgimento di  $n''$  spire, e viceversa, il flusso amperometrico viene in entrambi i contatori spostato dello stesso angolo, ma in senso contrario. Dalla fig. 1 si ricava subito:

$$\frac{n'}{n''} = \frac{\sin(60^\circ - x)}{\sin x} = \frac{\sqrt{3}}{2 \operatorname{tg} x} - \frac{1}{2}.$$

Le soluzioni sulle quali ci siamo intrattenuti, forse più di quel che meritino, sono valide per carico trifase equilibrato e tensioni simmetriche. Vediamo come si possa ottenere la misura dell'energia con due soli monofasi, oltre la misura del premio e della penalità, nel caso di carico squilibrato.

L'inserzione Aron può considerarsi derivata da quella di tre apparecchi monofasi previo spostamento del centro stella 0 sino a coincidere con un vertice del triangolo. Ma come si dimostra che tale spostamento è lecito, così è facile dimostrare che il punto 0 può essere portato in un punto qualunque 0' del piano senza che muti il risultato quando si faccia la somma dei tre prodotti scalari delle correnti di fase per le rispettive differenze di potenziale.

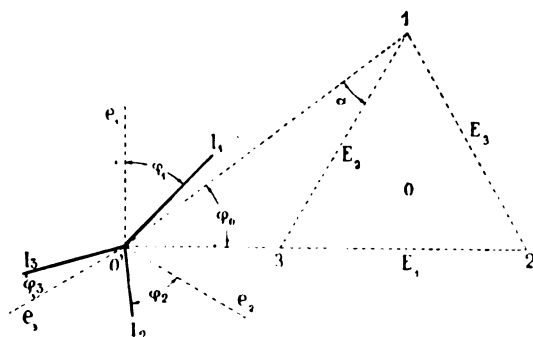


Fig. 2.

Si faccia cadere il punto 0' sopra un lato del triangolo delle tensioni supposte simmetriche, o, com'è indicato in fig. 2, sul suo prolungamento. Dei tre contatori, uno utilizzerà la corrente 1 e la tensione 0'1; gli altri due le tensioni 0'2 e 0'3 e rispettivamente le correnti  $I_2$  e  $I_3$ . Invece delle tensioni 0'2 e 0'3 serviamoci della tensione 32 con cui esse sono in fase, variando contemporaneamente i rispettivi flussi amperometrici nel rapporto inverso della variazione di ampiezza delle tensioni. Il risultato non verrà per nulla mutato; e così si dica se, a questi due contatori sostituiamo un unico contatore a doppia spirale amperometrica opportunamente proporzionata.

Se indichiamo con  $A'$  la grandezza integrata dal primo contatore, e con  $B'$  la grandezza integrata dal contatore a doppia spirale amperometrica, si ha, in virtù di un teorema dimostrato altrove (v. Nota I):

$$7) \left\{ \begin{aligned} A' &= \frac{3}{2} w_1 + \frac{3}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} r_1 = \frac{W}{2} + \frac{3}{2} (w_1 - w) + \\ &\quad + \frac{3}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} r_1 \\ B' &= w_2 + w_3 - \frac{3}{2} w_1 - \frac{3}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} r_1 = -\frac{W}{2} - \\ &\quad - \frac{3}{2} (w_1 - w) - \frac{3}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} r_1 \end{aligned} \right.$$

dove con  $w$  ed  $r$ , affetti da indice, si rappresenta la potenza reale e rispettivamente reattiva di ogni fase; con  $w = W/3$  la terza parte della potenza totale; con  $\varphi_0$  lo spostamento di fase che, con carico equilibrato, annulla la coppia di  $B'$ , spostamento che risulta uguale e di segno contrario a quello che annulla la coppia di  $A'$ .

Si vede subito che, per  $\alpha = 0^\circ$ , cioè  $\varphi_0 = 60^\circ$ , siamo nel caso degli ordinari contatori in inserzione Aron.

Sia  $\alpha = -30^\circ$ , cioè  $\varphi_0 = 90^\circ$ . E' come dire che il centro stella viene portato nel punto di mezzo di un lato del triangolo delle tensioni. Le indicazioni di una coppia di tali apparecchi risultano fra loro uguali, qualunque sia la differenza di fase della corrente sulla tensione, finchè il carico è equilibrato, mentre la loro differenza misura il triplo dello squilibrio energetico di una fase.

## III.

Abbiamo più sopra indicato un tipo di contatori nei quali lo spostamento del flusso amperometrico sul voltometrico era ottenuto con l'impiego di due correnti di fase. Osserviamo che agli stessi risultati si giunge impiegando nei due contatori, invece che le stesse correnti, due coppie diverse di correnti, come indicato in fig. 3. Questo suggerisce il modo di realiz-

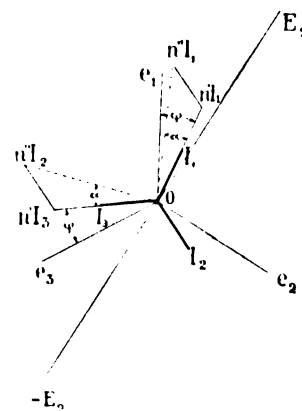


Fig. 3.

zare contatori di penalità e di premio le cui indicazioni siano valide con qualunque squilibrio delle correnti. Basta infatti sommare le indicazioni o le coppie meccaniche di tre contatori monofasi presentanti spostamento di fase uguale e dello stesso segno, ottenuto con due spirali amperometriche per-corse rispettivamente dalle coppie di correnti — 2 e 3; — 3 e 1; — 1 e 2. Un secondo contatore trifase, i ponti del quale utilizzino rispettivamente le correnti 2 e — 3; 3 e — 1; 1 e — 2, darebbe indicazioni tali che, sommate a quelle del primo contatore, misurerebbero l'energia del sistema comunque squilibrato a tre o a quattro fili.

Poichè però nella pratica si suole ammettere che, nei riguardi della determinazione del fattore di potenza, il carico si possa considerare come equilibrato, sia per semplicità dei complessi di misura, sia perchè la tarifficazione del fattore di potenza ha importanza di secondo ordine rispetto a quella dell'energia consumata, sono possibili soluzioni assai più semplici ed economiche per la completa tarifficazione, basate sulle seguenti considerazioni.

Le quattro correnti, quella del neutro e le tre di fase, di un sistema a quattro conduttori, possono rappresentarsi con quattro vettori concorrenti in un punto, centro neutro delle correnti, soggetti alla sola condizione di presentare risultante nulla, cioè di equivalere geometricamente a un quadrilatero. Se potremo sostituire al sistema delle quattro correnti un altro energeticamente equivalente di tre correnti a risultante nulla, a tale sistema saranno senz'altro applicabili le considerazioni svolte prima per il caso dei sistemi trifasi a tre conduttori.

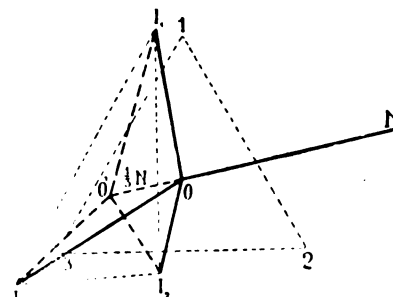


Fig. 4.

Proprietà geometriche elementari assegnano al punto 0' (fig. 4), baricentro del triangolo i cui vertici sono gli estremi dei tre vettori delle correnti di fase, la caratteristica che i tre vettori, spiccati da esso e facienti capo ai vertici, hanno risultante nulla. Ciascuno dei tre vettori del nuovo sistema è così la risultante del vettore 00' e del vettore corrispondente del primitivo sistema. Si dimostra che il vettore 00' ha la stessa direzione del vettore ON, corrente del neutro, senso contrario, e ampiezza pari alla terza parte di ON. Della corrente del neutro generalmente non si potrà far uso perchè, nelle distribuzioni a bassa tensione a quattro fili, il neutro è di solito a terra. Ma tenuto conto che ciascuno dei quattro vet-

tori del sistema è uguale alla risultante degli altri tre, sarà sempre possibile ottenere i tre nuovi vettori ricorrendo ai tre soli vettori di fase del primitivo sistema.

Come si possa ottenere una corrente quale risultante di altre correnti, è ben noto. Si può ricorrere a un trasformatore col primario a più avvolgimenti, percorsi dalle correnti da comporre, con numero di spire opportunamente scelto; il secondario fornirà allora una corrente uguale o proporzionale alla somma geometrica delle primitive. Ma in generale non è necessario far ricorso a riduttori di corrente, perchè, intervenendo nei contatori le correnti elettriche soltanto per generare flussi magnetici, potremo nel ferro amperometrico del contatore comporre i flussi generati dalle correnti di fase, in modo da avere un flusso risultante uguale a quello che sarebbe stato prodotto dalla corrente risultante delle correnti di fase.

Resta infine da considerare il caso della disimmetria delle tensioni, quantunque in pratica gli errori prodotti dalle ordinarie disimmetrie restino compresi in limiti inferiori agli errori di taratura.

Dette  $U_1, U_2, U_3$  le tensioni stellate;  $E_1, E_2, E_3$  le tensioni concatenate;  $I_1, I_2, I_3$  le correnti di fase ed  $I_0$  la corrente del neutro, la potenza  $W$  è notoriamente data da:

$$W = U_1 \times I_1 + U_2 \times I_2 + U_3 \times I_3,$$

dove col segno  $\times$  si indicano prodotti scalari.

Tenuto conto delle seguenti uguaglianze:

$$E_1 = U_2 - U_3; \quad E_2 = U_3 - U_1; \quad E_3 = U_1 - U_2;$$

$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3,$$

si può scrivere l'espressione della potenza sotto due forme diverse; e cioè:

$$8) \quad W = -E_1 \times I_0 + [U_1 \times I_1 + U_2 \times (I_2 + I_3)] = A + B'$$

$$9) \quad W = E_2 \times I_0 + [U_2 \times I_2 + U_3 \times (I_1 + I_3)] = B + A'$$

dove  $A$  e  $B$  indicano rispettivamente il ponte maggiore e il ponte minore di due monofasi in inserzione Aron, e  $A'$  e  $B'$  le indicazioni di due apparecchi a due sistemi wattometrici, le quali coincidono rispettivamente con  $A$  e con  $B$  quando sia nulla la corrente del neutro.

Con procedimento analogo si giunge all'espressione di  $W$  in tre termini, misurabile con due apparecchi, uno monofase a spostamento e l'altro a due ponti, le cui coppie si annullano per un predeterminato valore  $\pm \eta$  rispettivamente dello spostamento di fase.

#### IV.

Quali conclusioni di carattere pratico, osserviamo:

1) Per l'ordinaria misura dell'energia in sistemi a tre conduttori, si realizzano contatori a due ponti, i quali, come l'esperienza ha insegnato, presentano una migliore curva di taratura in confronto degli ordinari apparecchi. In sistemi a quattro conduttori si possono adoperare contatori a due ponti che, non meno di altri noti, danno indicazioni di sufficiente esattezza nei casi ordinari della pratica.

2) I due sistemi wattometrici dei contatori precedenti, mantenuti distinti, permettono la tarifficazione dell'energia in base al valore medio del fattore di potenza, in circuiti rispetti-

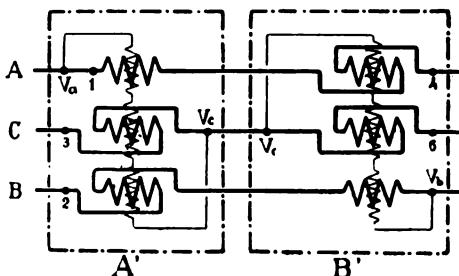


Fig. 5.

vamente a tre e a quattro conduttori (fig. 5) con risparmio di tre sistemi wattometrici rispetto al complesso di misura ordinariamente impiegato, e costituito di un contatore a tre ponti e di due monofasi.

3) Anche nel caso di possibili forti disimmetrie di tensione, si ha il risparmio di due sistemi wattometrici ricorrendo a uno dei contatori a due ponti descritti (fig. 6) e a un ordinario contatore monofase.

4) Uno speciale tipo di contatore fornisce l'indicazione dello squilibrio del sistema (fig. 7 e fig. 8) e può utilmente servire come contatore di controllo.

5) Per la tarifficazione dell'energia in base ai valori istantanei del fattore di potenza, secondo il sistema proposto, si realizzano contatori da aggiungere ad un complesso di

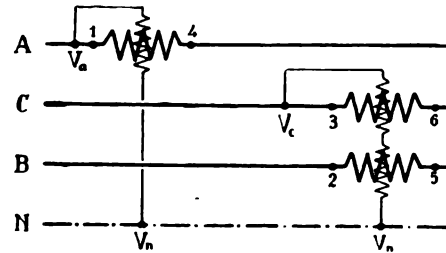


Fig. 6.

misura dell'energia; contatori che si ottengono apportando modificazioni al solo circuito amperometrico, e che sono monofasi o trifasi a seconda delle possibilità di disimmetria nelle tensioni. L'installazione di due di tali contatori permette di applicare una penalizzazione maggiore o minore a seconda che il fattore di potenza sia inferiore o superiore a un determinato valore.

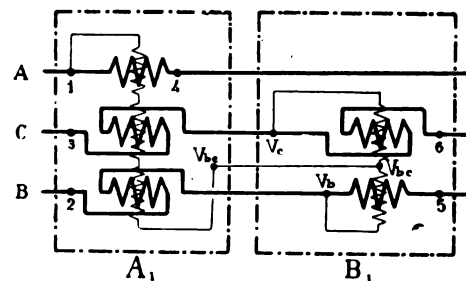


Fig. 7.

6) Per la completa tarifficazione in base ai valori istantanei del fattore di potenza, si realizzano contatori a due o a tre ponti, i quali forniscono la misura dell'energia con carico comunque squilibrato sia su tre che su quattro conduttori, e con tensioni simmetriche o rispettivamente disimmetriche; inoltre danno il premio e la penalità per eccesso e rispettivamente per

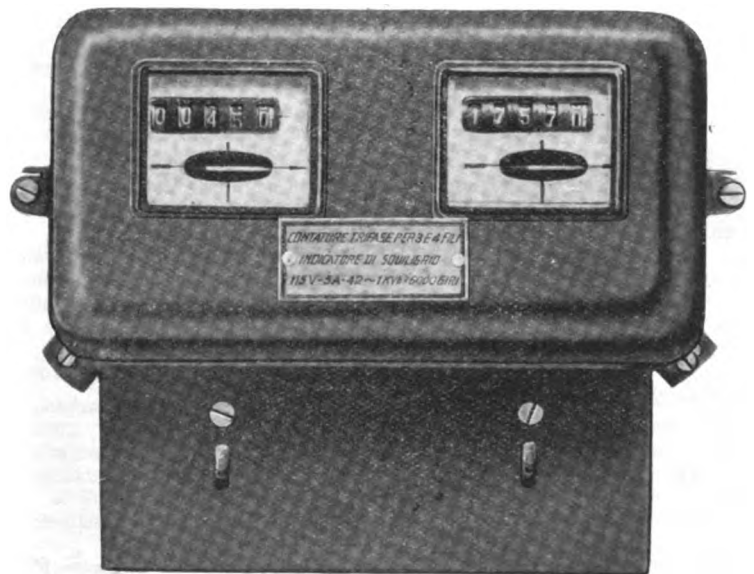


Fig. 8.

Contatore trifase per carico comunque squilibrato su tre o quattro conduttori, indicatore di squilibrio. Dimensioni: cm 20x16x11, compreso il coprimorsetto. Peso kg. 2,8.

difetto di consumo di energia reale, ossia per deficienza e eccedenza di prelievo di energia reattiva, rispetto a quel qualunque valore del fattore di potenza stabilito contrattualmente e per cui sono costruiti i contatori (fig. 9); e che danno inoltre il valor medio del fattore di potenza, permettendo così di fissare, per esempio, la penalità in base ai valori istantanei, e il premio in base al valore medio, come può sembrare giusto



stabilire nelle polizze di fornitura, data la maggiore probabilità e maggiore entità del disturbo prodotto dall'utenza a basso fattore di potenza, in confronto alla minor certezza ed entità di

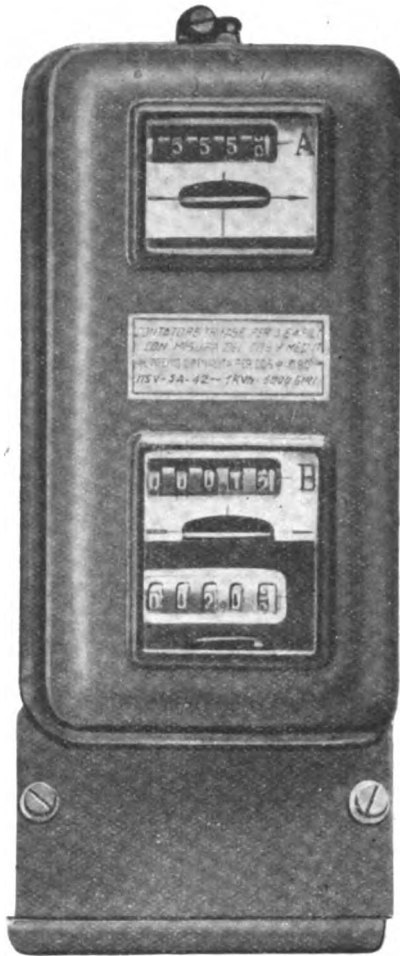


Fig. 9.

Contatore trifase per carico comunque equilibrato su tre o quattro conduttori; con misura, per carico equilibrato, del valor medio del fattore di potenza, nonché dell'eccedenza e del difetto di prelievo di energia reattiva ovvero di energia reale, rispetto al  $\cos \varphi_0 = 0,80$ . Dimensioni: cm  $11 \times 27 \times 11$  compreso il coprimorsetto. Peso kg. 3.

effetto utile arrecato alla distribuzione dall'utenza che funzioni con alto fattore di potenza.

#### NOTA I.

Interessa conoscere quanto influisca lo squilibrio del carico sulla esattezza del computo del fattore di potenza, calcolato in base alle indicazioni di due contatori monofasi in inserzione Aron.

Consideriamo perciò un sistema trifase a tre conduttori con tensioni simmetriche e con carico comunque equilibrato. Sia  $E$  la tensione concatenata,  $I_1, I_2, I_3$ , le tre correnti, spostate di fase di  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ , sulle rispettive tensioni stellate. Il sistema resta definito quando sia noto  $E$  e quattro degli altri sei elementi; per esempio  $I_1, I_2$  e  $\varphi_1, \varphi_2$ .

Due wattometri monofasi, opportunamente inseriti secondo Aron, indicano:

$$10) \quad \begin{cases} A_1 = E I_1 \cos(\varphi_1 - 30^\circ) = \frac{3}{2} w_1 + \frac{\sqrt{3}}{2} r_1 \\ B_1 = E I_2 \cos(\varphi_2 + 30^\circ) = \frac{3}{2} w_2 - \frac{\sqrt{3}}{2} r_2 \end{cases}$$

dove  $w_1$  e  $w_2$  rappresentano le potenze di fase, ed  $r_1$  ed  $r_2$  le potenze reattive di fase.

Con carico equilibrato, indicando con  $I$  e  $\varphi$  rispettivamente la corrente di fase e il suo spostamento angolare, e con  $W$  ed  $R$  rispettivamente la potenza totale e la potenza reattiva totale, si ha:

$$11) \quad \begin{cases} A = E I \cos(\varphi - 30^\circ) = \frac{W}{2} + \frac{R}{2\sqrt{3}} \\ B = E I \cos(\varphi + 30^\circ) = \frac{W}{2} - \frac{R}{2\sqrt{3}} \end{cases}$$

In virtù del teorema <sup>(4)</sup>: « In un sistema trifase a tre conduttori

<sup>(4)</sup> Vedi *Energia Elettrica*, fasc. IX, vol. IV, sett. 1927, pag. 960.

lo squilibrio energetico di una fase è uguale alla differenza di energia reattiva delle altre due, divisa per  $\sqrt{3}$ ; e lo squilibrio di energia reattiva di una fase è uguale alla differenza dell'energia reale delle altre due fasi, divisa per  $\sqrt{3}$  » <sup>(5)</sup>, le 10) si possono scrivere:

$$12) \quad \begin{cases} A_1 = \frac{W_1}{2} + \frac{R_1}{2\sqrt{3}} + (w_1 - w_2) \\ B_1 = \frac{W_1}{2} - \frac{R_1}{2\sqrt{3}} - (w_1 - w_2) \end{cases}$$

le quali, confrontate colle 11), mostrano quale influenza abbia lo squilibrio sulle indicazioni dei due wattometri monofasi in Aron. Lo squilibrio del carico fa dunque comparire un termine di correzione, che è uguale alla differenza energetica delle due fasi utilizzate nella misura.

Analogamente l'espressione dell'energia reattiva, che con carico equilibrato è data da:

$$R = \sqrt{3} (A - B)$$

se il carico è squilibrato diventa:

$$R_1 = \sqrt{3} (A_1 - B_1) - 2\sqrt{3} (w_1 - w_2) = \frac{A_1 - B_1}{\sqrt{3}} + 2r_1;$$

le quali espressioni mostrano come si possa ottenere la misura esatta dell'energia reattiva coll'aggiunta <sup>(6)</sup>, ai due contatori in Aron, rispettivamente di un contatore a due ponti, ovvero di un contatore monofase di energia reattiva.

L'errore prodotto dallo squilibrio si deduce dalle precedenti espressioni, e può essere messo sotto forma particolarmente semplice, introducendo gli squilibri relativi energetici di fase  $s_1, s_2, s_3$ , e gli squilibri relativi di energia reattiva di fase  $s'_1, s'_2, s'_3$ , definiti dalle espressioni:

$$\begin{aligned} s_1 &= \frac{w_1 - w}{w} ; & s_2 &= \frac{w_2 - w}{w} ; & s_3 &= \frac{w_3 - w}{w} \\ s'_1 &= \frac{r_1 - r}{r} ; & s'_2 &= \frac{r_2 - r}{r} ; & s'_3 &= \frac{r_3 - r}{r} \end{aligned}$$

dove  $w = W : 3$  ed  $r = R : 3$ , cioè rispettivamente la potenza reale e quella reattiva di fase in un sistema equilibrato, la cui potenza totale, rispettivamente reale e reattiva, sia uguale a quella del sistema squilibrato.

Con semplici passaggi si ottiene:

$$14) \quad \lg \varphi = \frac{R_1}{W_1} = \lg \varphi_0 + \frac{2}{\sqrt{3}} (s_2 - s_1) = \frac{\lg \varphi_0}{1 - 2s_1}$$

dove è:

$$\lg \varphi_0 = \sqrt{3} \frac{A_1 - B_1}{A_1 + B_1}$$

cioè il valore di  $\lg \varphi$  dedotto dalle indicazioni dei due wattometri come se il carico fosse equilibrato. Ne viene che l'errore relativo  $(\lg \varphi_0 - \lg \varphi) : \lg \varphi$  è uguale allo squilibrio relativo di energia reattiva della fase non utilizzata nella misura, moltiplicata per  $-2$ . L'errore è nullo quando sia  $r_3 = r = (r_1 + r_2) : 2$ , ossia quando è  $w_1 = w_2$ .

\*

Supponiamo ora di dare al sistema squilibrato delle correnti uno spostamento angolare  $\varphi$ ; cioè aumentiamo di un angolo  $\varphi$  lo spostamento di fase di ciascuna corrente sulla relativa tensione stellata.

<sup>(5)</sup> Cioè:

$$w_1 - w = \frac{r_1 - r_2}{\sqrt{3}} \text{ ecc. e } r_1 - r = \frac{w_1 - w_2}{\sqrt{3}} \text{ ecc.}$$

Va tenuto presente che i segni in queste espressioni si riferiscono alla convenzione di numerare le fasi del sistema nel senso del ritardo. Si raccomanda all'attenzione del C. E. I. la proposta di fissare un'ordine nella successione degli indici per la rappresentazione vettoriale di un sistema polifase.

<sup>(6)</sup> Spesso si usa installare un complesso di misura costituito da tre contatori monofasi, di cui due sono  $A$  e  $B$  in inserzione Aron, e il terzo,  $C$ , è in quadratura, cioè utilizza la tensione concatenata del lato opposto alla corrente di fase utilizzata. Quando il  $C$  non sia provvisto di cricco d'arresto, si deduce la misura dell'energia reattiva moltiplicando per  $\sqrt{3}$  l'indicazione del  $C$ ; come controllo, si verifica se coincide con  $\sqrt{3} (A - B)$ . Questo presuppone, oltre che la simmetria delle tensioni, anche l'equilibrio del carico; e poichè in pratica quest'ultimo non è mai, si può dire, esattamente equilibrato, si constata sempre che  $R' = \sqrt{3} C$  è diverso da  $R'' = \sqrt{3} (A - B)$ . E' facile vedere che, anche con carico squilibrato, la misura esatta è compresa fra i due, ed è anzi  $R_1 = \frac{2}{3} R' + \frac{1}{3} R'' = \frac{1}{\sqrt{3}} (2C + A - B)$ .

Allora le 10) diventano :

$$15) \left\{ \begin{aligned} A &= E I_1 \cos(\varphi + \varphi_1 - 30^\circ) = \frac{3}{2} w_1 \cos \varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} r_1 \cos \varphi - \\ &\quad - \frac{3}{2} r_1 \sin \varphi + \frac{\sqrt{3}}{2} w_1 \sin \varphi = A_1 \cos \varphi - a_1 \sin \varphi \\ B &= E I_2 \cos(\varphi + \varphi_2 + 30^\circ) = \frac{3}{2} w_2 \cos \varphi - \frac{\sqrt{3}}{2} r_2 \cos \varphi - \\ &\quad - \frac{3}{2} r_2 \sin \varphi - \frac{\sqrt{3}}{2} w_2 \sin \varphi = B_1 \cos \varphi - b_1 \sin \varphi \end{aligned} \right.$$

avendo posto :

$$16) \left\{ \begin{aligned} a_1 &= \frac{3}{2} r_1 - \frac{\sqrt{3}}{2} w_1 \\ b_1 &= \frac{3}{2} r_2 + \frac{\sqrt{3}}{2} w_2 \end{aligned} \right.$$

dalle quali si deduce, in virtù del citato teorema :

$$a_1 + b_1 = R_1$$

Tali grandezze  $a_1$  e  $b_1$  non sono altro rispettivamente che i valori di  $A$  e di  $B$  per  $\varphi = -90^\circ$ .

L'espressione della potenza totale si può allora scrivere :

$$18) W = A + B = (A_1 + B_1) \cos \varphi - (a_1 + b_1) \sin \varphi = W_1 \cos \varphi - R_1 \sin \varphi$$

Analogamente si ottiene :

$$19) R = R_1 \cos \varphi + W_1 \sin \varphi$$

La rappresentazione geometrica delle 15), 18), 19) conduce ad interessanti diagrammi illustrati in una Nota del Prof. Rimini (\*).

Per rendere più evidente la differenza di comportamento dei due wattometri monofasi, a seconda che il carico è o non è equilibrato, consideriamo il rapporto delle indicazioni di ciascun apparecchio alla potenza totale.

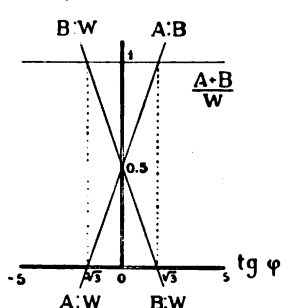


Fig. 10.

Le espressioni 11) mostrano che, quando il carico sia equilibrato, gli anzidetti rapporti variano linearmente con  $\tan \varphi$ . Quindi in coordinate cartesiane assunta come ascissa la variabile  $\tan \varphi$  e come ordinata il rapporto  $A:W$  e rispettivamente  $B:W$ , i diagrammi rappresentativi sono rette. Esse tagliano l'asse delle ascisse per  $\tan \varphi = \pm \sqrt{3}$  rispettivamente, e si intersecano sull'asse delle ordinate, dove assumono il valore 0,5. La somma delle due rette, le quali hanno uguale inclinazione ma in senso contrario, è una parallela all'asse delle ascisse, con ordinata uguale all'unità (fig. 10).

Nel caso di carico squilibrato si ha invece :

$$20) \left\{ \begin{aligned} \frac{A}{W} &= \frac{A_1 - a_1 \tan \varphi}{W_1 - R_1 \tan \varphi} \\ \frac{B}{W} &= \frac{B_1 - b_1 \tan \varphi}{W_1 - R_1 \tan \varphi} \end{aligned} \right.$$

Si vede subito che i diagrammi rappresentativi sono iperbole equilatera, con gli assintoti paralleli agli assi coordinati (fig. 11). Uno di tali assintoti è comune ad entrambi i diagrammi, ed è definito da  $W = 0$ ; cioè, in virtù della 18) da :

$$\tan \varphi_1 = \frac{W_1}{R_1}$$

L'altro assintoto è, per ciascuna iperbole, definito dal valore del rapporto  $A:W$  e rispettivamente  $B:W$  per  $\tan \varphi = \infty$ ; e cioè rispettivamente  $a_1:R_1$  e  $b_1:R_1$ .

Noi abbiamo riguardato come spostamento di fase del sistema quel qualunque valore attribuito a  $\varphi$ , che modificava la posizione del

sistema delle correnti, riguardato come rigido, rispetto al sistema delle tensioni; ossia si è considerato come sistema iniziale di riferimento quello dato, per il quale  $A$  e  $B$  assumevano i valori  $A_1$  e  $B_1$ .

L'arbitrarietà di scelta dell'origine degli angoli di fase induce ad esaminare se non si abbia convenienza a fissarla in modo da semplificare le 20) e quindi ridurre le iperbole a curve di più spedito tracciamento e di più semplice interpretazione.

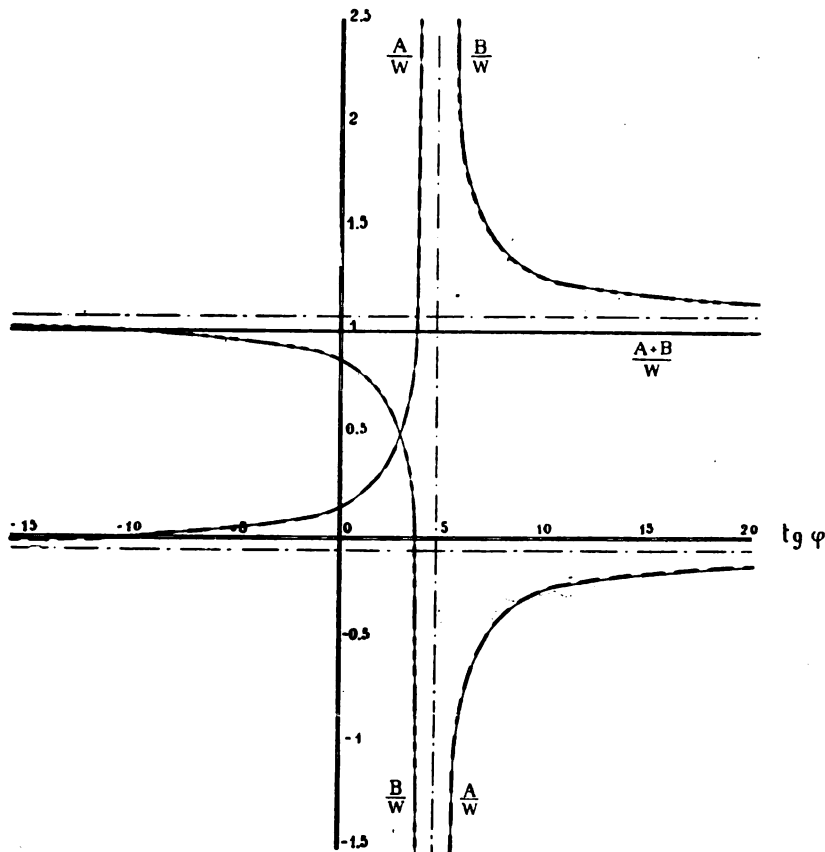


Fig. 11.

A questo scopo assumiamo come origine la posizione per la quale è  $R = 0$ . Allora le 20) diventano lineari rispetto a  $\tan \varphi$ , come sono lineari le 11) relative al carico equilibrato. L'analogia formale fra il caso dell'equilibrio e quello dello squilibrio suggerisce l'opportunità di confrontare fra loro due sistemi di correnti, uno equilibrato e l'altro squilibrato, riferiti allo stesso sistema di tensioni, e così scelti che essi siano energeticamente equivalenti. Allora potrà estendersi al sistema squilibrato il concetto di «spostamento di fase», che si intenderà definito dallo sfasamento effettivo del sistema equilibrato di confronto. In particolare i due sistemi avranno di comune la proprietà dell'annullarsi dell'energia reattiva totale quando essi sono «in fase» col rispettivo sistema di tensioni (\*); essi saranno realizzabili materialmente con l'inserzione di resistenze ohmiche, uguali fra loro nel caso dell'equilibrio, differenti nel caso dello squilibrio.

Ammissa dunque tale convenzione, diremo che il sistema dato è sfasato di un angolo  $\Phi$ , tale che  $-\Phi_2$  annulli la 19); si ha cioè :

$$\tan \Phi_2 = \frac{R_1}{W_1}$$

E per confronto colla 21) si ha :  $\Phi_2 = 90^\circ - \Phi_1$ .

Si verifica cioè che le due posizioni, nelle quali si annulla la potenza reale e rispettivamente la reattiva, sono fra loro ad angolo retto. Tali posizioni coincidono con quelle per cui è massima rispettivamente la potenza reattiva e quella reale, come si deduce uguagliando allo zero la derivata, rapporto a  $\varphi$ , della 18) e della 19).

Per la scelta fatta del sistema iniziale di riferimento, le 20) diventano, tenuto conto che per la 17) si ha in tal caso  $a_1 = -b_1$  :

$$\begin{aligned} \frac{A}{W} &= \frac{A_1}{W_1} - \frac{a_1}{W_1} \tan \varphi \\ \frac{B}{W} &= \frac{B_1}{W_1} + \frac{a_1}{W_1} \tan \varphi \end{aligned}$$

In tali espressioni compare il simbolo  $\Phi$  invece che  $\varphi$  per indicare che è fatto riferimento al nuovo sistema iniziale.

Si vede dalle precedenti espressioni che le due rette rappresentative hanno uguale ma contraria inclinazione sull'asse delle ascisse;

(\*) Cfr. Atti A. E. I. - Vol. XIII, fasc. 2° - CAMPOS: Sul fattore di potenza.

Atti A. E. I. - Vol. XVIII, fasc. 6° - CAMPOS: Un variatore di fase ecc.

(\*) Questa nota verrà pubblicata in un prossimo numero (N. d. R.).

infatti i coefficienti angolari della variabile  $\tan \Phi$  sono eguali in valore assoluto nella  $A:W$  e nella  $B:W$ . Ma non è, come avviene per il caso del carico equilibrato, per  $\Phi = 0$  che si ha l'uguaglianza delle indicazioni dei due wattometri, bensì per un valore  $\Phi_1$  tale che sia:

$$\tan \Phi_1 = \frac{A_1 - B_1}{2a_1}$$

che è sempre diverso dallo zero.

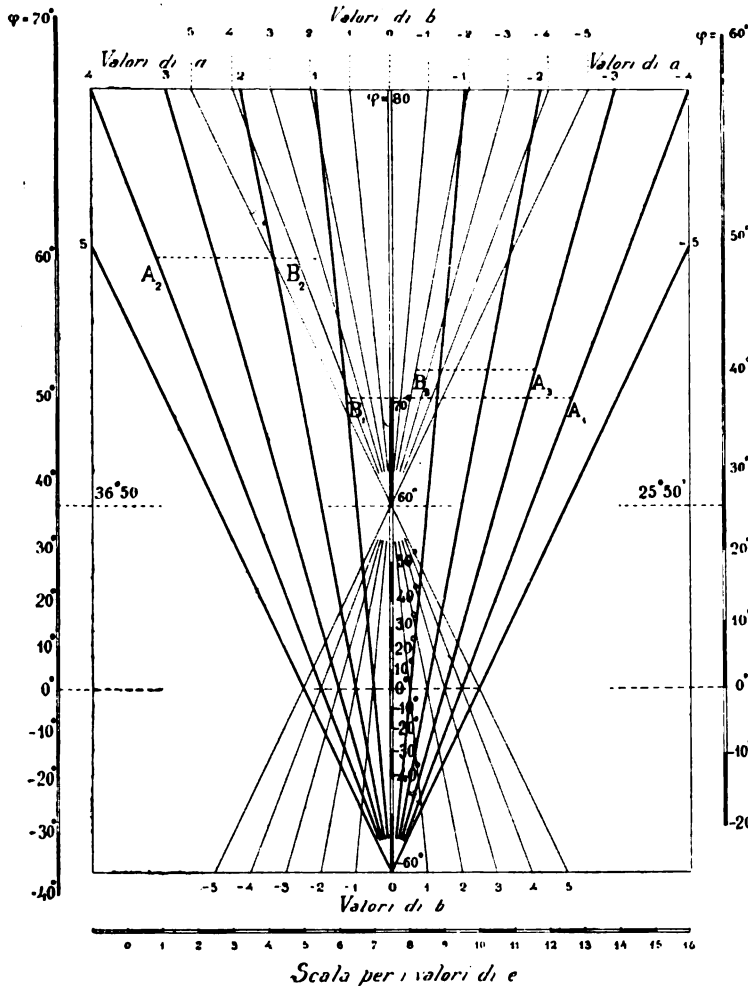


Fig. 12.

Abaco grafico per il computo dell'errore relativo  $e$  di  $A' + B'$  in funzione degli errori relativi  $a$  di  $A'$  e  $b$  di  $B'$ .

#### ESEMPI:

Contatori normali:

$$a = -4; b = 4; \varphi = 70^\circ; e = A_1 B_1 = -6,34$$

Contatori per  $\cos \varphi_0 = 0,80$ :

$$a = 4; b = 4; \varphi_0 = 60^\circ; e = A_2 B_2 = 4,00$$

Contatori per  $\cos \varphi_0 = 0,90$ :

$$a = -3; b = -2; \varphi = 40^\circ; e = A_3 B_3 = -3,36$$

Non è allora per valori assoluti uguali dell'angolo  $\Phi$  che si annullano le indicazioni dei due wattometri. Detti  $\Phi_A$  e  $\Phi_B$  tali valori rispettivamente per  $A$ , e per  $B$ , si ha:

$$\tan \Phi_A = \frac{A_1}{a_1}; \quad \tan \Phi_B = -\frac{B_1}{a_1}$$

e quindi:

$$\tan \Phi_1 = \frac{\tan \Phi_A + \tan \Phi_B}{2}$$

Perciò le 22) si possono scrivere sotto altra forma, nella quale compaiono gli elementi che si possono dire caratteristici dello squilibrio:

$$23) \left\{ \begin{aligned} \frac{A}{W} &= \frac{\tan \Phi - \tan \Phi_A}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} = -\frac{\tan \Phi_A}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} + \frac{1}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} \tan \Phi \\ \frac{B}{W} &= \frac{\tan \Phi_B - \tan \Phi}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} = \frac{\tan \Phi_B}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} - \frac{1}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A} \tan \Phi \end{aligned} \right.$$

E' da osservare che l'aver supposto simmetriche le tensioni del sistema non limita a tale caso la validità delle 18), 19), 22), 23).

I coefficienti angolari delle due rette, che sono  $\mp \frac{a_1}{W_1}$  ossia  $\pm \frac{1}{\tan \Phi_B - \tan \Phi_A}$  sono variabili collo squilibrio, e sono in generale

differenti da  $\pm \frac{1}{2\sqrt{3}}$  che sono i valori assunti con carico equilibrato rispettivamente per  $B$  e per  $A$ .

Ci si può chiedere se entrambe queste proprietà sono dipendenti strettamente dallo squilibrio, ovvero anche dalle caratteristiche costruttive degli apparecchi. Ossia, è possibile costruire due apparecchi wattometrici che, inseriti secondo Aron, abbiano per diagrammi due rette di uguale e contraria inclinazione, tale inclinazione essendo differente da  $\pm \frac{1}{2\sqrt{3}}$  se il carico è equilibrato; ma che, anche con ca-

rico squilibrato, abbiano la proprietà che la somma delle loro indicazioni sia la misura della potenza totale? Nel testo di quest'articolo si sono veduti gli accorgimenti necessari da seguire nella costruzione di speciali contatori, affinché la risposta sia affermativa.

#### NOTA II.

Nei complessi di misura, costituiti da due contatori indipendenti, quali abbiamo veduto potersi utilizzare sia per la misura dell'energia in un sistema trifase a tre o a quattro conduttori, che per la determinazione del premio e della penalità, riesce poco pratico determinare direttamente la curva di taratura del complesso  $A' + B'$ , perchè occorre misurare due velocità di rotazione, il che richiede due operatori, ed inoltre apprezzare frazioni di giro in uno dei contatori il che non è facile fare esattamente.

Conviene piuttosto dedurre la curva di taratura dalle curve analoghe dei due contatori monofasi. Si procederà nel modo seguente. Siano, per un dato carico e per un certo spostamento di fase,  $e$ ,  $a$ ,  $b$ , rispettivamente gli errori relativi del complesso, e dei due contatori monofasi  $A'$  e  $B'$ . Tali grandezze sono evidentemente legate dalla relazione:

$$e = \frac{a A' + b B'}{A' + B'}$$

I valori di  $A'$  e di  $B'$  sono, nel caso più generale di coppia di contatori in inserzione Aron di cui il ponte maggiore  $A'$  abbia, con carico equilibrato, coppia nulla per  $\varphi = -\varphi_0$ , e quindi il ponte minore  $B'$  coppia nulla per  $\varphi = \varphi_0$ :

$$A' = \frac{W}{2} + \frac{R}{2 \tan \varphi_0}; \quad B' = \frac{W}{2} - \frac{R}{2 \tan \varphi_0}$$

Con semplici sostituzioni si ricava:

$$25) \quad e = a \left( \frac{1}{2} + \frac{\tan \varphi}{2 \tan \varphi_0} \right) + b \left( \frac{1}{2} - \frac{\tan \varphi}{2 \tan \varphi_0} \right)$$

La fig. 12 rappresenta l'abaco grafico che permette di ottenere  $e$  nella lunghezza del segmento intercetto fra due rette, l'una relativa al contatore  $A'$  e l'altra al contatore  $B'$ , in funzione degli errori relativi  $a$  e  $b$  e dello spostamento di fase  $\varphi$ . Poichè poi, variando il valore di  $\varphi_0$  si possono mantenere inalterati i due fasci di rette relativi ad  $A'$  e a  $B'$ , basta variare la scala della  $\tan \varphi$ ; e nella figura sono riportate, nel centro, la scala che si riferisce al caso dei comuni contatori monofasi ( $\varphi_0 = 60^\circ$ ); a sinistra la scala per  $\varphi_0 = 36^\circ 50'$  ( $\cos \varphi_0 = 0,8$ ); a destra per  $\varphi_0 = 25^\circ 50'$  ( $\cos \varphi_0 = 0,9$ ).

Gli esempi riportati sull'abaco dispensano da ulteriori spiegazioni sul suo semplicissimo e pratico uso.

Bologna, ottobre 1927.

## :: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate .....	cad.	L. 100,—
	più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno .....		» 100,—
» per l'Estero .....		» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....		» 4,—
» per l'Estero .....		» 8,—
	più per postali	» 1,50

INSTALLATIONS HYDROÉLECTRIQUES en Italie ..... L. 15,—  
più per postali » 2,—

CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES en Italie ..... L. 13,—  
più per postali » 2,—

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA. Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente ..... L. 20,—  
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. » 20,—  
più per postali » 2,50

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (102) - Via Annunziata, 4.



# □ □ IMPIANTO DEL TIRSO □ □

(Continuazione, v. N. 31, pag. 805)

## **Sale delle macchine.**

Come si è detto, le sale delle macchine sono quattro, cioè una per ciascuno dei gruppi generatori installati (fig. 18).

lateralali che si appoggiano ai contrafforti, sono verticali e quindi in conseguenza della rastremazione delle pareti di questi, si genera, ad una certa altezza corrispondente a quota 68,40, una risega orizzontale, che serve di piano di scorrimento delle grue a ponte di servizio (fig. 19). La parete a monte della sala macchine è costituita dal paramento interno del blocco di muratura che collega inferiormente le volte inclinate. A valle, le sale sono chiuse da amplissimi finestroni sostenuti da intelaiature in cemento armato correnti fra i due contrafforti vicini (figg. 19 e 32).

Il pavimento della sala macchine è a quota 58,10 sul

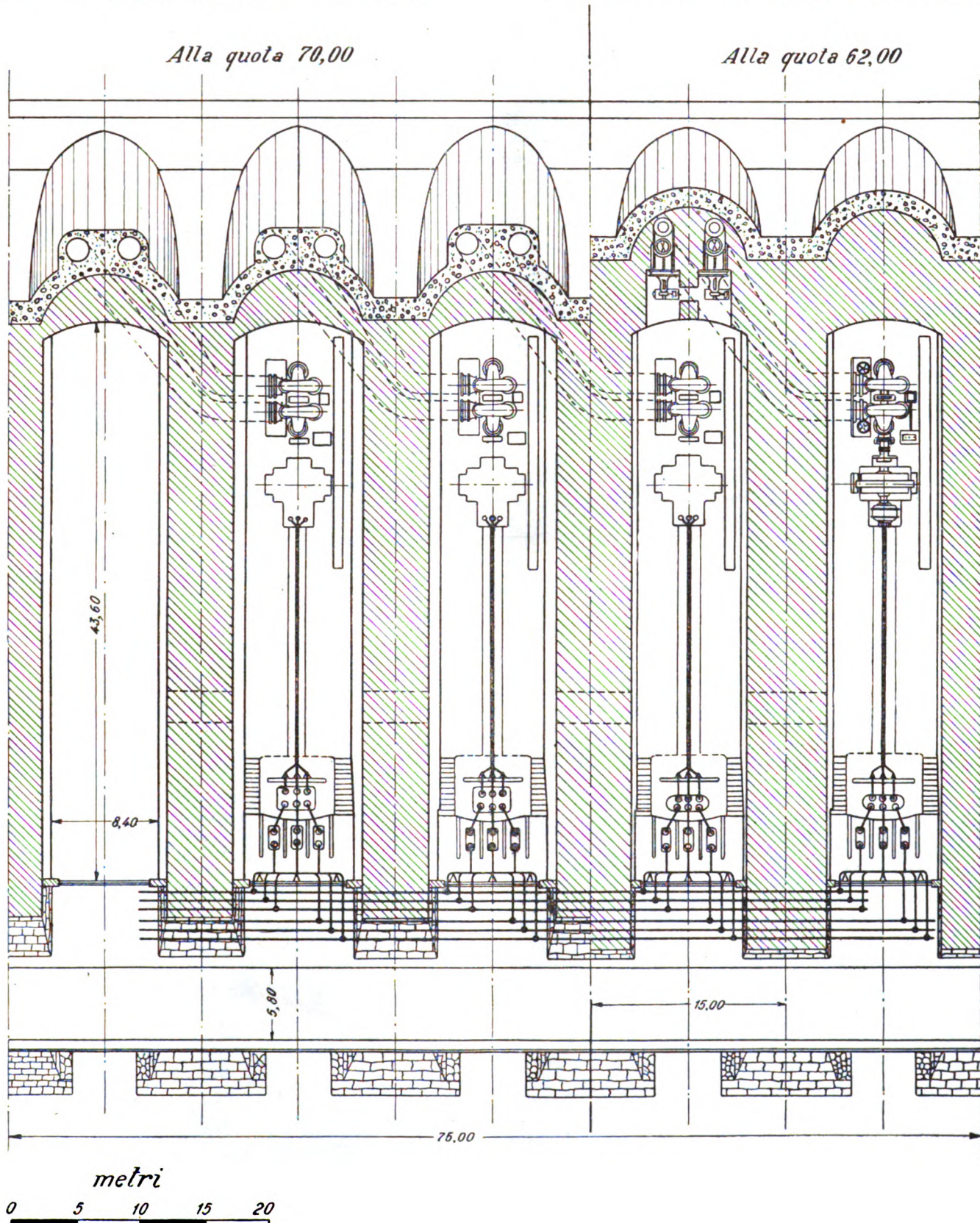


Fig. 18. — Pianta delle quattro sale macchine.

Le sale sono costituite dai grandi vani lasciati liberi fra contrafforte e contrafforte. Esse hanno una larghezza di otto metri per una lunghezza di 42 e sono alte 11 metri. Le pareti

mare ed è sostenuto da robuste volte in muratura che collegano fra loro in contrafforti e sostengono le fondazioni delle macchine.



Superiormente le sale sono coperte da un tetto piano con degli sheds a vetri che si impostano sull'ordine inferiore degli archi di controventatura dei contrafforti.

esse. Alla estremità verso valle delle sale, è installato invece il corrispondente trasformatore elevatore, addossato al gradino formato dal rialzo del piano stradale esterno che si prolunga

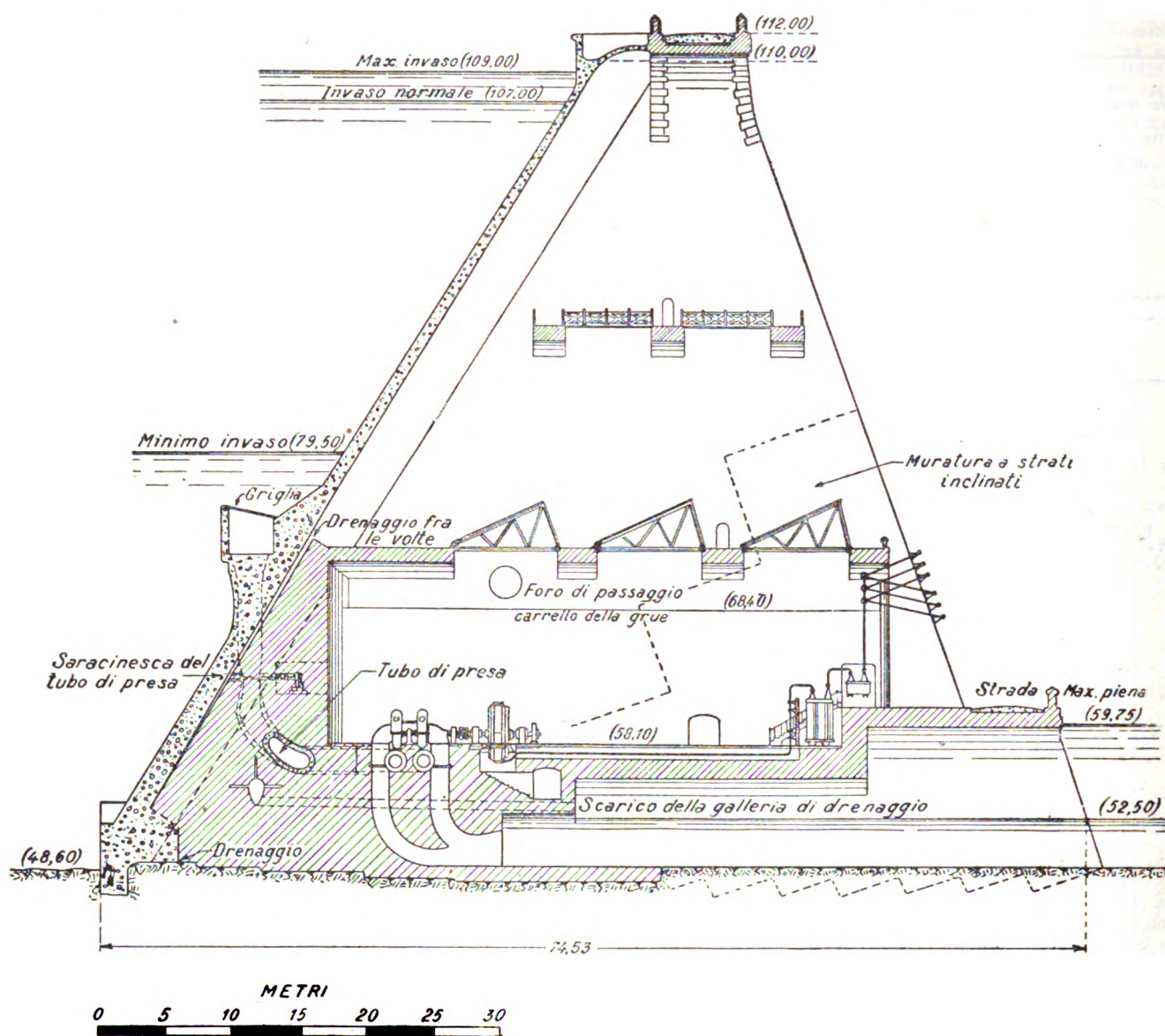


Fig. 19. — Sezione della diga in corrispondenza di una sala macchine.

Le quattro sale comunicano fra di loro per mezzo di passaggi ricavati, al livello del pavimento, nel corpo della muratura dei contrafforti. La posizione dei passaggi è stata appositamente studiata in modo da evitare che essi producessero un infittimento troppo marcato delle linee isostatiche nella zona circostante del pilastro, tanto più che essi si trovano nella regione delle forti pressioni.

Altre aperture, circolari, sono ricavate nello spessore dei pilastri in corrispondenza della quota di imposta delle grue a ponte. Si è potuto così disporre le cose in modo che un solo carrello mobile possa servire per tutte e quattro le travate mobili delle grue: basta portare le grue di due sale vicine a trovarsi fra loro allineate in corrispondenza dell'apertura suddetta, attraverso la quale il carrello può passare da una travata all'altra contigua. Ciò ha permesso di conseguire una economia non trascurabile nelle spese di impianto.

Il piano di scorrimento delle grue è a quota 68,40. Esternamente alle sale macchine, sul lato a valle della diga, corre come si è detto una strada di servizio. Il piano di essa è alquanto elevato sul pavimento della sala macchine. Anche il livello dell'acqua a valle della diga, che normalmente è a quota 52,60, si eleva nelle massime piene fin sopra alla quota del pavimento delle sale, arrivando a quota 59,75. Ciò ha reso necessario di provvedere con mezzi meccanici alla espulsione dalle sale macchine delle acque di lavaggio e di trasudamento, durante le piene del fiume.

I gruppi generatori nelle sale macchine, hanno l'asse a quota 59; essi sono installati presso la estremità a monte delle sale stesse, con l'asse parallelo alla dimensione maggiore di

entro le sale e al quale si accede con due scalette, una per parte del trasformatore, appoggiate ai contrafforti (figg. 19-30).

I gruppi generatori sono costituiti ciascuno da una turbina Francis ad asse orizzontale, con due ruote e due scarichi indi-

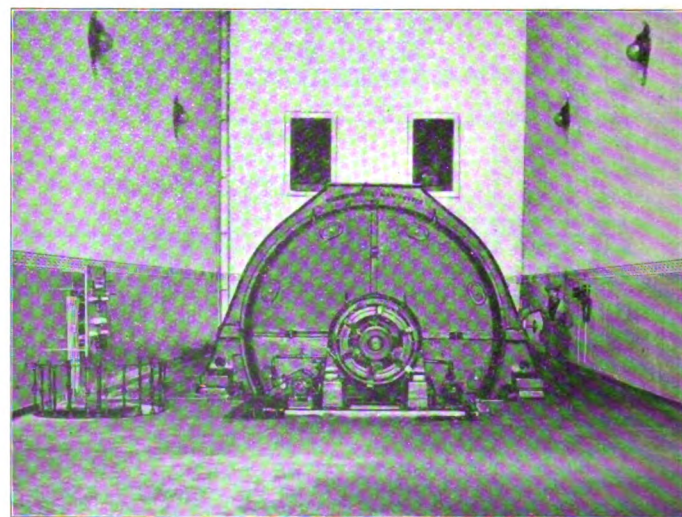


Fig. 20. — Interno della sala macchine, verso monte.

Alternatore da 6000 kVA della Westinghouse, e nicchie pel comando delle saracinesche nei canali delle turbine.



pendenti, di cui due da 5200 kW e due da 4400 kW col salto medio di 40 m accoppiate ad alternatori a 5000 V da 50 periodi.

Cura particolare ha richiesto lo studio dei condotti di aduzione dell'acqua dal lago alle turbine. Questi condotti interassano naturalmente tutto lo spessore della diga e costituiscono perciò uno dei punti più delicati dello sbarramento.

di un tubo di lamiera saldata che assicura la impermeabilità fra il tubo in cemento e quello in lamiera sono state praticate delle iniezioni di cemento per assicurare il perfetto contatto fra i due.

L'imbocco delle tubazioni nel lago può essere chiuso da una semplice valvola manovrabile dall'alto della diga.

Inoltre, nel tratto verticale discendente di ogni tubo, pres-

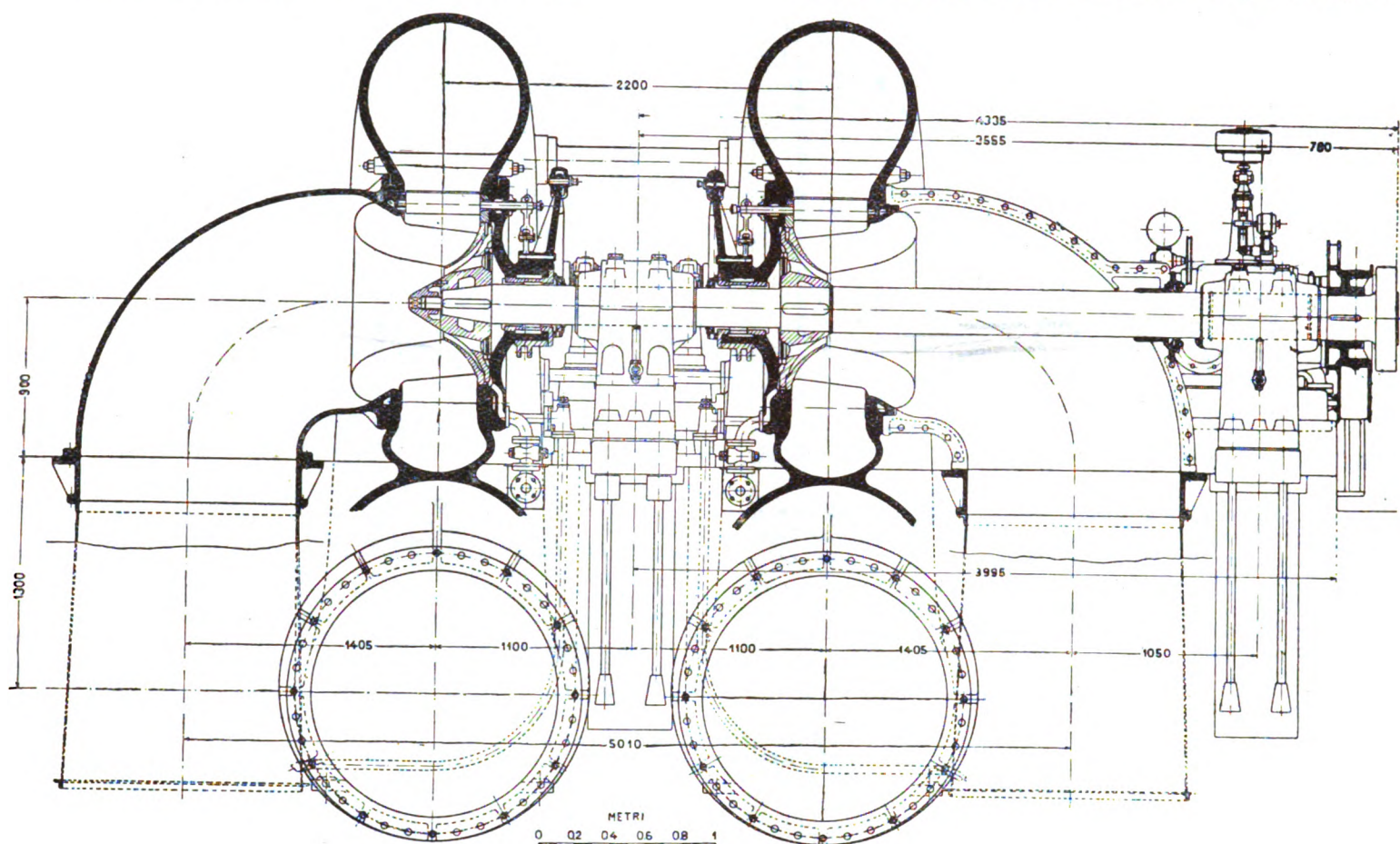


Fig. 21. — Sezione di una delle turbine della S. A. Franco Tosi - San Giorgio  
4400 kW;  $H = 40$  m ( $27 \div 56$  m);  $Q = 17.000$  l/s;  $N = 428$  giri/l'.

Il percorso di questi condotti è alquanto tortuoso, ciò che si è dovuto fare per rendere possibile di adottare nel percorso dei condotti stessi dei raggi di curvatura abbastanza grandi, e in considerazione del fatto che l'asse delle macchine è disposto perpendicolare alla fronte dello sbarramento, sulla quale naturalmente devono avere il loro imbocco i canali (fig. 19).

Ogni turbina è servita da due canali adduttori distinti, uno per ciascuna ruota. I canali di una turbina prendono origine non dalla volta corrispondente alla propria campata, ma da quella della campata adiacente, a destra della propria (rispetto a chi guardi verso valle); dopo di avere attraversato la volta, essi si dirigono obliquamente nel blocco di muratura retrostante fino a portarsi in corrispondenza dell'imbocco delle due camere a spirale della turbina (fig. 18).

La bocca dei tubi di presa è sistemata orizzontalmente sul fondo di un piccolo pozzetto, ricavato in aggetto sulla fronte a monte delle volte. L'accesso ai pozzetti è protetto da griglie inclinate, sollevabili dall'alto della diga. La bocca dei tubi si apre a quota 76 sul livello del mare.

I tubi hanno sezione rotonda con diametro di m 1,75. Essi non sono dei semplici canali ricavati nella massa muraria, ma costituiscono dei veri tubi in cemento armato, calcolati per resistere alla pressione interna dell'acqua e costituiscono un elemento costruttivo indipendente dal rimanente della costruzione.

Lo spessore della parete dei tubi è di 15 centimetri. L'armatura è costituita da un doppio ordine di tondini disposti ad anelli, distanti 22 centimetri l'uno dall'altro, e aventi un diametro di 25 millimetri. Nei piani assiali gli anelli sono fra loro collegati da altri tondini da 6 mm disposti a zig-zag in modo da collegare fra loro anche i due ordini, interno ed esterno, di anelli. Inoltre secondo le generatrici del cilindro, corre un'altra serie di tondini da 10 mm disposti sulla periferia di un circolo intermedio fra i due ordini di anelli, e distanti fra loro circa 15 centimetri.

Internamente poi i tubi in cemento armato sono rivestiti

so lo inizio di esso, è praticata una strozzatura nella quale è sistemata una saracinesca orizzontale. Le saracinesche sono annidate in nicchie ricavate nel masso murario a tergo delle volte, e sono manovrabili dall'interno di ogni sala macchine. Si

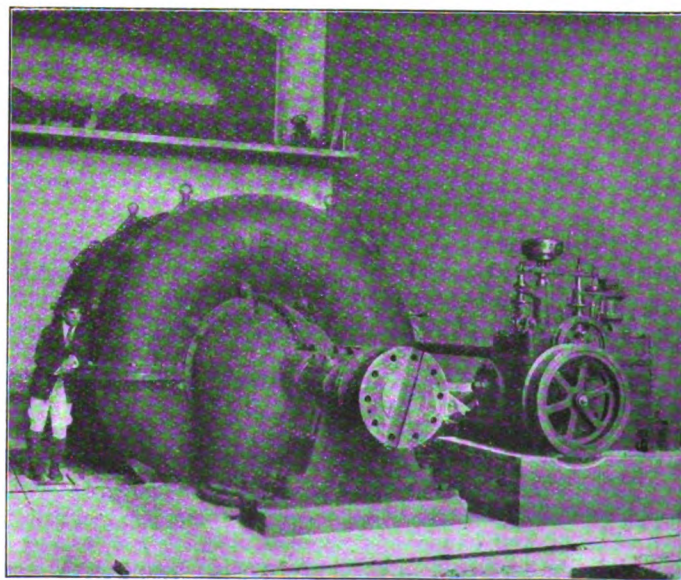


Fig. 22. — Turbina da 5200 kW.

noti che, dato il percorso sinuoso dei condotti al quale si è accennato, ne viene che in ogni sala macchine si trovano le saracinesche di comando della turbina installata nella sala adiacente (figg. 18, 19 e 20).



Le due saracinesche di ogni turbina possono essere manovrate indipendentemente l'una dall'altra, cosicchè è possibile anche di far funzionare ogni turbina con una sola ruota, ottenendo quindi una potenza approssimativa metà della normale, senza che venga alterato il numero di giri della macchina.

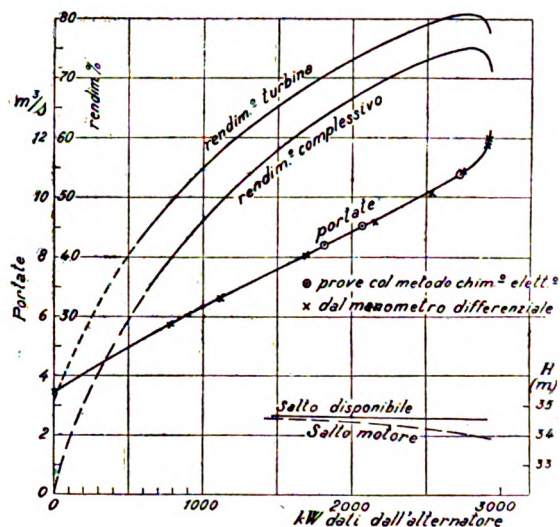


Fig. 23. — Prove di rendimento di una ruota delle turbine da 4400 kW.

Anche i condotti di scarico delle turbine sono fra loro indipendenti. Essi attraversano il blocco di muratura di fondazione e sboccano insieme nel canale di scarico delle acque, ricavato sotto al pavimento della sala macchine; esso corre longitudinalmente fra i due contrafforti, con una larghezza di cinque metri; il fondo del canale di scarico è a quota 49 sul livello del mare (fig. 19).

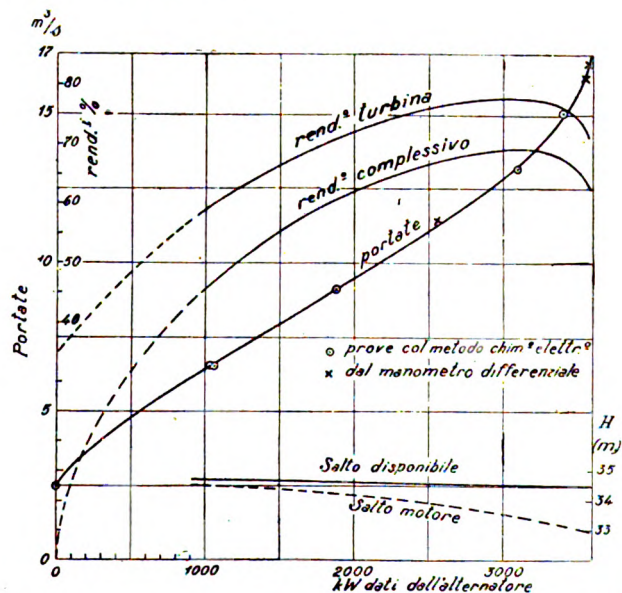


Fig. 24. — Prove di rendimento di una ruota delle turbine da 5200 kW.

Sotto il pavimento delle sale macchine, normalmente ai contrafforti e poco a valle degli alternatori corre una galleria di m 2,50 di altezza che mette in comunicazione tutte le sale macchine col piano inferiore del locale dei quadri ed è destinata anche ai cavetti dei comandi (fig. 19).

Essa permette di accedere alla parte inferiore dei generatori elettrici.

#### Macchinario.

**Turbine idrauliche.** — Come si è già avvertito i quattro gruppi generatori installati nella centrale non sono eguali fra loro. Due di essi hanno una potenza di 5200 kW e due invece sono da 4400 kW. Le quattro turbine hanno però caratteristiche molto simili e sono fra loro eguali nei particolari costruttivi (fig. 21).

Esse sono del tipo a reazione, Francis, ad asse orizzontale con due ruote coassiali, doppia camera forata a spirale e doppio scarico. Vennero costruite dalle Officine Elettromeccaniche di Rivarolo Ligure, (ora Soc. An. Franco Tosi - San Giorgio).

Le macchine da 4400 kW sono state progettate per le seguenti condizioni normali di funzionamento: salto utile m 40, portata di 17.000 litri per secondo, 428 giri al minuto.

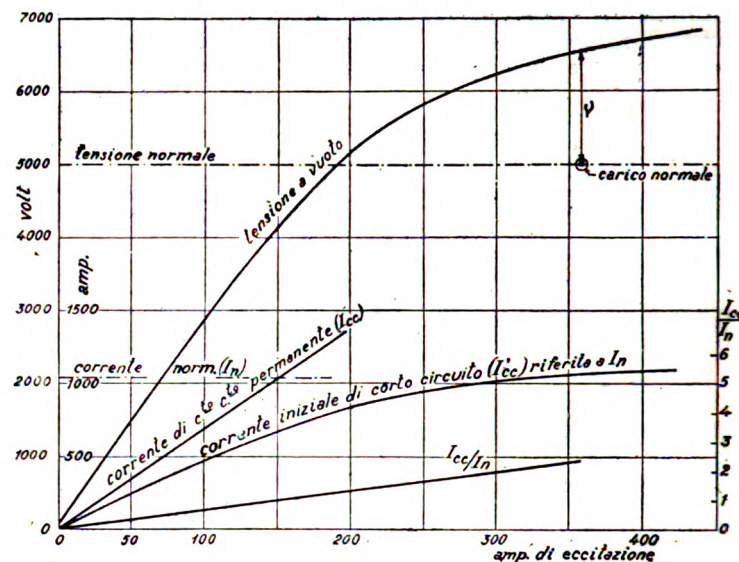


Fig. 25. — Caratteristiche dell'alternatore da 9000 kVA.

Queste turbine possono però funzionare anche con una caduta variabile entro i limiti estremi di 27 metri e di 56 metri. Colla caduta maggiore, la turbina mantiene lo stesso numero di giri utilizzando una portata che è circa i tre quarti di quella normale; in queste condizioni, la potenza sviluppata è di circa 5500 kW. Quando la caduta utile si riduce a 27 metri, la turbina eroga soltanto una portata di 13.500 litri per secondo e la potenza sviluppata scende a circa 1850 kW.

La turbina è composta di due giranti calettate contrapposte su un albero di acciaio fucinato. Le casse spirali sono in ghisa, fusa in due metà connesse con bulloni, e munite di portelli di ispezione. I supporti sono del tipo autolubrificante.

Ogni ruota è provvista di distributori a direttrici mobili, con pale ricambiabili, munite di perni girevoli comandabili dall'esterno. Uno speciale dispositivo assicura la perfetta equilibratura della spinta assiale.

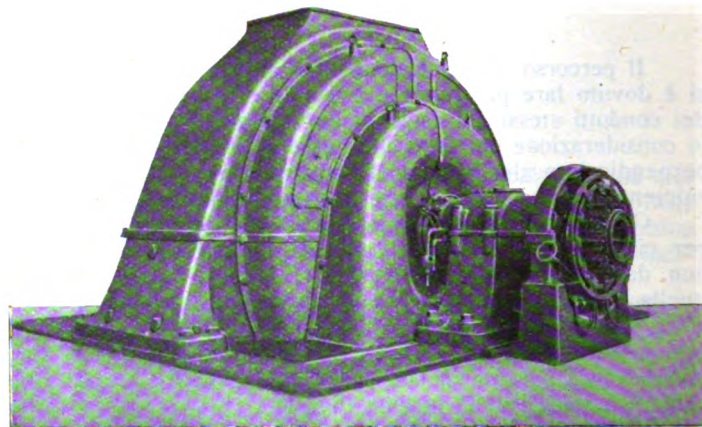


Fig. 26. — Alternatore da 9000 kVA della Compagnia Gen. di Elettricità.

Il regolatore di velocità a pressione d'olio è provvisto dei dispositivi necessari a compiere tutte le manovre: di avviamento o arresto a mano; di variazione, a mano, durante il funzionamento, del grado di staticità del regolatore per poter realizzare l'automatica distribuzione uniforme del carico sulle diverse unità in caso di marcia in parallelo con altri gruppi; di messa in parallelo a mano o a distanza, dal quadro, ecc.

La velocità di regime della macchina può essere fatta variare, durante il funzionamento, entro i limiti del 10 per cento in più o in meno del valore normale. In caso di arresto del pendolo centrifugo del regolatore, si produce automaticamente la chiusura del distributore e quindi l'arresto della macchina. Il distributore può pure essere aperto o chiuso a mano per mezzo del servomotore. In caso di necessità è possibile provocare automaticamente la chiusura del distributore e quindi l'arresto delle turbine.



La velocità della macchina può essere mantenuta costante, qualunque sia il carico e qualunque sia la caduta disponibile, entro i limiti prima stabiliti di m 27 e m 56.

*Alternatori.* — Alle due turbine minori sono accoppiati due alternatori Westinghouse di 6000 kVA (fig. 20) mentre alle due turbine di maggior potenza sono accoppiati due alternatori da

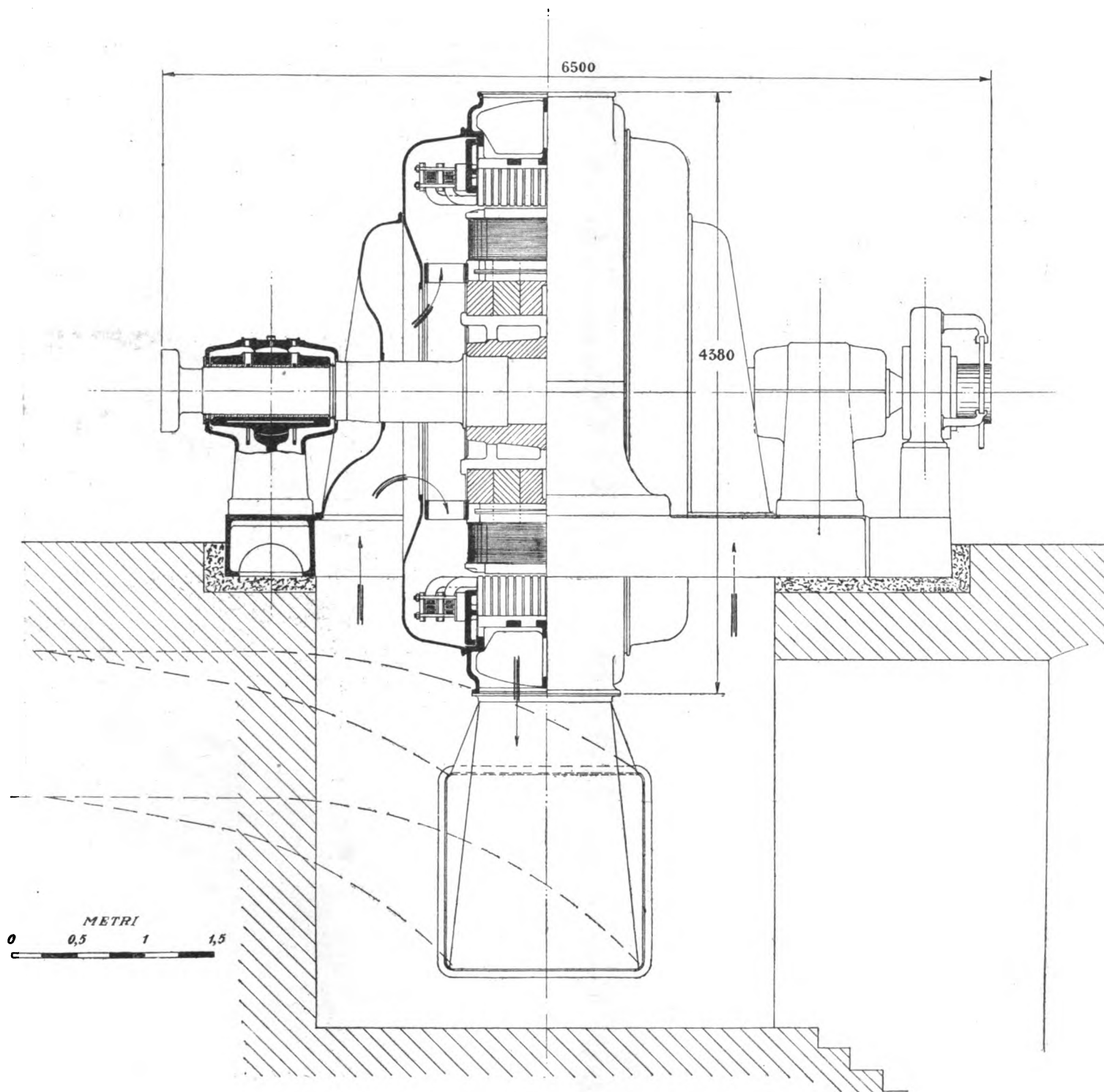


Fig. 27. — Alternatore da 9000 kVA della Compagnia Generale di Elettricità  
9000 kVA; 4500/5600 V; 428 giri/1'.

La velocità di fuga, corrispondentemente alla caduta massima di m 56, è di 860 giri. Le macchine sono calcolate per resistere senza inconvenienti anche a tale velocità.

Nelle condizioni di salto normale, di 40 metri, e per un  $PD^2$  delle masse ruotanti dell'alternatore eguale a 100.000 kg/m<sup>2</sup>, gli scarti di velocità per distacco brusco del carico non sono superiori ai seguenti valori:

carico distaccato	1300 kW	2620 kW	5250 kW
variazioni di velocità	3 %	5 %	15 %

In caso di brusco distacco del carico, la chiusura del distributore avviene in 3 minuti secondi.

Le turbine da 5200 kW non differiscono sostanzialmente, come già si è avvertito, nelle loro caratteristiche da quelle ora descritte.

9000 kVA, costruiti dalla Compagnia Generale di Elettricità di Milano (figg. 26 e 27).

Questi ultimi hanno le seguenti caratteristiche: potenza 9000 kVA,  $\cos \varphi = 0,7$ , frequenza 50 periodi, giri 428, poli 14.

La potenza di 9000 kVA deve essere mantenuta costante, mentre la tensione può variare tra 4400 e 5600 volt.

Dal collaudo risultarono i seguenti rendimenti alla tensione di 5000 volt (fig. 28):

Carico	4/4	2/3	2/4
per $\cos \varphi = 1$	$\eta = 96,5$	95,8	94
per $\cos \varphi = 0,7$	$\eta = 95$	93,9	91,7

Le sopraelevazioni di tensione, a 1/2 carico e  $\cos \varphi = 0,7$ , risultarono del 17,35 % nel funzionamento a 5600 volt e del 26 % nel funzionamento a 5000 volt.



Le perdite nel ferro risultarono alle prove di 129 kW a 5000 volt. Per la eccitazione, con  $\cos \varphi = 0,7$ , occorrono 34,2 kW.

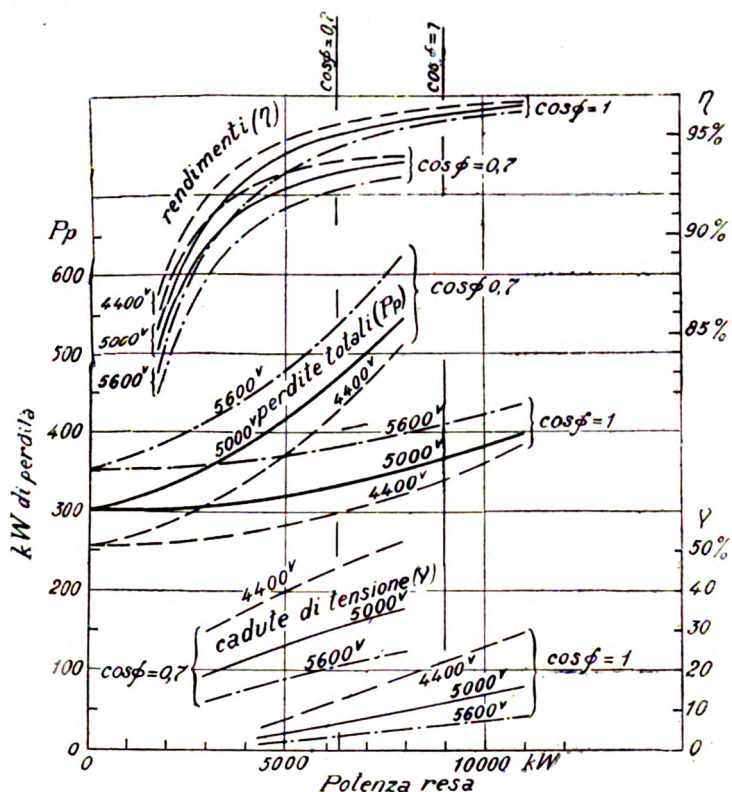


Fig. 28. — Rendimenti e cadute di tensione di un alternatore da 9000 kVA.

L'avvolgimento statorico è del tipo emitropico a uno strato. Siccome con questo tipo di avvolgimento si hanno 7 bobine per fase, e per ridurre le perdite addizionali nel rame era necessario fare almeno due circuiti paralleli, una bobina per fase è divisa in due parti. Nelle cave, nelle quali si trovano queste bobine, mentre i conduttori superiori appartengono a un circuito, gli inferiori appartengono all'altro. Le cave dello statore sono del tipo semichiuso. Le bobine parziali statoriche, costrui-

L'isolamento contro massa delle bobine statoriche è formato da 3 mm di micanite, oltre al rivestimento in cartoncino impregnato delle cave. L'isolamento tra i vari conduttori è formato da guaine di micanite. I poli sono lamellati; l'avvolgimento di campo è costituito da rame piatto nudo di  $2 \frac{1}{4} \times 38$  mm.

La sovratemperatura del rame statore misurata coi rivelatori termici, risultò al collaudo di  $28^\circ$  con una corrente di 800 A. Per cui con la corrente massima di 1185 A nel funzionamento a 4400 volt, questa sovratemperatura si può ritenere di circa  $50^\circ$ , notando che in tal caso le perdite nel ferro sono minime. La massima sovratemperatura nel ferro risultò di  $43^\circ$ .

Gli alternatori sono del tipo ad asse orizzontale; la carcassa è divisa in due parti e munita di prese d'aria per la ventilazione. L'aria fredda viene aspirata da due ventilatori a mezzo di un canale praticato nel blocco di fondazione, e viene scaricata in un altro condotto nella parte centrale della carcassa; in questa sono praticate delle aperture fornite di coperchi, che possono essere levati nella stagione invernale, in modo da scaricare l'aria calda nella sala macchine (fig. 27).

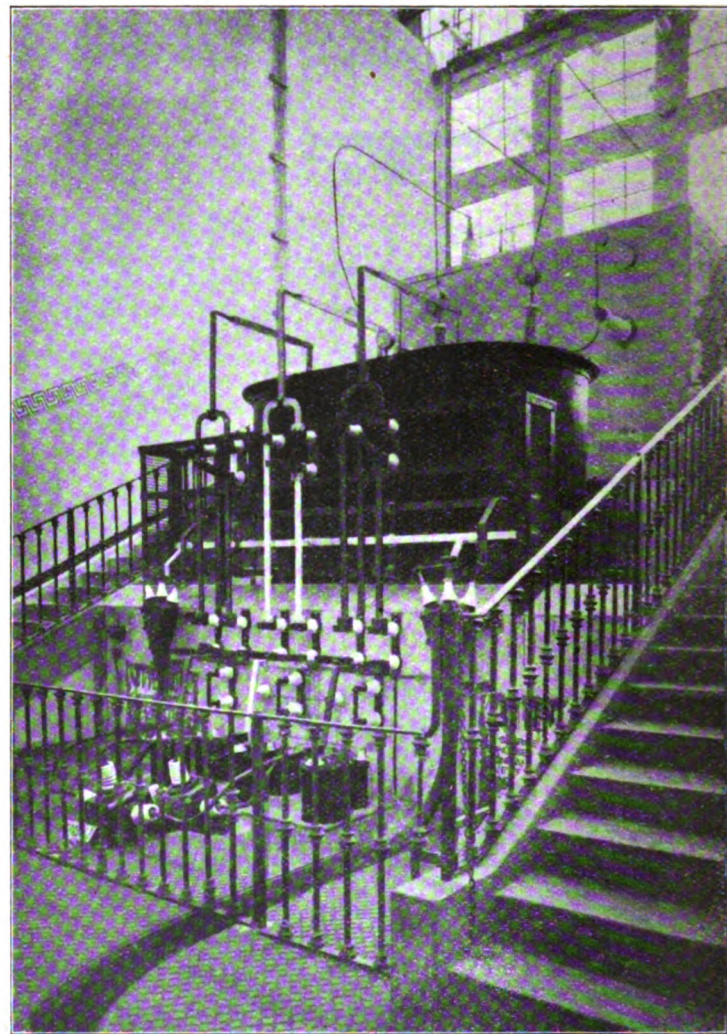


Fig. 30. — Installazione di un trasformatore e uscite dei montanti per il collegamento alle sbarre esterne.

Il rotore è costituito da anelli di acciaio, infilati a caldo su di un mozzo di acciaio, che a sua volta è calettato sull'albero pure in acciaio.

Il rotore è calcolato in modo da poter resistere ad una velocità di fuga pari a due volte quella normale.

Esso è montato in modo da poter subire uno spostamento assiale di 15 mm rispetto alla sua posizione centrale, verso l'eccitatrice, allo scopo di poter sciogliere il giunto di collegamento colla turbina, in modo da potere quando occorra, togliere la girante di questa senza dover smontare il rotore dell'alternatore.

I poli sono lamellati e muniti di flange pressa poli in acciaio fuso, e sono fermati al corpo induttore a mezzo di incastri a « T » e chiavette.

Il rotore porta, sugli anelli di acciaio, delle scanalature radiali, che permettono il passaggio dell'aria allo scopo di raffreddare le bobine dell'induttore e lo statore.

I cuscinetti sono robusti e con raffreddamento ad acqua.

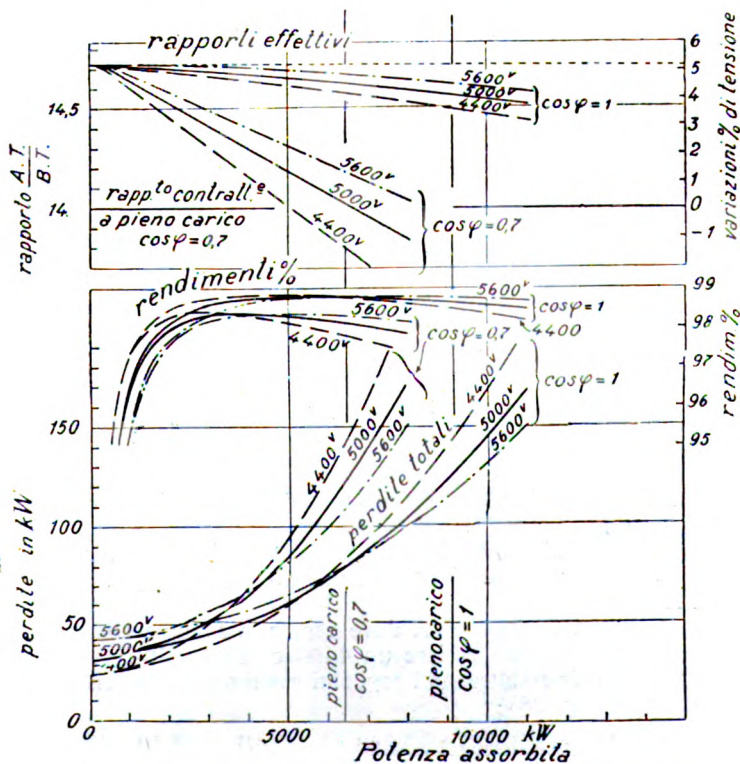


Fig. 29. — Caratteristiche di un trasformatore da 9000 kVA.

te su sagoma e compoundate, vengono introdotte da un fianco dell'alternatore, mentre nell'altro vengono richiuse e vengono fatti i collegamenti.



L'alternatore è provvisto di bobine termoelettriche per la misura della temperatura nelle bobine dello statore.

**Trasformatori.** — Come per gli alternatori, anche i trasformatori furono costruiti due dalla Westinghouse e due dalla Compagnia Generale di Eletticità.

Ogni alternatore è normalmente collegato in modo diretto col rispettivo trasformatore; a sua volta ogni eccitatrice è direttamente collegata col proprio alternatore. Le tre macchine costituiscono un unico complesso generatore, che, come prima si è detto, è anche topograficamente raccolto in un unico locale distinto per ciascun gruppo.

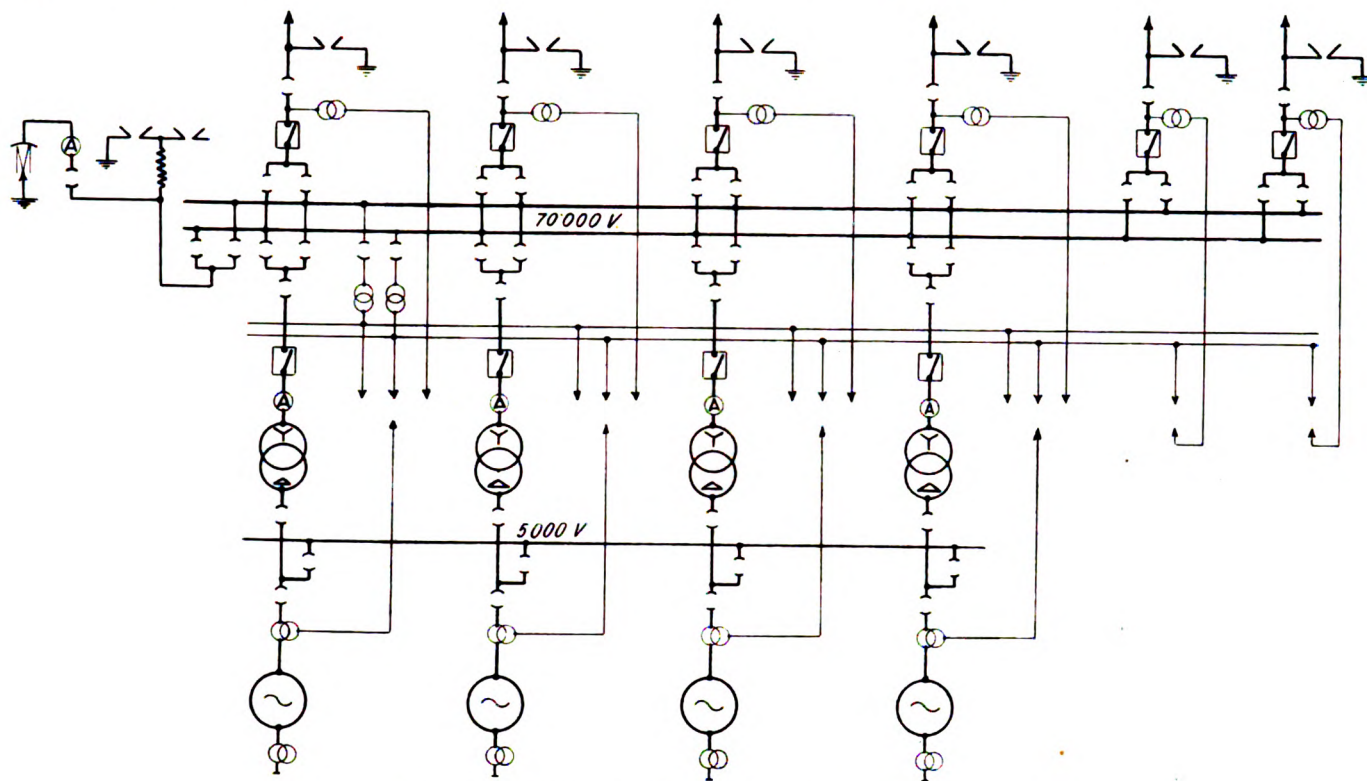


Fig. 31. — Schema unifilare dei collegamenti elettrici.

Questi ultimi sono trifasi del tipo in olio, con raffreddamento a circolazione d'acqua in serpentino situato entro la cassa: Potenza 9000 kVA; Frequenza 50 periodi; Tensione primaria 5600/5000 volt a triangolo; Tensione secondaria 79.220/70.000 volt a stella a pieno carico e  $\cos \varphi = 0,7$ .

Ogni trasformatore è del tipo a 3 nuclei verticali con giochi superiore ed inferiore piallati.

Gli avvolgimenti sono cilindrici concentrici a sezione circolare.

Ciascun trasformatore può sopportare un sovraccarico del 20 % per la durata di due ore.

L'avvolgimento di alta tensione può essere connesso a triangolo mediante cambiamento di connessioni fra morsetti situati sotto coperchio.

Il centro della stella di alta tensione è portato fuori coperchio mediante isolatore passante.

Alle prove di collaudo (fig. 29) risultarono i seguenti rendimenti:

Carico	4/4	1/2
per $\cos \varphi = 0,7$	$\eta = 98,1$	98,3
per $\cos \varphi = 1$	$\eta = 98,7$	98,7

mentre i rendimenti garantiti erano sensibilmente inferiori e precisamente:

Carico	4/4	1/2
per $\cos \varphi = 1$	$\eta_g = 98,65$	98,50
per $\cos \varphi = 0,7$	$\eta_g = 98,1$	97,9

con tolleranza del 10 % sulle perdite.

Le perdite a vuoto alle prove risultarono del 0,355 % mentre quelle garantite erano del 0,5 %.

#### Schema e quadro.

Nelle figure 31 e 33 sono schematicamente indicati i collegamenti elettrici della centrale Tirso e da esse emergono i concetti seguiti nello studiare il quadro.

Non esistono sbarre di eccitazione, nè vi è modo di smistare eventualmente una eccitatrice su un'altro alternatore. Ogni eccitatrice è provvista naturalmente di reostato di campo e dei comuni apparecchi di misura.

Fra alternatore e trasformatore non sono inseriti nè interruttori nè reattanze. Manovrando un apposito gioco di coltelli è però possibile staccare da ogni trasformatore il relativo alternatore e collegarlo ad una terna di sbarre di smistamento a 5000 V. Si può così alimentare qualunque trasformatore con uno degli alternatori.

Per l'alta tensione esistono due terne di sbarre a 70.000 volt; ogni trasformatore può, con opportuno giuoco di coltelli, essere collegato all'una o all'altra terna di sbarre.

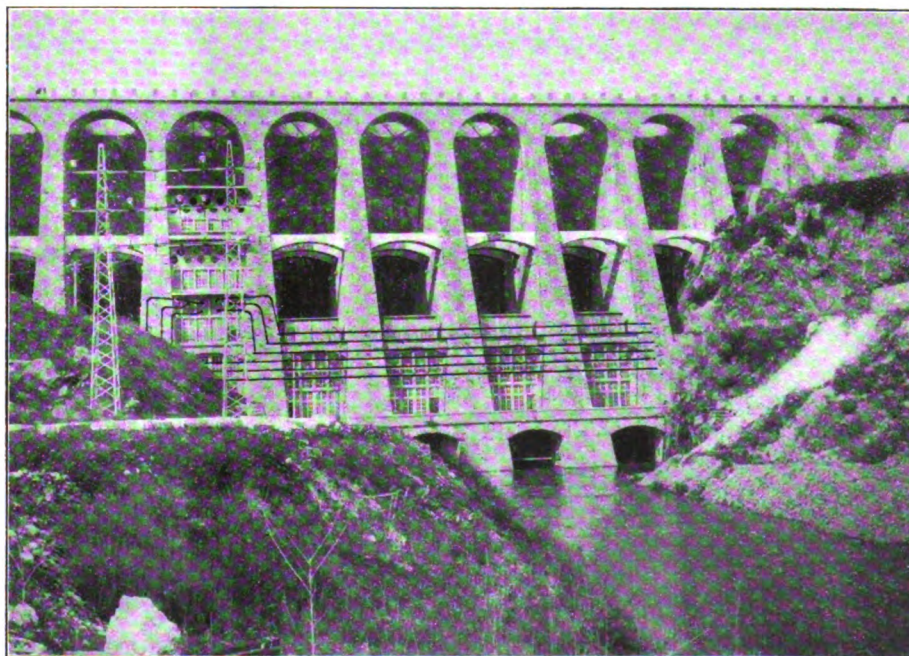


Fig. 32. — Vista della diga verso valle con le sbarre esterne.

Fra i trasformatori e le sbarre ad alta tensione sono inseriti gli interruttori di macchina.

Dalle sbarre ad alta partono quattro linee a 70.000 V (in seguito saranno 6) con l'interposizione di interrutto-

La regolazione della tensione agli alternatori può essere fatta manovrando il reostato di campo della eccitatrice; ogni interruttore è poi munito di limitatore automatico di corrente.

Gli interruttori di macchina, come quelli di linea, sono automatici con relais di massima corrente.

Dalle sbarre ad alta tensione sono derivati degli scaricatori a getto liquido e dei gruppi triangolo-stella di scaricatori a corna.

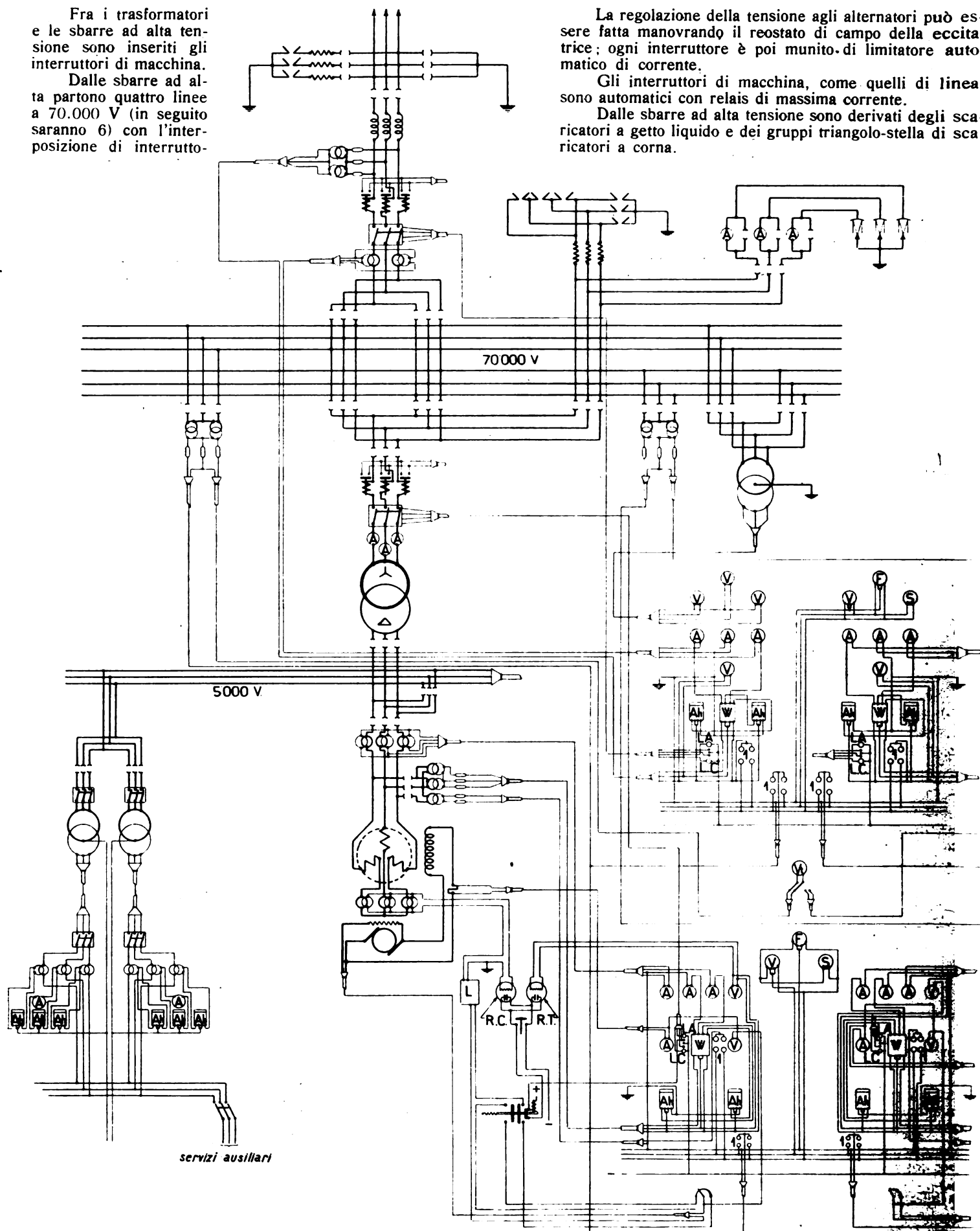


Fig. 33. -- Schema delle connessioni elettriche di uno dei gruppi.

A Amperometro - V Voltmetro -  $V_t$  Voltmetro sulle sbarre collettrici - S Voltmetro di fase per parallelo - F Frequenziometro - L Limitatore di corrente - R.C. Relais di massima corrente - R.T. Relais di massima tensione - L.A. Lampade di apertura - L.C. Lampade di chiusura - Ah Contatore - W Wattmetro registratore - I Spine di parallelo.

ri in olio. Ogni linea può essere alimentata dall'una o l'altra terna di sbarre.

Sulle linee in partenza sono inserite, a valle degli interruttori, delle bobine di impedenza e delle terne di scaricatori a



corna. Appositi giochi di coltelli permettono di mettere a terra ciascuna linea.

#### Disposizioni costruttive del quadro.

Per questo rispetto la centrale del Tirso si differenzia alquanto dalle disposizioni seguite nelle comuni centrali idroelettriche e ciò in conseguenza delle particolari necessità dipendenti dal fatto di essere la centrale sistemata entro la diga stessa.

Come si è detto ogni gruppo generatore è installato in un salone distinto, nell'ampio vano fra due contrafforti della diga e nel medesimo salone trova posto anche il trasformatore.

La parte di quadro, dall'alternatore al collegamento con le sbarre ad alta tensione si svolge perciò separatamente per ciascun gruppo, in locali distinti.

Il collegamento fra generatore, installato all'estremo a monte del salone, e trasformatore, installato presso l'estremo a valle, è fatto mediante due cavi in parallelo ciascuno della sezione di  $3 \times 350 \text{ mm}^2$  che corrono in apposito condotto sotto il pavimento del salone stesso (figure 18 e 19).

Le sbarre di smistamento a 5000 V sono costituite da tanti tronchi di tre piattine di rame in parallelo ciascuna di  $\text{mm } 5 \times 50$  quanti sono i gruppi: i diversi tronchi sono collegati fra di loro da cavi sotterranei; il tronco di sbarre corrispondente a ciascun gruppo generatore è installato su una struttura in ferro eretta immediatamente davanti al trasformatore. Sotto di esse sboccano, da condotti pra-

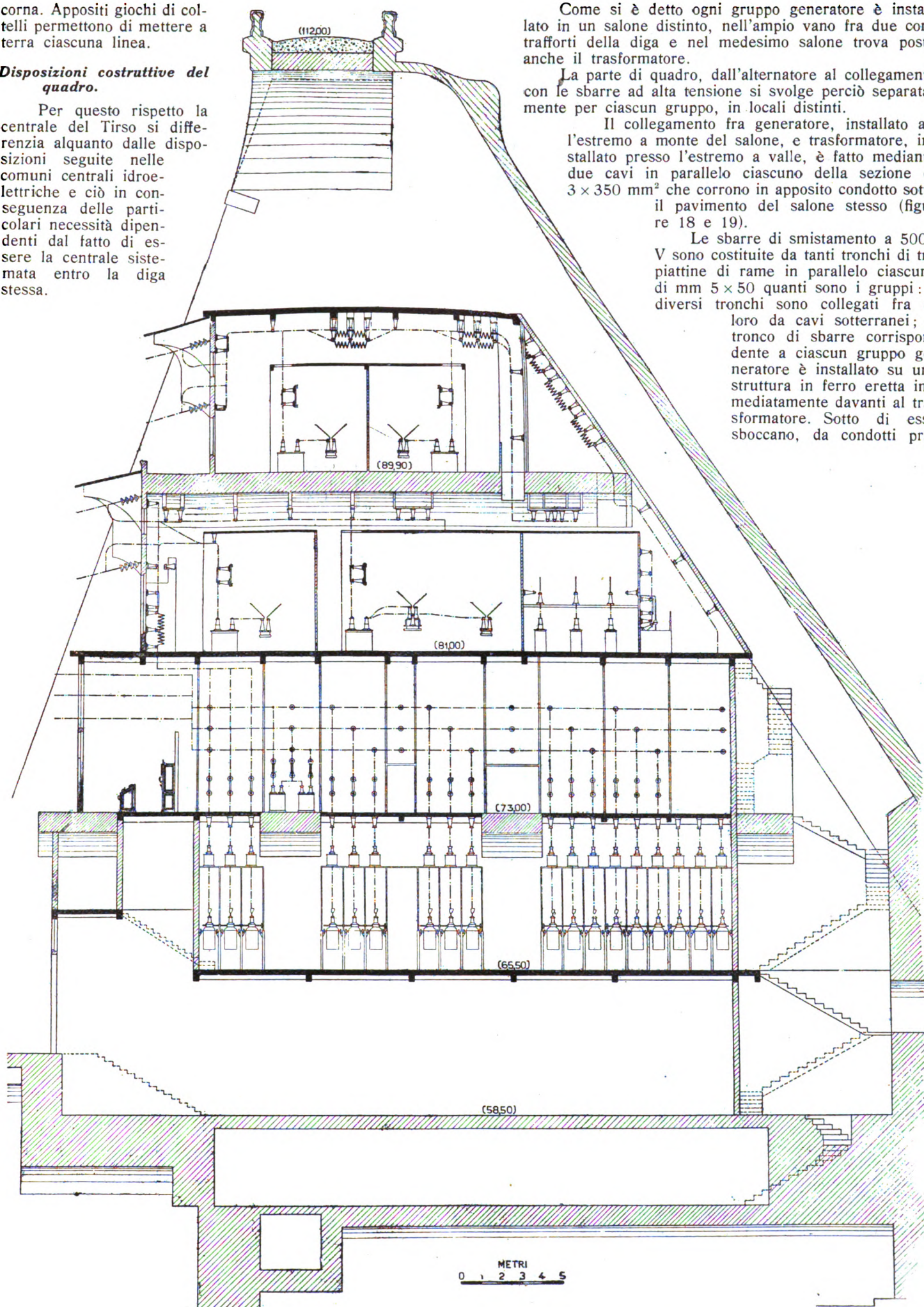


Fig. 34. — Sezione della diga in corrispondenza del locale dei quadri.



ticati nel pavimento, tre teste di cavi: una centrale per i cavi del generatore e due laterali per il collegamento coi tronchi di sbarre installati nei saloni adiacenti (fig. 30).

diga e corrono per tutta la lunghezza delle campate occupate dai gruppi generatori, fino a raggiungere la quinta campata destinata ad edificio quadri (figg. 32 e 36).

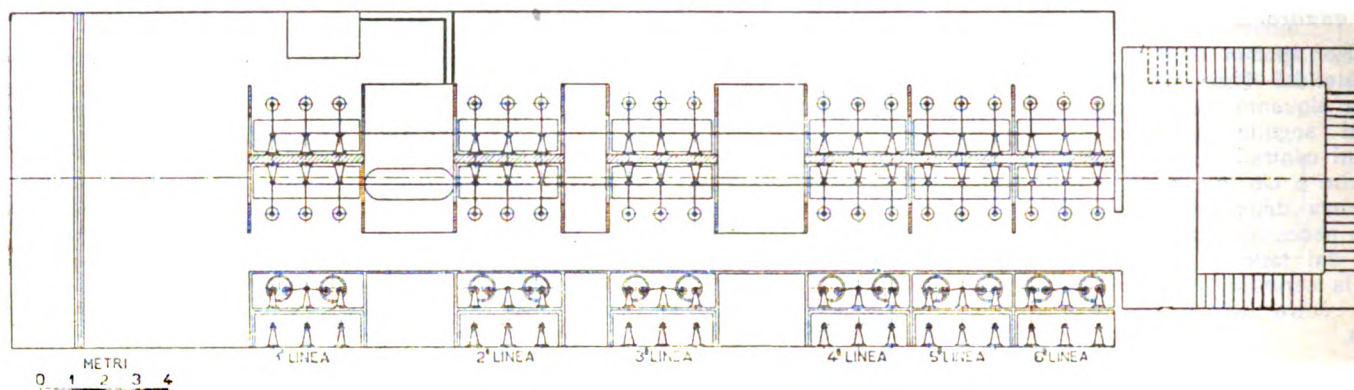


Fig. 35. — Pianta del locale quadri a quota 73.

Sotto alle sbarre, ai piedi del trasformatore principale sono installati i trasformatori di misura.

La disposizione è visibile nella fotografia di fig. 30.

Entro questa campata si svolge la parte del quadro dalle sbarre ad alta tensione fino alla uscita delle linee.

La campata è divisa in cinque locali sovrapposti entro i quali si svolgono i circuiti elettrici. Le figure 34, 35, 37, 38 e 40 permettono di seguirne l'andamento.

Il locale inferiore, col pavimento a quota 58,10 doveva, nel progetto originario, essere destinato a contenere tutti i trasformatori. Ma essendosi poi invece adottata la disposizione precedentemente descritta, il locale è attualmente quasi vuoto. Vi è installata una piccola pompa di esaurimento per evacuare l'acqua che provenisse da eventuali infiltrazioni.

Le sbarre a 70.000 V dopo il percorso all'aperto penetrano nel locale a terzo piano, col pavimento a quota 73,00, e quivi si svolgono orizzontalmente sulle due fronti di una armatura di tipo cellulare in cemento armato disposta longitudinalmente in corrispondenza alla mezzeria del locale (figura 35 e 38).

Le sbarre, che nel tratto all'aperto sono costituite da treccia di rame da  $\text{mm}^2$  100, nel tratto che si svolge entro il locale chiuso sono costituite da tubi di rame del diametro di mm 20 per mm 2 di spessore.

Dalle sbarre, si distaccano i conduttori di linea, i quali, attraverso larghe aperture praticate nel pavimento del locale, passano al piano inferiore (quota pavimento 65,50) dove sono installati gli interruttori (fig. 39).

Dall'interruttore, i conduttori risalgono nuovamente, attraversano il locale sbarre svolgendosi lungo una delle pareti del locale e penetrano nel locale al quarto piano (quota pavimento 81,00) (fig. 37).

Nel locale sbarre, vengono derivati dai montanti delle

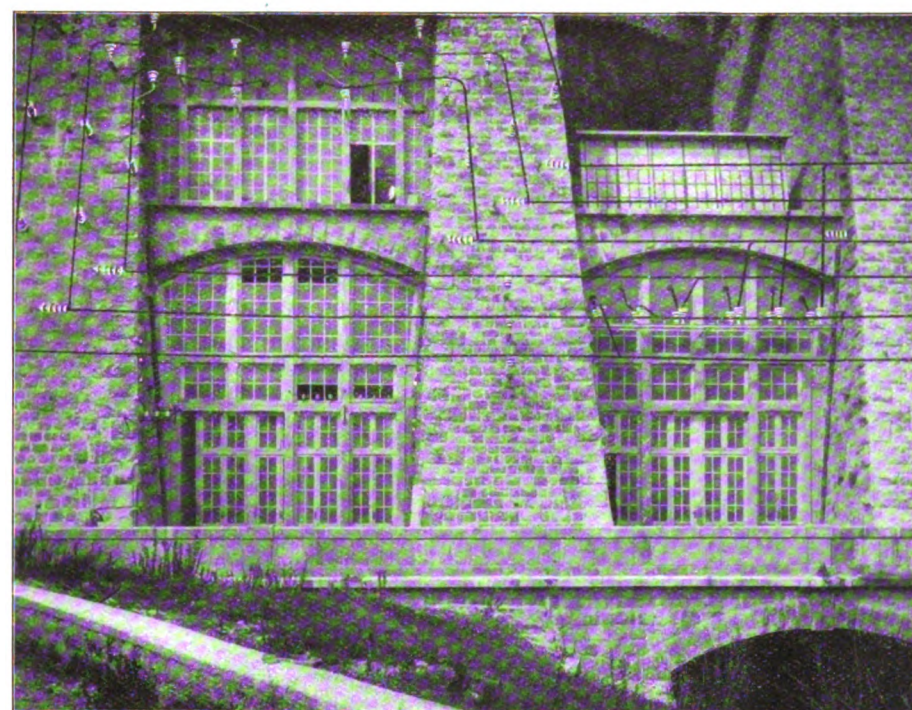


Fig. 36. — Entrata delle due terne di sbarre nel locale quadro.

I cavi trifasi di collegamento fra i diversi tronchi di sbarre hanno una sezione di  $\text{mm}^2$   $3 \times 500$  e corrono in condotti praticati sotto il pavimento del cunicolo di comunicazione fra sala e sala.

Gli interruttori di macchina, inseriti, come si è detto, dopo il trasformatore, sono installati immediatamente a tergo del trasformatore stesso su di un pianerottolo rialzato al quale si accede dalla sala macchine mediante due scale laterali.

I conduttori ad alta tensione, dopo l'interruttore salgono verticalmente e vanno a disporsi sulla parete di fondo, verso valle, del locale, dove sono sostenuti da isolatori portanti. Su questa parete si svolge la biforcazione dei conduttori a 70.000 volt per la connessione alle due terne di sbarre; contro la parete, portati da appositi isolatori, sono pure sistemati i coltelli di manovra.

Attraverso aperture praticate nelle vetrerie della parete di fondo del locale, i conduttori a 70.000 V escono all'esterno della diga per collegarsi alle sbarre ad alta tensione.

Queste sono installate all'aperto, sulla fronte a valle della

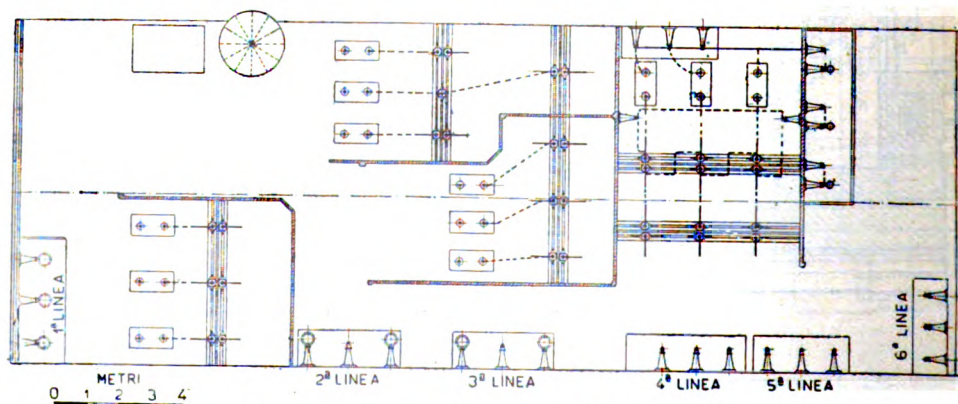


Fig. 37. — Pianta del locale quadri a quota 81.

linee i riduttori di tensione; nello stesso locale sono inserite sui montanti le bobine di self.

Il locale a quota 81 e quello superiore a quota 89, 90 (fi-



gura 40) sono dedicati alla partenza delle linee. E precisamente nel locale inferiore sono sistemati in apposite celle gli scaricatori delle prime tre linee, e nel locale superiore quelli delle altre tre linee.

a quota 81 e raggiungono direttamente quello superiore a quota 89, 90 dove si collegano ai rispettivi scaricatori.

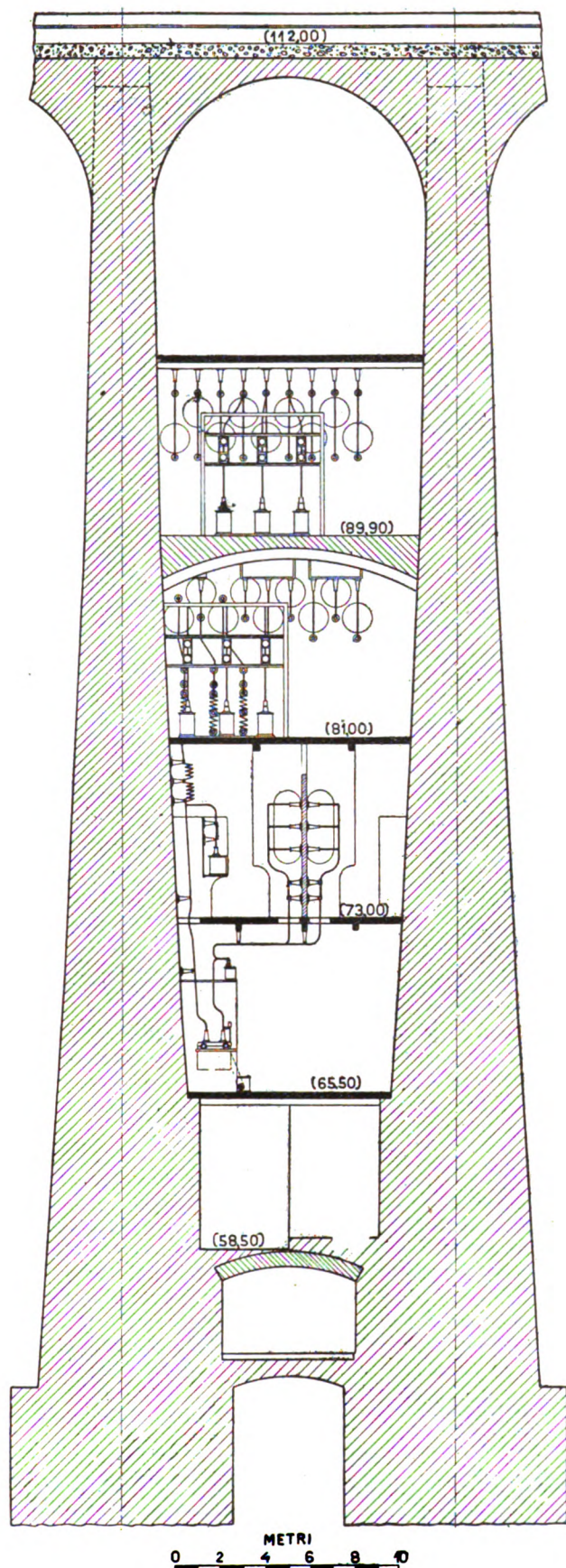


Fig. 38. — Sezione del locale quadri parallelamente alla fronte della diga.

I montanti di linea arrivano nel locale, attraverso il pavimento, addossati ad una parete; essi salgono verticalmente fino al soffitto sotto il quale si svolgono, sostenuti da apposite mensole in ferro, per raggiungere i rispettivi gruppi di scaricatori.

I montanti delle linee 4, 5 e 6 attraversano tutto il locale

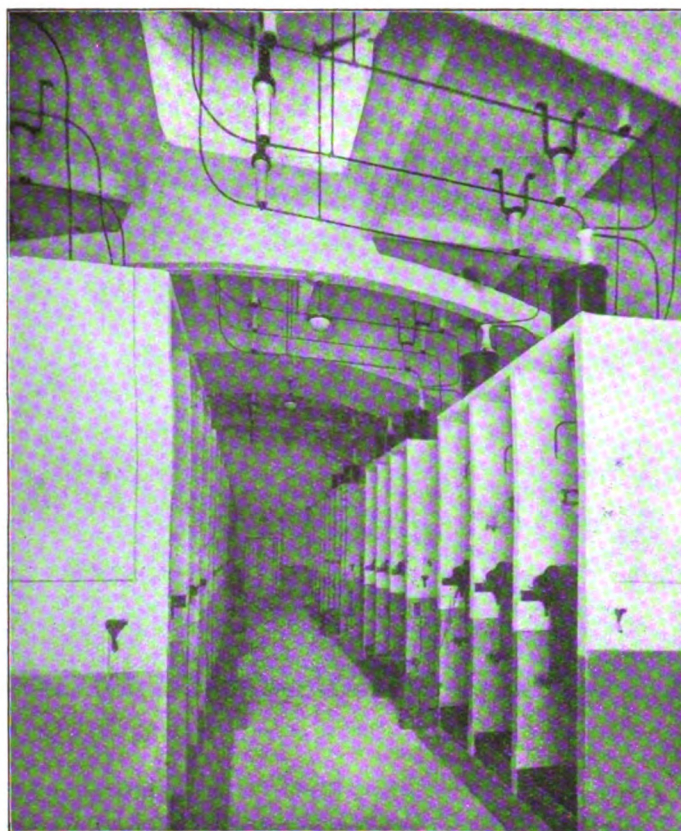


Fig. 39. — Sala Interruttori.

L'uscita delle linee avviene presso il soffitto del locale, attraverso aperture praticate nelle vetrare che chiudono gli ampi finestroni verso valle (figg. 32 e 34). Presso all'uscita sono installati i coltelli per la messa a terra delle linee.

Nel locale a quota 81, in apposita cella trovano posto anche gli scaricatori del gruppo triangolo-stella derivato dalle sbarre collettrici ad alta tensione; in una cella contigua sono installati gli scaricatori a liquido.

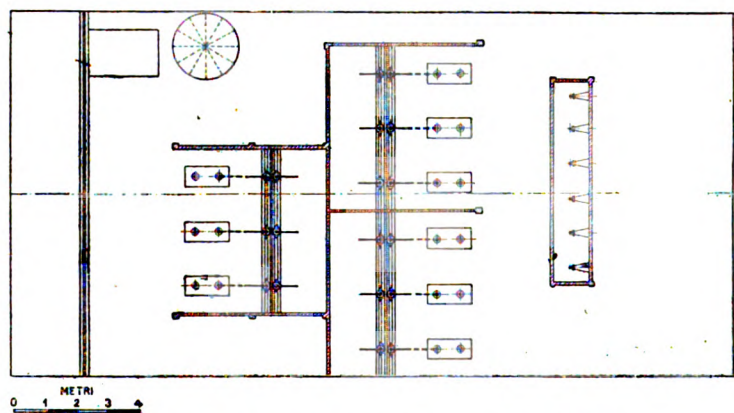


Fig. 40. — Pianta del locale quadri a quota 89,90.

I montanti di linea sono costituiti da tondi di rame da mm 20. Fra conduttore e conduttore, si è tenuta nell'alta tensione una distanza minima di cm 100 sia in senso orizzontale che in senso verticale.

La struttura portante del quadro, è, come si è detto, in cemento armato e del tipo cellulare (fig. 39).

I diversi piani dell'edificio quadro comunicano fra loro per mezzo di una scala e di un montacarichi (fig. 34).

#### Quadro di manovra.

Il quadro di manovra è sistemato nel locale a quota 73.

Esso è del tipo con pannelli a leggio, uno per ciascuna macchina e per ciascuna linea partente (fig. 41).

I pannelli portano gli ordinari apparecchi di sorveglianza, di comando e di misura.



### Servizi ausiliari.

Sono alimentati a corrente alternata a mezzo di due trasformatori 5000/260 V da 250 kVA ciascuno che sono derivati dalle sbarre a 5000 V che collegano le macchine fra loro. Nella prima sala macchine è installato un piccolo gruppo turbina alternatore da 35 kW con alternatore a 260 V destinato ad alimentare i servizi ausiliari quando la centrale fosse ferma.

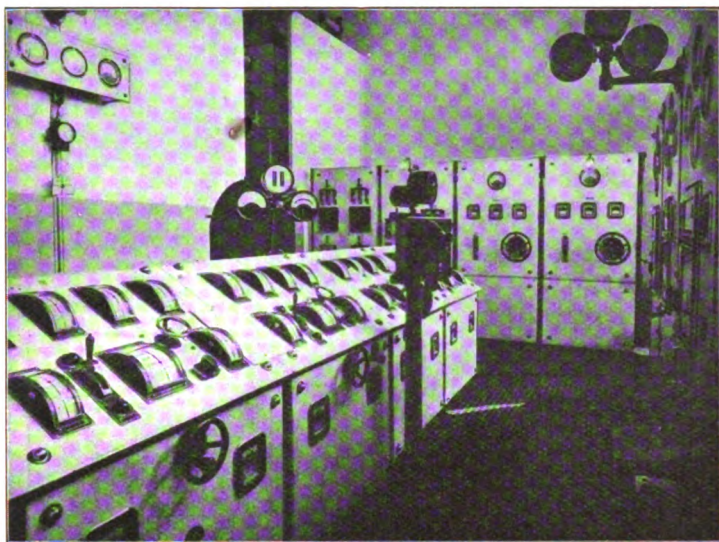


Fig. 41. — Quadro di manovra.

Inoltre c'è in centrale una batteria di accumulatori per l'alimentazione dei comandi a distanza, dei relais di scatto e del montacarichi. La luce può essere alimentata sia con la corrente continua che a corrente alternata, a mezzo di un commutatore.

(Continua).

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Sui trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni.

Riceviamo:

Onorevole Redazione,

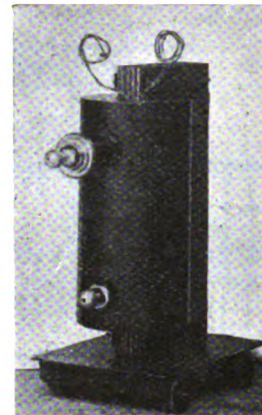
L'Ing. Someda nel suo interessante articolo sui trasformatori autoprotetti contro le sovratensioni parla di vari dispositivi. Alcuni di questi dispositivi trovarono o trovano applicazione nei trasformatori per gli apparecchi radiologici, e forse a taluno potrà interessare di avere qualche notizia di esperimenti in proposito.

Assai spesso i trasformatori in questi apparecchi, malgrado la loro piccola potenza, si trovano in difficile condizione per le sovratensioni prodotte dai raddrizzatori meccanici.

L'idea di porre in parallelo al trasformatore delle opportune capacità, o resistenze, venne largamente applicata (sia pure empiricamente) una quindicina di anni fa nei primi apparecchi radiologici a trasformatore: in seguito questi sistemi vennero abbandonati, per il forte consumo di energia e cadute di tensione cui davano luogo, per il costo sempre notevole date le altissime tensioni in gioco, ed infine per i risultati non sempre buoni che si ebbero (forse a causa dell'applicazione empirica del concetto).

Circa tre anni fa dopo le prime prove (L'Elettrotecnica del 15 agosto 1925) di nuovi tipi di apparecchi radiologici, mi trovai nella necessità di costruire, col minimo peso e costo possibili, trasformatori monofasi di 10 kVA per tensioni di 100 kV, atti a resistere a sovratensioni fortissime, quali quelle prodotte dalla inserzione e disinserzione periodica di notevoli capacità sul secondario. Ottenni lo scopo (seguendo una via già in precedenza battuta da altri all'estero in questo campo) lasciando il nucleo e il primario in aria, e racchiudendo il secondario in una scatola di carta bachelizzata piena d'olio, eliminando così anche i passanti. L'abolizione della capacità rappresentata dai passanti (che funzionava in un certo modo da protezione) rese più difficile il problema dell'isolamento interno; ed allora ricorsi ad una soluzione simile a quella ora proposta dall'Ing. Someda, consistente in una serie di superfici metalliche (a forma di tromboni che

ricoprono parzialmente il cartoccio e parte delle testate) collegate a punti diversi dell'avvolgimento. In questo modo raggiunsi lo scopo: I°) di ottenere una ripartizione sensibilmente uniforme lungo l'avvolgimento delle onde a fronte ripido; II°) di far lavorare bene gli isolanti essendo fisse le d. d. p. tra le singole superfici metalliche (superfici che risultano tra di loro separate o da olio o da carta bachelizzata, mai da strati misti dei due isolanti); III°) di costituire nell'interno del trasformatore una catena di pezzi metallici separati da strati di olio, lungo la quale un'eventuale sovratensione che superasse i limiti di isolamento trovi una via per scaricarsi senza danneggiare gli isolanti solidi (ciò che è possibile, data la limitata potenza degli apparecchi).



La figura mostra il primo trasformatore di prova (7 kVA) che ho costruito con questi principi nel 1925 nell'officina della Società Anonima Gorla di Milano. Esso era calcolato per una tensione di 90 mila volt, ed era atto a funzionare sia con i due poli isolati, sia con un polo a terra (l'inferiore).

Durante le prove, la tensione veniva spinta sino a 150.000 volt per avere le prime scariche nell'interno (rivelando un margine di sicurezza maggiore del 65 %, mentre negli identici trasformatori non schermati non si superava il 25 %), e venne lasciata una tensione tale da avere scariche interne continue di una ventina di milliampere per parecchi minuti.

Riportata la macchina nelle condizioni normali di tensione, essa mostrò le proprie caratteristiche immutate; in seguito essa venne smontata ed esaminata accuratamente, e non rivelò la più piccola alterazione (salvo un po' di annerimento dell'olio). In merito ho riferito alla Riunione della Società Italiana di Radiologia, tenutasi in Napoli nell'ottobre del 1926.

In seguito a questa prova venne adottato tale sistema di costruzione, con qualche lieve modifica, in diversi trasformatori installati in apparecchi radiologici con condensatori, ed attualmente ve ne sono in funzione, con perfetta soddisfazione e già da parecchio tempo, anche delle terne montate in trifase (180.000 volt concatenati, 22 kVA).

Pure in un trasformatore trifase della stessa potenza e tensione, racchiuso in cassa di lamiera di ferro piena d'olio, ho sperimentato con ottimi risultati gli schermi metallici interni prima descritti.

So che l'amico Ing. Someda sta eseguendo delle prove su questi sistemi di autoprotezione; spero che vorrà presto rendercene noti i risultati. Io per mia parte conto di ritornar sull'argomento con qualche dato maggiore di quelli che trovano posto in una semplice lettera. Ringraziando dell'ospitalità, porgo distinti ossequi.

ENZO PUGNO VANONI.

## ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica  
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nei limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.



## LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

### Nuovo wattmetro registratore a servomotore sistema C. G. S. - Usigli.

La S. A. Istrumenti di Misura C. G. S. che, come è noto, si è specializzata nella costruzione degli apparecchi di misura registratori a servomotore, ha realizzato un nuovo modello di apparecchio di questo tipo denominato S 2 K R (fig. 1), che rappresenta rispetto ai precedenti un notevole progresso.

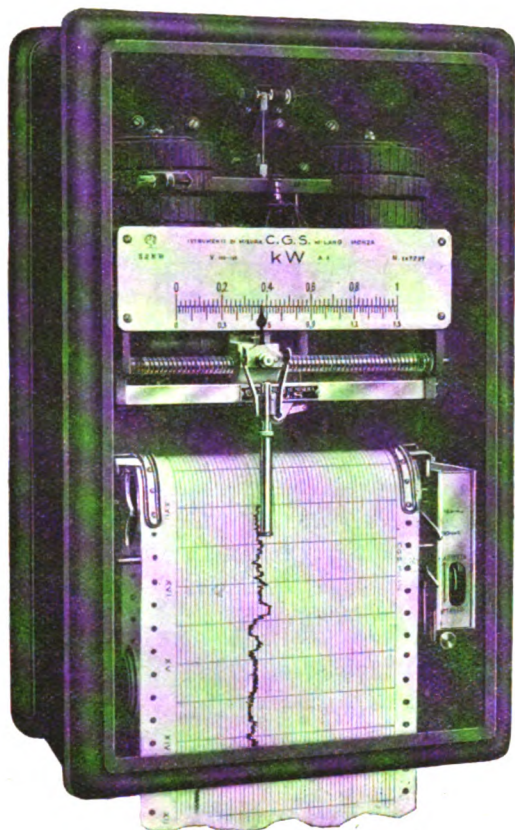


Fig. 1.

Nello studio di questo modello la C. G. S. si è proposta ed ha risolto il problema di poter offrire alla sua clientela un apparecchio che, pur essendo identico per caratteristiche tecniche e per quanto riguarda la precisione e l'ampiezza della scala (150 mm) al vecchio modello R 2 K R, abbia dimensioni e peso molto ridotti e sia scevro anche dai pochi inconvenienti che quest'ultimo presenta, tra cui principale il giuoco del carrello portante l'indice e la penna.

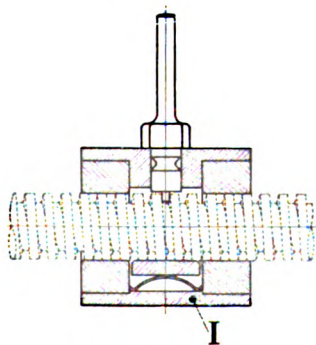


Fig. 2.

Questi risultati furono ottenuti mediante l'applicazione di un nuovo dispositivo di riduzione a zero (secondo brevetto C. G. S. - Usigli) che è rappresentato schematicamente nella fig. 3.

Come si vede, la parte costituente l'apparecchio di misura è un elettrodinamometro disposto a bilancia di Kelvin. Tale disposizione ha il vantaggio di fornire una forte coppia deviatrice con minimo auto-

consumo; l'equipaggio mobile A è impernato in B, mediante due punte d'acciaio disposte verticalmente, su due gioielli di forma opposta. i quali assicurano l'invariabilità dell'asse di rotazione dell'equi-

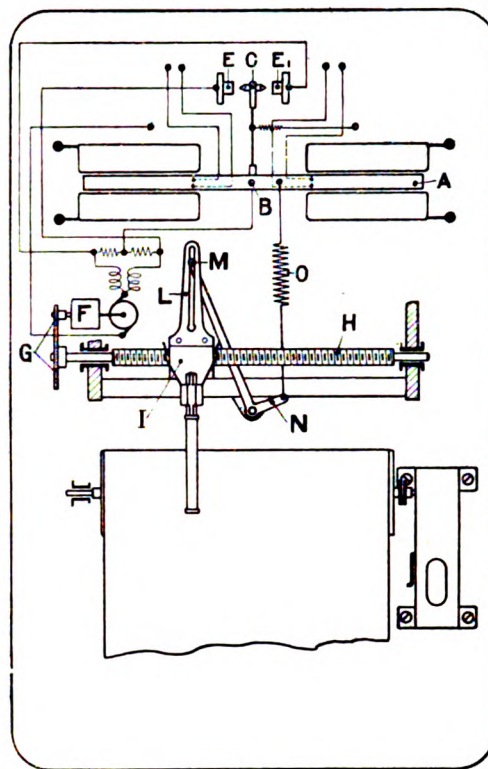


Fig. 3.

paggio stesso. Questa disposizione, del tutto simile a quella nota delle bilance di precisione, ha per scopo di evitare qualsiasi anche piccolo scarto dell'equipaggio mobile. Questo porta il contatto mobile C che,

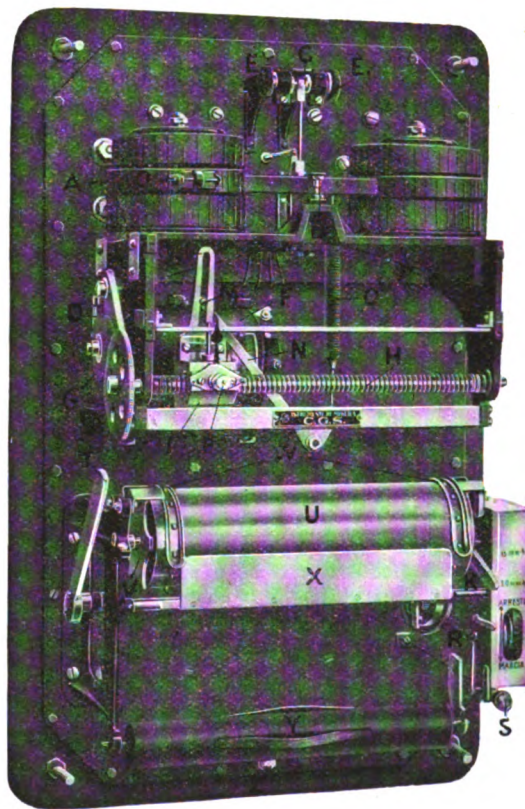


Fig. 4.

- |                                          |                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------|
| A equipaggio mobile                      | N leva a squadra                   |
| B asse rotazione equipaggio              | O molla antagonista                |
| C contatto mobile                        | P bottone per correzione zero      |
| D valvola del motorino                   | Q contrappeso per correzione zero  |
| E contatto fisso                         | R leva d'arresto dell'orologio     |
| E <sub>1</sub> motorino                  | S bottone di regolazione del tempo |
| F ingranaggi di trasmissione             | T leva di carica dell'orologio     |
| G vite                                   | U tamburo svolgicarta              |
| H chiocciola                             | V bottone blocca tamburo           |
| I leva cambio velocità svolgimento carta | W guida carta                      |
| L guida leva                             | X piastrina per distacco carta     |
| M corsoio a rullo                        | Y porta rotolo                     |
|                                          | Z vite d'appoggio regolabile.      |



secondo che l'equipaggio è sollecitato dalla coppia deviatrice a rotare in un senso o nell'altro, tocca uno dei contatti fissi  $E E_1$ , e perciò provoca la rotazione in un senso o nell'altro del motorino  $F$ , e, per mezzo degli ingranaggi  $G$ , della vite  $H$ . Il supporto dell'indice e della penna è costituito dalla chiocciola  $I$  (v. particolare in fig. 2), munita di speciale dispositivo a molla, per eliminare i giuochi. La chiocciola porta pure la guida  $L$ , che, per mezzo del perno  $M$ , fa ruotare la leva a squadra  $N$ , la quale, nella sua rotazione, fa variare lo sforzo esercitato dalla molla cilindrica  $O$  sull'equipaggio mobile  $A$ . Il complesso è studiato in modo che la variazione della coppia esercitata dalla molla antagonista sull'equipaggio sia esattamente proporzionale al corrispondente spostamento della chiocciola, e perciò dell'indice e della penna.

Appare evidente che con tale disposizione viene eliminato qualsiasi giuoco tra gli organi indicatori e registratore e quelli misuratori. La semplicità dell'apparecchio è tale che, pur essendo di dimensioni molto ridotte, ogni suo organo è facilmente accessibile e ricambiabile, indipendentemente dagli altri.

Il servomotore è a collettore e perciò può funzionare sia a corrente alternata che continua e, pure presentando un consumo molto ridotto, possiede una coppia molto energica, ciò che gli permette di eseguire senza pregiudizio tutti i comandi per i quali gli strumenti di questo tipo sono impiegati.

Un accorgimento speciale è stato adottato per evitare lo scintillio dei contatti  $E E_1$ , che d'altra parte sono disposti in modo da poter essere con la massima facilità ispezionati ed eventualmente ripuliti o ricambiati.

La fig. 4 rappresenta l'apparecchio privo dello sportello anteriore e della fascia, che possono essere asportati mediante la semplice manovra di quattro viti. In essa si può osservare come il nuovo dispositivo di riduzione a zero e la razionale disposizione dei vari organi che compongono l'apparecchio, hanno permesso di realizzare una costruzione semplice, robusta e perfettamente accessibile in ogni sua parte.

Diamo a titolo di confronto alcuni dati tecnici del wattmetro registratore modello R 2 K R e i corrispondenti del nuovo modello S 2 K R.

		Mod. R2KR	Mod. S2KR
Dimensioni	altezza . . . . .	cm. 636	500
	larghezza . . . . .	cm. 436	320
	profondità . . . . .	cm. 238	195
Area occupata sul quadro . . . . .		dm <sup>2</sup> 28,8	16
Volume . . . . .		dm <sup>3</sup> 66,2	31,3
Peso . . . . .		kg 46	18,5
Coppia del wattmetro a fondo scala . . . . .		gr. cm. 35	50
Potenza apparente	Avvolgimento volt . . . . .	VA 6	3
	assorbita " amp. . . . .	VA 16	5
Peso dell'equipaggio mobile . . . . .		gr. 210	250
Coppia del servomotore . . . . .		gr. cm. 40	80
Consumo del servomotore . . . . .		VA 50	30

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MOTORI ELETTRICI.

#### E. ROSEMBERG — Miglioramento del fattore di potenza e motori in corto circuito. (E. T. Z., 12 maggio 1927).

Per ottenere una sensibile correzione del basso fattore di potenza degli impianti industriali è bene agire sulla origine prima di esso, cioè cercare di sopprimere le correnti magnetizzanti elementari. Queste nascono, come è noto, nei motori che in condizioni normali lavorano a carico ridotto.

Può ottenersi un funzionamento costantemente con buon fattore di potenza, variando la tensione di alimentazione a seconda del carico, ad esempio, a mezzo di autotrasformatore, o, ciò che è più pratico, con collegamento dello statore a stella per carico ridotto, a triangolo per pieno carico.

A tale riguardo sono specialmente adatti i motori a corto circuito per i quali basta la semplice manovra di un commutatore a due vie, con i collegamenti disposti in modo che sia nella alimentazione a stella che in quella a triangolo rimangano inserite in circuito le valvole di sicurezza.

Un notevole vantaggio pratico nei riguardi del fattore di potenza degli impianti industriali può, quindi, realizzarsi, estendendo, quanto più è possibile, l'impiego del motore in corto circuito, che, per la sua fisionomia costruttiva, è inoltre adatto a funzionare senza inconvenienti in ambienti polverosi, come officine, impianti agricoli, e così via. I diagrammi delle figure 1, 2, 3, danno rendimento, fattore di potenza, assorbimento di corrente in funzione della coppia, la quale è praticamente proporzionale alla potenza fornita all'asse, per un motore in corto circuito della potenza di 6,75 kW.

Il fatto che tale motore, ad esempio, a vuoto assorbe una corrente eguale al 12 % di quella di pieno carico, se alimentato a stella, ed eguale invece al 38 %, se alimentato a triangolo, è vantaggioso particolarmente per l'azienda di distribuzione, cui è poco redditizia la vendita di energia per motori a vuoto, dacchè essi, in linea approssimativa, per ogni ampere di corrente wattata, e quindi registrato dagli ordinari contatori, ne assorbono otto di corrente swattata, che, secondo alcune tariffe, vanno forniti gratuitamente. Inoltre i fornitori vedranno di buon occhio se gli utenti, data la semplicità della manovra di attacco e distacco alla rete dei motori in corto circuito, distaccheranno quelli che non lavorano. D'altra parte, anche l'utente ha tutto l'interesse di collegare lo statore a stella per carichi ridotti: per il duplice vantaggio del migliore rendimento che ricava dai suoi motori, nonchè del minor numero di watt assorbiti da quei di essi, che per breve tempo e per disattenzione del personale, vengono lasciati andare a vuoto (nel caso del motore considerato, si hanno a vuoto 440 watt nel collegamento a triangolo, 200 watt in quello a stella). Praticamente la sorveglianza richiesta è minima, occorrendo unicamente segnare con una striscia rossa sull'amperometro di ogni motore il valore della corrente normale di una fase (58 % della corrente di pieno carico) oltre il quale è bene collegare a triangolo lo statore. Del resto, come risulta dalle curve, un motore, anche rimanendo collo statore collegato a stella, può temporaneamente sviluppare una potenza considerevole; e, se il suo rendimento con un carico maggiore del 50 % è peggiore che nel collegamento a triangolo, risulta però sensibilmente migliore che nel collegamento a triangolo con un carico oscillante tra il 10 e il 60 %.

den

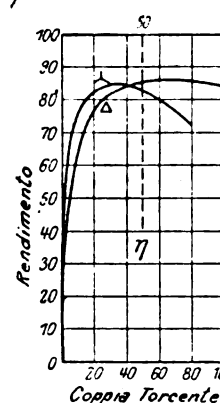


Fig. 1.

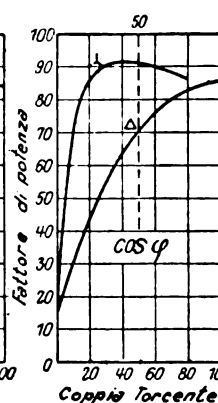


Fig. 2.

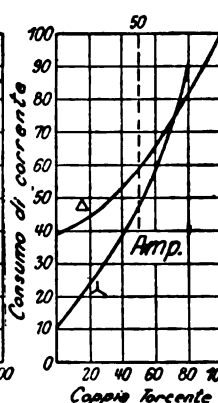


Fig. 3.

Rendimento, fattore di potenza e consumo di corrente di un motore in corto circuito.

Secondo l'A. è anzitutto da vincere lo scetticismo oggi diffuso sia tra utenti che fornitori di energia verso il motore in corto circuito ordinario, di cui viene esagerato il difetto di essere nocivo agli impianti per il colpo di corrente del suo avviamento. L'A. ritiene che non sia da fermare troppo l'attenzione sui tipi speciali di motori in corto circuito, quali i motori a doppia gabbia, inquantochè tali tipi speciali, se riescono ad avere relativamente una alta coppia di spunto con basso assorbimento di corrente, risultano, però, per piccole potenze, più costosi ed hanno un disperimento magnetico tra statore e rotore maggiore che nei motori in corto circuito ordinario. Bisogna invece orientare la gran massa degli utenti industriali verso il tipo praticissimo di motore in corto circuito, in cui la gabbia, anzichè risultare di elementi di rame saldati a stagno (ed essere quindi spesso causa di guasti), è di costruzione molto robusta e resistente perchè risulta di barre ed anelli frontali di rame tra loro saldati elettricamente. Motori di questo genere possono costruirsi sino a potenze ben superiori ai 20 kilowatt, che rappresentano oggi il limite massimo, per cui vengono costruiti motori del tipo in corto circuito. Con statore collegato a stella, accoppiati direttamente al carico, cioè senza interposizione di giunti ad innesto graduale di alcuna sorta, assorbendo una corrente eguale al doppio di quella di normale funzionamento, i suddetti motori danno all'albero una coppia metà della normale. Nel 95 % circa dei casi della pratica con una tale coppia essi riescono a raggiungere il normale numero di giri, dopo di che, se il carico lo richiede, può collegarsi lo statore a triangolo: in questa commutazione, la rete riceve un colpo di corrente che svanisce in non più di 0,01 secondi. Conferma sperimentale di quanto sopra sono le due fotografie (figure 4 e 5) dei diagrammi tempo-corrente rilevati rispettivamente nello spunto a 60 % del carico di un motore in corto circuito tetrapolare di 25 kW e nell'avviamento di un motore in corto circuito tetrapolare di 31 kW accoppiato con 2 dinamo per saldatura ad arco.

Riferendosi alle prescrizioni tedesche, le quali permettono agli utenti l'installazione negli impianti di motorini asincroni a reostato assorbenti all'avviamento una corrente non maggiore di 1,6 volte quella di normale funzionamento, e di motorini in corto circuito



tetrapolari assorbenti all'avviamento una corrente eguale a 2,4 volte quella normale, l'A. afferma, che, nelle condizioni ordinarie di spunto a mezzo carico, di accoppiamento rigido, di collegamento a stella dello statore nell'avviamento, nei riguardi del disturbo alla rete, equivalgono e possono essere sostituiti, ad esempio, due tipi

namiento normale. Propriamente, già in un impianto di 5 soli motori, essendo la corrente assorbita all'avviamento sotto carico di uno di essi all'incirca eguale alla corrente totale dell'impianto, ne viene che l'avviamento dell'ultimo, quando gli altri già lavorano a pieno carico, equivale ad un sovraccarico del 100 % dell'impianto per una

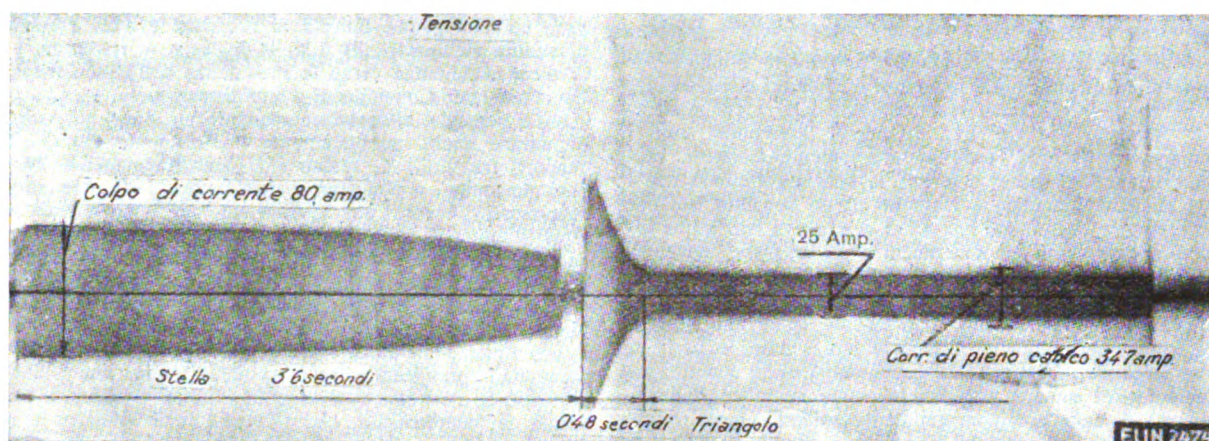


Fig. 4. — Diagramma della corrente all'atto della inserzione di un motore in corto circuito da 25 kW, a 60 % del carico.

in corto circuito da 8 e da 0 kilowatt a due tipi a reostato da 10 e 100 kilowatt rispettivamente.

I vantaggi che offrono i motori in corto circuito sono, come detto, molteplici e di varia natura e d'innanzi ad essi deve secondo l'A. logicamente passare in seconda linea l'inevitabile inconveniente del colpo di corrente all'avviamento.

durata non maggiore di due secondi, condizione questa, che può sopravvenire molto comunemente in funzionamento normale e per la quale sono proporzionati gli interruttori, le valvole, e così via. I due diagrammi della figura 6, che vanno letti da sinistra a destra e sono rilevati per una medesima officina, il primo quando questa è azionata da motori con reostato, il secondo invece quando essi sono

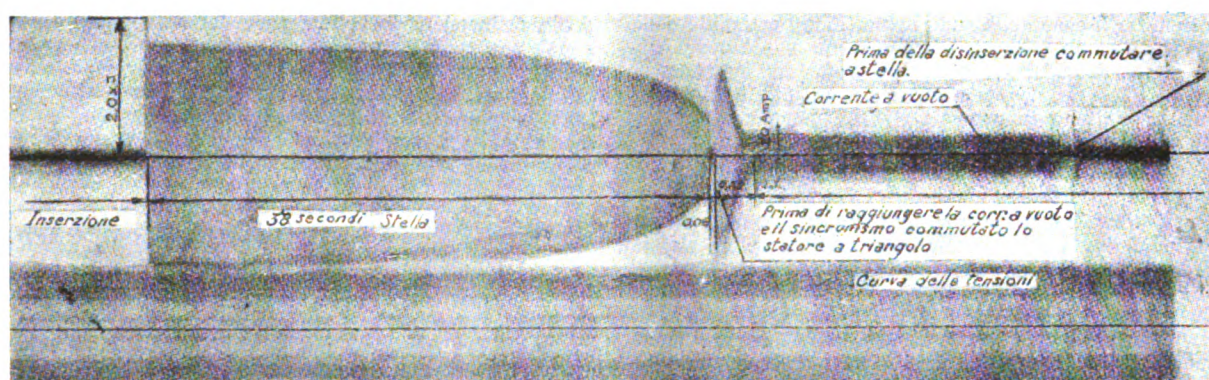


Fig. 5. — Diagramma della corrente all'atto della inserzione di un motore in corto circuito tetrapolare, da 31 kW.

Negli impianti industriali con gran numero di motori, siccome generalmente, il loro avviamento non è contemporaneo, ognuno di essi,

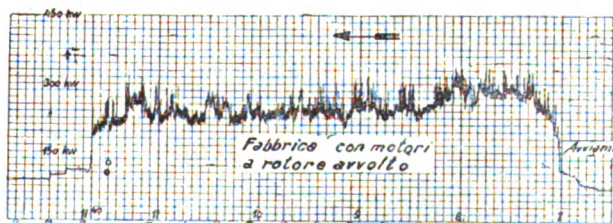
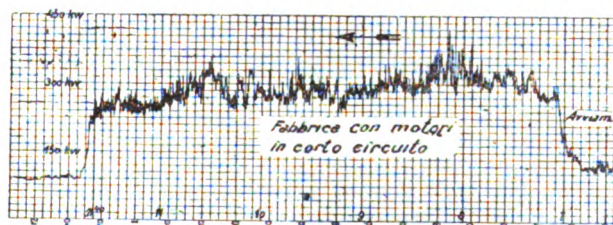


Fig. 6. — Diagrammi della potenza consumata da una officina durante un periodo di lavoro.

Superiormente: officina con motori muniti di reostato.  
Inferiormente: officina con motori in corto circuito.

impunemente per l'impianto, può, con statore collegato a triangolo, spuntare a pieno carico, e anche a sovraccarico; vale a dire assorbendo una corrente eguale a circa sei volte quella del suo funzio-

stati sostituiti con motori in corto circuito — al tempo del secondo l'officina era più carica di lavoro —, mostrano quanto le punte di carico durante il funzionamento normale cimentino l'impianto più dell'avviamento dei motori in corto circuito al mattino.

L'A. cita il caso della officina « Elin » in cui si procedette al riallestimento di 240 motori, dal tipo con reostato al tipo in corto circuito con possibilità di collegamento statorico a stella o a triangolo, ciò che implicò il ribobinaggio degli statori e la sostituzione dei motori; in tal modo si portò il fattore di potenza complessivo dell'impianto da 0,57 a 0,8 circa. Davanti a tali fatti, che garantiscono un buon sfruttamento delle macchine generatrici, non si comprende da parte dei fornitori di energia, perchè si debba osteggiare l'adozione in larga scala di motori in corto circuito, quando poi, con larghezza di vedute, si tollera il collegamento alle reti di elementi veramente perturbatori, quali le saldatrici monofasi, i forni ad induzione, i motori a reostato liquido, quando questo, incidentalmente, non ha la giusta concentrazione.

R. Ve.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.



## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

*Interruttori di speciale costruzione* particolarmente studiati per prevenire la possibilità di qualunque incidente e di danni al personale, sono descritti in un opuscolo edito recentemente dalla Casa costruttrice inglese A. Reyrolle and Co. Ltd. In questi interruttori, tutti i conduttori, comprese le sbarre, sono opportunamente isolati e racchiusi in involucri metallici messi a terra: lo spazio compreso fra il conduttore e la custodia metallica è riempito di un prodotto isolante solido. Ogni interruttore costituisce una unità costruttiva con unica incastellatura comprendente tutti gli apparecchi e gli accessori inerenti: riduttori di corrente e di tensione, teste di cavo per l'entrata e l'uscita dei cavi, ecc. Le diverse unità possono facilmente essere collegate in modo da costituire un completo quadro di comando; opportuno sistema di blocco previene la possibilità di false manovre. Tutte le parti in tensione sono completamente sottratte alla eventualità di un contatto col personale. L'edificio del quadro può essere molto semplice non essendovi più bisogno di celle e di compartimenti isolanti. Questi interruttori vengono costruiti per tensioni di esercizio fino a 50.000 V e per capacità di rottura fino a 1.500.000 kVA.

\*

Al tipo di *relais Buchholz per trasformatori*, ultimamente descritto nell'*Elettrotecnica*, l'A. E. G. ha apportato una notevole modifica che lo semplifica rendendolo nello stesso tempo più robusto. E' noto come la chiusura e l'apertura dei contatti all'interno del galleggiante sia nei *relais Buchholz* di tipo comune effettuata dal mercurio che si sposta seguendo il senso di rotazione del galleggiante stesso. Al mercurio l'A. E. G. ha sostituito una sfera che rotola su una piastrina elastica fissa ad una estremità. Il peso della sfera sposta l'altra estremità della piastrina chiudendo così un contatto, inserito come al solito sul circuito utilizzato per la segnalazione o per lo scatto dell'interruttore. Tale innovazione è già stata provata in pratica senza che il funzionamento del *relais* ne venisse minimamente turbato, mentre, come si è detto, ne risulta migliorata la costruzione.

### CONDUTTURE.

*Nelle linee di trasmissione ad alta tensione*, per evitare il più possibile la rottura di uno o più conduttori di una linea aerea, rottura che provoca torsioni pericolose per i pali di sostegno, si adotta spesso la sospensione dei conduttori su un unico piano orizzontale, disposizione che evita la causa più frequente di tali rotture e cioè l'avvicinamento o il contatto di due conduttori, come è ormai provato anche in pratica. Poiché però con tale disposizione le traverse risultano molto sporgenti e quindi in caso di rottura di un filo il palo può venir sottoposto ad un momento torcente elevato, nelle A. E. G. Mitt. dell'aprile 1927 vengono descritte delle traverse girevoli snodate, in cui l'asse di rotazione è inclinato rispetto all'asse del palo, dimodoché il braccio, cioè il punto di sospensione del filo, rotando, viene sollevato, evitandosi così anche bruschi strappi. Dal punto di vista elettrico colla sospensione su un unico piano orizzontale si ha il vantaggio di una minore induzione elettrostatica per influenze atmosferiche rispetto alla sospensione dei conduttori uno sopra l'altro.

Dal punto di vista economico è da notarsi che l'altezza dei pali risulta minore, e minori risultano le spese di acquisto, trasporto, montaggio e per le fondazioni. Per di più non è necessario mettere a terra i pali, perchè i fili cadendo non possono toccare parti metalliche. Attualmente è in progetto una linea aerea a 220 kW con pali di questo tipo.

### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Una grande esposizione internazionale sarà tenuta a Barcellona nel 1929. Essa comprenderà tre Sezioni: Arte in Spagna - Industrie - Sports. La Sezione industriale comprenderà le manifestazioni più notevoli dell'industria e della tecnica. Sono ammessi espositori esteri i quali godranno degli stessi diritti di quelli spagnoli. Gli interessati potranno chiedere informazioni e schede di adesione al « Comitato Esecutivo dell'Esposizione Internazionale di Barcellona » in Barcellona - Calle de Lerida, 2. Le schede dovranno pervenire al Comitato almeno cinque mesi prima dell'inaugurazione che avrà luogo il 1° aprile 1929.

\*

Il Consiglio Tecnico dell'Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione ha tenuto la prima riunione presso la Sede Centrale in Roma il 28 giugno u. s., sotto la presidenza dell'Ing. Vincenzo Grazioli, Presidente del Consiglio stesso.

Questi, portò il saluto ai colleghi e l'omaggio dell'ossequio reverente e devoto, a nome di tutto il Consiglio, alla Maestà del Re, al Capo del Governo, al Ministro per l'E. N., e fece due dichiarazioni, che ebbero il consenso unanime di tutti i Direttori di Sezione presenti, e che meritano di essere rilevate.

La prima, che riflette i rapporti del Consiglio Tecnico colla Presidenza e cogli organi dell'Associazione, dice testualmente: « Il Consiglio Tecnico non solo è fermamente risoluto di procedere sempre e in tutto nella più completa e perfetta armonia di intendimenti e di opere colla Presidenza dell'Associazione Nazionale e cogli Organi amministrativi dell'Associazione stessa, ma — pur conscio del mandato affidatogli dalla Legge e dai Regolamenti, mandato che intende assolvere colla maggiore tenacia di propositi e colla serenità e larghezza di vedute richiesta dalla difficile materia — riconosce i propri doveri di piena sudditanza verso la Presidenza dell'Associazione, il Comitato Esecutivo e il Consiglio di Amministrazione ».

La seconda, rifacendosi a quanto già ebbe più volte occasione di dichiarare anche pubblicamente il Presidente del C. T., riguarda i rapporti fra il C. T. stesso e i Consortisti dell'A. N. C. C., ed è così concepita: « Noi tecnici dell'A. N. C. C. non abbiamo che una ambizione: essere pei Consortisti dell'Associazione Nazionale gli amici migliori, i consulenti più apprezzati, più ricercati, più disinteressati; la consulenza degli Ispettori nostri e soprattutto dei Direttori di Sezione, desiderata sempre e già fin qui, nelle nostre antiche Associazioni Caldaie, molto richiesta ed assai considerata da parte degli Utenti, avvalorata ancora dagli studi che formano altro degli scopi del nuovo Ente, contribuirà a unire in un simpatico vincolo sorveglianti e sorvegliati, provocando fra entrambi i gruppi una collaborazione, che non può se non sboccare in quei risultati tangibili e concreti di economia dei combustibili, che giustamente il Ministro si aspetta, e che devono pesare in misura notevole sulla bilancia commerciale ».

Questi nobili propositi del Presidente del C. T., sottolineati dalla approvazione più larga e più incondizionata dei componenti l'importantissimo Organo tecnico del nuovo Ente Nazionale, danno il più sicuro affidamento della bontà delle direttive dell'Ente medesimo e sono auspicio dei risultati migliori.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Per le prove degli alternatori a pieno carico in officina la Oerlikon fa uso di speciali reattanze appositamente costruite che permettono di sottoporre a pieno carico induttivo ( $\cos \phi = 0$ ) alternatori di grande potenza; in tal modo pel comando degli alternatori basta una potenza eguale alle perdite a pieno carico più le perdite nelle reattanze. Queste secondo è detto nel Bull. Oerlikon del marzo 1927, sono costituite da avvolgimenti di conduttore cordato, cilindrici e contenuti fra due cilindri isolanti e raffreddati con circolazione forzata d'aria. Con tale metodo si può agevolmente eseguire uno studio esatto dei riscaldamenti a pieno carico, e si può arrivare ad una determinazione più esatta del rendimento effettivo.

### MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Un nuovo tipo di turbina idraulica ad azione è stato sperimentato a Vienna ed è ampiamente descritto nel fascicolo del 1° marzo 1927 delle *Wasserk. und Wasserwirtschaft*. La turbina è specialmente adatta per forti portate e piccole cadute. La girante assomiglia ad una ruota Girard ma è disposta ad asse orizzontale; mancano le palette del distributore e l'acqua è semplicemente immessa in una camera a spirale dove assume un moto rotatorio mediante il quale aziona la girante costruita secondo profili speciali. La turbina usata per le esperienze aveva una potenza di 1,55 kW e funzionava con una caduta di m 2,50 e una portata di 80 litri al secondo, compiendo 180 giri al minuto. Si riconobbe un rendimento complessivo del 79,5 per cento che si ritiene aumentabile modificando il profilo delle pale della ruota; la curva dei rendimenti ha un buon andamento depresso. La turbina riesce economica mancando il distributore, che è ordinariamente soggetto a forte usura. Il nuovo tipo pare possa in certi casi sostituire vantaggiosamente le ruote Francis.

\*

Su una turbina idraulica utilizzando la libera corrente di un fiume sono state recentemente eseguite delle prove sul Danubio e i risultati sono riportati nel fascicolo 15 febbraio 1927 della *Wasserk. und Wasserwirtschaft*. La turbina progettata dall'Ing. Suess è del tipo ad elica munita di una camera conica in lamiera. Il modello sperimentato aveva una girante a quattro pale, e i diametri delle due basi aperte della camera tronco-conica erano di 1500 e 1980 mm. Le prove furono eseguite con un freno Prony; la velocità della corrente era di circa 1,50 m/s. Si ottenne un rendimento massimo del 74 % con una potenza massima di 2,90 kW, alla velocità di 45,5 giri. E' prevista la costruzione di tipi che con velocità di acqua di 4 m/s potranno sviluppare circa 300 kW.

### TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALEZIONI.

Un nuovo cavo telegrafico sottomarino Germania-America è stato inaugurato il 14 marzo scorso. Per ora è stato posato il tratto Emden-Azzorre, lungo 3500 chilometri. Il cavo permette un traffico intensissimo, di 1500 lettere al minuto; è stato applicato ad esso l'avvolgimento Thomson che mentre assicura forte induttività riduce notevolmente la permeabilità magnetica. La trasmissione dei telegrammi si fa per mezzo di cinque apparecchi che possono essere usati indipendentemente oppure anche collegati fra loro con un braccio rotativo di comando: in tal modo si possono trasmettere cinque dispacci per volta.

## :: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

### Movimento delle Società Elettriche.

#### COSTITUZIONI E SCIOGLIMENTI DI SOCIETÀ.

*Società Costruzione Apparecchi Elettrodomestici* — Milano.  
Si è costituita con capit. di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100.

#### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Società Adriatica di Elettricità* — Venezia.  
E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da 200.000.000 a L. 250.000.000 emettendo nuove azioni offerte in opzione agli azionisti.

*Soc. An. Elettrica Tifermate* — Città di Castello.  
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 600.000 a L. 900.000 mediante emissione di 600 azioni da L. 500.

*Soc. An. Veneta Accumulatori Elettrici* — Venezia.  
Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 150.000 a L. 500.000 diviso in 530 azioni da L. 1000.

*Tramvia Elettrica Carrara Marina ed Estensioni*. — Carrara.  
Aumenta il capitale sociale da L. 50.000 a L. 100.000.

*Soc. An. Impianti Elettrici Riuniti - S.A.I.E.R.* — Milano.  
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 12.000.000 emettendo 200.000 azioni da L. 10 e 80.000 azioni da Lire 100.

*Soc. Elettrica del Santerno* — Venezia.  
E' stato deliberato di procedere alla riduzione del capitale sociale da L. 900.000 a L. 630.000 svalutando le azioni da L. 100 a L. 70.

\* \*

Il fatto saliente della politica europea nello scorso mese, è stato certamente costituito dall'intervento attivo dell'Agente Generale delle Riparazioni presso il Governo tedesco, a proposito della politica di spese che esso ha intrapreso da qualche tempo.

La questione della possibilità della applicazione del piano Dawes anche per i prossimi anni preoccupa grandemente tutta l'Europa e suscita discussioni sempre più vivaci e previsioni sempre più nere. Si osserva infatti come il Governo tedesco abbia fatto fino ad ora una politica finanziaria non sana, basandosi eccessivamente sui prestiti.

L'Agente delle Riparazioni ha creduto appunto di intervenire ammonendo il Governo di Berlino che la politica di continuo aumento di spese metteva in pericolo l'equilibrio finanziario della Germania e diminuiva perciò le sue possibilità di pagamento per l'avvenire.

Il fatto ha suscitato grande emozione in tutta la Germania e si è parlato anche di crisi di Gabinetto. La cosa non ebbe poi ulteriore seguito, ma ha giovato a richiamare nuovamente l'attenzione generale sul problema gravissimo dal quale dipende in gran parte l'attuale assetto economico europeo.

La vertenza franco-americana per le tariffe doganali che si era inasprita fin al punto di far temere una vera rottura, ha preso invece un andamento più calmo che lascia sperare in una prossima soluzione. Intanto venne stabilito un regime provvisorio che permetterà di continuare le trattative; in seguito a ciò il Governo americano ha fatto sapere che non ostacolerà la conversione del prestito di 100 milioni di dollari all'8 % che era stato concesso nel 1920 al Governo di Parigi.

Qualche interesse ha suscitato anche l'atteggiamento della Spagna la quale, in seguito ad alcune dichiarazioni del generale De Rivera, sembra orientarsi verso l'idea della cessione dei suoi possedimenti africani del Marocco. Anche la questione di Tangeri è sempre accesa e discussa.

All'Austria è stato concesso, dal Comitato degli Stati garanti del prestito austriaco, un nuovo prestito di 725 milioni di scellini austriaci da investire in scopi produttivi.

Nell'Ungheria va intensificandosi il movimento verso la revisione del Trattato del Trianon. Si asserisce che il Governo di Buda Pest alimenti il movimento ed abbia intenzione di presentare in proposito un memoriale alla riunione di dicembre della Società delle Nazioni.

La situazione interna in Rumenia è stata nuovamente turbata dall'iniziativa del principe Carol per un suo ritorno al trono. La irriducibile opposizione dei partiti si è ridestata e gravi avvenimenti sembra vadano preparandosi.

La Penisola balcanica è sempre il focolare di perturbazioni e di subbugli. L'animosità fra l' Jugoslavia e l'Albania è stata rinfocolata dall'assassinio del Ministro albanese a Belgrado. Le solite incursioni di comitaggi hanno d'altra parte creato nuovamente una pericolosa tensione fra l' Jugoslavia e la Bulgaria.

\*

Le relazioni dell'Italia coll'estero sono state nello scorso mese abbastanza attive, pur non presentando avvenimenti di eccezionale importanza.

Una manifestazione che ha raccolto larga simpatia e la cui portata va oltre a quella di un semplice atto di cortesia internazionale, fu la

celebrazione italo-argentina della memoria del generale Belgrano, l'eroe nazionale argentino di famiglia genovese. La ricorrenza è stata occasione di una serie di manifestazioni di fraternità fra i due Paesi latini fra i quali i rapporti di tradizionale amicizia si sono andati sempre più stringendo in questi ultimi anni. Il ridesto senso di latinità nelle repubbliche dell'Argentina meridionale di fronte al minaccioso avanzare della preponderanza degli Stati Uniti è uno degli aspetti interessanti dell'attuale quadro politico mondiale ed è probabile che diventi nel prossimo avvenire un fattore di primo ordine. L'Italia opportunamente vigila su tale movimento che può presentare molte possibilità favorevoli e non può in ogni modo non interessare un Paese come il nostro che ha dato a quelle popolazioni il suo sangue migliore in così grande proporzione. Ancora attualmente nei riguardi della nostra emigrazione, l'Argentina si presenta come un Paese di grandi speranze e di inesaurite risorse. Se le trattative che da tempo intercorrono in via più o meno ufficiosa potranno avere, come si spera, esito felice, si aprirà al lavoro italiano un nuovo grande campo di attività.

Abbiamo più volte segnalato l'azione di pacifica ed oculata penetrazione che l'Italia va svolgendo nella penisola Balcanica. L'Italia è riuscita negli anni dopo la guerra, ad acquistarsi larghe simpatie in parecchi Paesi balcanici in seguito alla sua politica onesta e leale, tendente ad assicurare la conservazione della pace e lo sviluppo di ogni sana energia. Fra le Nazioni balcaniche che si sono maggiormente avvicinate all'Italia con uno slancio che sembra non scriver di sincerità e con una simpatia che trova rispondenza in larghi strati della popolazione, è indubbiamente la Bulgaria.

L'opera delle nostre truppe del corpo di occupazione che hanno portato l'esempio delle innate ed inestinguibili virtù della razza, ha deposto nei primi anni dell'immediato dopo guerra un seme di simpatia che l'opera costante dell'Italia nei successivi anni ha fatto largamente fruttificare. Si sono così intrecciati rapporti molteplici finanziari, commerciali e culturali in promettente sviluppo.

Non è quindi a meravigliarsi se la visita di Re Boris a Roma, sia pure in forma privata ha suscitato largo interesse ed è stata accolta con larga cordialità. Il giovane sovrano ha avuto anche ripetuti colloqui coll'On. Mussolini e non è certamente ardito supporre che in essi siano stati esaminati i problemi di reciproco interesse fra i due Paesi.

Un'altra visita di carattere politico che si è verificata a Roma fu quella del Lord Mayor di Londra, il quale fu ospite del Governatore della città. L'accoglienza festosissima che la capitale ha preparato all'augusto ospite ha dato luogo a simpatiche manifestazioni di cordialità anglo-italiana ed ha suscitato un abbondante eco di commenti nei giornali inglesi che rivelavano la soddisfazione per questo atto di amicizia che si rinsalda alla tradizionale simpatia fra i due Paesi. Il Lord Mayor ha avuto parole di ammirazione per il nostro Paese. Indubbiamente visite di personalità come questa costituiscono il miglior mezzo di risposta alla incessante campagna di menzogne e di calunnie che certa stampa conduce all'estero contro l'Italia.

Un esempio di questo è stato dato anche recentemente dalla stampa jugoslava la quale ha colto l'occasione dell'attentato commesso contro il Ministro Albanese per intensificare la violenta campagna contro l'Italia che essa aveva già iniziato dopo la controversia bulgaro-jugoslava.

La intemperanza della stampa di Belgrado è giunta al punto di indurre il nostro Ministro, generale Bodrero, a intervenire ufficialmente presso il Governo jugoslavo. E' bensì vero che le sfere ufficiali di Belgrado hanno dato ogni assicurazione di intervenire con una azione moderatrice sulla stampa periodica del loro Paese, ma è certo che episodi di questo genere non valgono che ad acuire la tensione degli spiriti già esistente, e non certo per colpa dell'Italia, fra le due Nazioni.

Si comprende come in questa atmosfera eccitata poco sia da ripromettersi circa l'efficacia dell'esito delle conversazioni ufficiali che, secondo quanto si dice, dovrebbero intrecciarsi nel prossimo mese per risolvere tutte le questioni ancora pendenti fra i due Paesi. Se Belgrado non avesse tanto procrastinato ad accettare le proposte e le offerte di amicizia avanzate negli scorsi anni dall'Italia, si può ritenere che il penoso stato d'animo attuale non si sarebbe potuto creare; e ciò a tutto svantaggio dell'interesse reciproco dei due popoli e della tranquillità d'Europa.

Fra le questioni che interessano insieme l'Italia e la Jugoslavia vi è anche quella del traffico del porto di Trieste. Come è noto alla fine di questo anno spirerà l'accordo provvisorio che era stato stipulato fra l'Italia e la Germania per mitigare la lotta di tariffe fra il porto di Trieste e quello di Amburgo. Pare che la Amministrazione ferroviaria germanica non abbia dato prova di vedere con gradimento un piano di assetamento definitivo in proposito. Perciò alla fine del mese si raduneranno a Vienna i rappresentanti dei Paesi interessati cioè dell'Italia, dell' Jugoslavia, dell'Austria, della Ceco Slovacchia per esaminare la situazione e studiare il modo migliore di comportarsi dinanzi a tale atteggiamento tedesco. La cosa è di notevolissima importanza nei riguardi dell'attività del porto di Trieste dal quale dipende il movimento commerciale e industriale non soltanto dell'intera città, ma anche di una larga zona del retroterra.

Un'affermazione italiana che ha suscitato molti commenti nei circoli politici è stata quella dell'invio di una squadra navale a Tangeri al comando del Principe di Udine, in occasione del quinto anniversario della marcia su Roma. L'Italia, come è noto, che non ha firmato il trattato del dicembre 1923 e che conta a Tangeri una fio-



rente colonia, non ha mai acconsentito a diminuire il suo vivo interessamento per la sorte della città. Coll'invio della squadra navale la riconferma dell'attenzione dell'Italia per la questione, che essa considera sempre aperta, si ripete solenne e palese. Senza esagerare in nulla la portata dell'atto, l'affermazione è stata ben rilevata all'estero dove la persuasione che l'esclusione dell'Italia sia stato un errore, va sempre più diffondendosi.

Dall'Africa giungono notizie di nuovi successi militari e politici della nostra autorità. Mentre in Cirenaica le nostre truppe infliggono scacchi sempre più gravi alle formazioni ribelli ed hanno iniziato la occupazione anche della regioni Sirica, nella colonia dell'Oceano indiano si è verificata la sottomissione incondizionata del Sultano dei Migiurtini. Con tale atto che segue la sottomissione anche del Sultano di Obbia, la nostra sovranità su tutto il territorio a nord est della Somalia diviene perfetta anche dal lato politico come già lo era da circa un anno militarmente.

\*

Il movimento di alleggerimento della bilancia commerciale che abbiamo sempre seguito attentamente nelle nostre Note, continua a svilupparsi mantenendo lo stesso andamento caratteristico di contrazione contemporanea delle esportazioni e, in misura assai più ragguardevole, delle importazioni.

Infatti alle fine del mese di agosto risultava che nei primi otto mesi dell'anno si aveva avuto una diminuzione di 3771 milioni di lire nelle importazioni in confronto ai primi otto mesi del 1926, e una diminuzione di 1286 milioni nelle esportazioni nello stesso periodo. Si verificava cioè a quella data una contrazione globale del 20,6 % nel movimento di importazione, e una contrazione minore, dell'11,2 %, nel movimento di esportazione; il deficit commerciale nei primi otto mesi veniva così ridotto da 6.818 milioni nel 1926 a 4332 milioni nel 1927, con un miglioramento di 2486 milioni di lire.

Durante il mese di settembre il movimento si è accentuato.

Si è verificato durante il mese un fenomeno già avvenuto una volta nello scorso anno ma che prima di allora da moltissimo tempo non si verificava: intendiamo alludere ad una eccedenza delle esportazioni sulle importazioni. La bilancia commerciale del settembre si è cioè chiusa in attivo.

Infatti in tale mese si sono avuti 1168 milioni di lire di esportazioni contro 1139 milioni di lire di merci importate con un saldo a nostro favore di 28 milioni. Si noti che nello scorso anno il settembre si era invece chiuso con uno squilibrio di quasi 58 milioni nella bilancia degli scambi.

Estendendo le considerazioni ai primi nove mesi dell'anno in corso complessivamente si osserva che dal gennaio a tutto settembre si introdussero in Italia merci per un valore di 15.680 milioni di lire circa, mentre se ne erano importate per 20.006 nello stesso periodo del 1926. Sempre nei primi nove mesi di quest'anno si esportarono 11.377 milioni di lire di merci, contro 13.190 esportate nei mesi corrispondenti dello scorso anno. Perciò in tale periodo le importazioni sono diminuite di 4.386 milioni circa, ossia del 21,9 % del valore dell'anno precedente; le esportazioni si sono contratte per un valore complessivo di 1813 milioni di lire, pari al 13,8 %. Ne segue che lo sbilancio commerciale, che era di 6876 milioni alla fine del settembre del 1927, è sceso a 4303 milioni di lire alla fine del settembre 1927, alleggerendosi la bilancia degli scambi commerciali di 2572 milioni.

La inevitabile contrazione delle esportazioni (valutate in lire carta) in questo periodo di assestamento della valuta è dunque ancora in sviluppo, ma è contenuta ancora in limiti non gravi. Inoltre essa è più che bilanciata dalla progressiva contrazione delle spese di importazione.

Fra le considerazioni particolari che si potrebbero fare intorno al nostro movimento commerciale coll'estero, riteniamo interessante segnalare i dati relativi agli scambi colla Russia. La minacciata rottura di rapporti commerciali che Mosca aveva prospettato dopo la ratifica italiana del patto riguardante l'annessione della Bessarabia alla Romania, non ha avuto pratica applicazione confermando le facili previsioni che avevamo avanzato in quell'occasione.

Infatti secondo i dati di cui si dispone in questo momento, e che si riferiscono ai primi sette mesi dell'anno in corso, si nota un incremento non trascurabile nella corrente dei traffici italo-russi. Così abbiamo importato quest'anno 15.000 quintali di rottami di ferro e acciaio, mentre non ne avevamo importato affatto nello scorso anno. La importazione del grano dalla Russia è aumentata del 165 % passando da 50.000 tonnellate nei primi sette mesi del 1926, a 132.000 tonnellate nel 1927; analogamente è aumentata del 114 % l'importazione del carbon fossile, passata da 21.000 a 45.000 tonnellate. Invariata è rimasta l'importazione dei combustibili liquidi sulla cifra di circa un milione di quintali.

Queste cifre mentre segnalano incrementi non trascurabili, fanno vedere quanto campo di possibili ulteriori sviluppi sia ancora aperto per il commercio italo-russo.

Anche il movimento dei porti e quello delle ferrovie confermano che la intensità del traffico commerciale italiano è ancora molto attiva. Nel mese di agosto approdarono ai nostri porti 16.478 navi sbarcando 1.850.127 tonnellate di merci, mentre nell'agosto 1926 si avevano avute 16.896 navi con uno sbarco di 1.641.821 tonnellate di merci. Nell'agosto di quest'anno partirono dai porti italiani 16.619 navi dopo aver imbarcato 635.987 tonnellate di merci, mentre l'anno scorso erano partite 16.529 navi imbarcando 604.45 tonnellate di merci. La parte-

cipazione della bandiera italiana a questo movimento di navi è sempre enormemente preponderante.

Anche il traffico ferroviario è stato molto intenso durante il mese di agosto; si caricarono 5.531.210 tonnellate di merci occupando 562.782 carri, mentre nell'agosto 1927 si erano trasportate 5.662.927 tonnellate di merci con 570.455 carri; si è verificata quindi una contrazione nel traffico totale limitata però al 2,33 % del tonnellaggio delle merci. Si noti che il movimento ferroviario in servizio dei porti è stato in forte aumento su quello dell'agosto 1926, per oltre il 20 %, arrivando a 1.176.703 tonnellate di merci spedite dai porti; ciò specialmente in causa dei forti arrivi di carbone. Per quanto riguarda il movimento coll'estero, si è verificato, rispetto all'agosto 1926, una diminuzione sensibile nelle importazioni e un incremento nelle esportazioni; le prime passarono da 671.377 tonnellate a 509.137, e le seconde da 234.437 tonnellate salirono a 238.778 tonnellate. Estendendo l'esame a tutti i primi otto mesi dell'anno in corso, si verifica un incremento notevole (circa 12 %) sul movimento complessivo per l'interno, ed un aumento meno sensibile (circa 2 %) in quello diretto all'estero.

\*

Le situazioni mensili del conto del Tesoro, che si continuano a pubblicare secondo la lodevolissima iniziativa presa a suo tempo dal Ministro De Stefani, segnalano naturalmente le conseguenze dell'attuale momento delicato della situazione finanziaria e commerciale del Paese. Tuttavia esse continuano a segnalare avanzi attivi e ciò è già un risultato molto confortante quando si tengano presenti le condizioni difficili nella quale il Tesoro viene a trovarsi in seguito alla inevitabile restrizione delle entrate conseguente alla rivalutazione della lira, e ai provvedimenti successivamente presi per facilitazioni e sgravi fiscali a favore dell'industria e dell'agricoltura.

Al 31 agosto, ossia alla fine del secondo mese del nuovo esercizio, il conto del Tesoro registrava un avanzo complessivo di 15 milioni di lire. Poiché alla fine luglio si avevano avuti 25 milioni di avanzo, ciò vuol dire che durante l'agosto si è verificato un deficit di circa 10 milioni. Non bisogna però dimenticare che anche nell'agosto 1926 si aveva avuto un deficit di oltre 31 milioni, il che non ha impedito al bilancio dell'esercizio 1926-1927 di chiudersi con 400 milioni di avanzo. Bisogna anche tenere presente che alla fine agosto 1924 si aveva un disavanzo risultante di 140 milioni, e che esso era di 354 milioni alla fine agosto 1923. Non deve quindi creare soverchia preoccupazione l'andamento del mese di agosto di quest'anno, che, in fondo, presenta sempre un miglioramento di circa 21 milioni rispetto all'andamento dell'agosto dell'anno precedente.

Durante il mese di settembre, si è pure verificato un leggero disavanzo; minore però di quello verificatosi nell'agosto essendo limitato a soli 8 milioni. Alla fine di settembre la situazione risultante del Conto del Tesoro presentava ancora un avanzo di 7 milioni, come differenza fra un complesso di entrate di 4639 milioni di lire e impegni di spese per 4632 milioni. Nel 1926, il settembre aveva presentato un avanzo di 5 milioni; nel settembre di quest'anno si è quindi avuto un peggioramento relativo di circa 11 milioni, non certo sproporzionato alle gravi difficoltà del momento e non tale da creare preoccupazioni per la solidità del bilancio statale.

Il fondo generale di cassa, che ammontava a 1153 milioni alla fine di luglio, è ulteriormente salito fino a 2258 milioni alla fine di agosto.

La circolazione bancaria complessiva, per conto dello Stato e del commercio, è passata da 19.015 milioni quale era alla fine di luglio, a 18.898 milioni alla fine di agosto presentando una diminuzione di 17 milioni durante il mese. Un aumento di 178 milioni si è invece verificato nella circolazione durante il mese di settembre; l'ammontare complessivo alla fine di tale mese, saliva perciò a 19.076 milioni.

Considerando complessivamente i primi tre mesi dell'esercizio ora in corso si rileva una diminuzione di 238 milioni nella circolazione di Stato, che è passata da 1291 milioni a 1053 milioni e un aumento di 349 milioni di lire nella circolazione bancaria che da 17.674 milioni è salita a 18.023 milioni di lire.

Riguardo alla cifra toccata dalla circolazione totale alla fine di settembre si può notare che essa è diminuita di 1156 milioni rispetto alla stessa data dell'anno precedente e di 2924 milioni rispetto al massimo toccato al 31 dicembre 1920. Siamo ormai poco lontani dal minimo di 18.790 milioni toccato al 31 maggio 1923.

In progressivo aumento sono le riserve auree od equiparate che al 31 agosto raggiungevano 2905 milioni, dei quali 1172 di oro.

Durante l'anno in corso si è avuta complessivamente una diminuzione di 684 milioni nella circolazione totale, mentre contemporaneamente salivano le riserve auree da 2514 milioni a 2905 milioni. Particolarmente è stata in diminuzione la circolazione per conto dello Stato, la quale, anche nel mese di settembre non è punto aumentata.

Si può quindi asserire che la politica monetaria iniziata dal Governo si va realizzando con costanza e con progressivo sviluppo, pur senza dimenticare le necessità contingenti del commercio che richiedono naturalmente una certa elasticità nel piano di realizzazione della deflazione. Questa elasticità è appunto segnalata nelle statistiche dalle piccole irregolarità nel diagramma della contrazione della circolazione, irregolarità che non alterano l'andamento generale del fenomeno.

\*

Fra le conseguenze di questa politica monetaria, è stata recentemente messa in evidenza da un comunicato della Associazione delle

Casse di Risparmio, quella della ripresa del risparmio da parte del pubblico italiano. Il comunicato, per più punti interessante, osserva che negli anni del dopo guerra si era verificato un rilassamento sensibilissimo nella formazione del risparmio, e ne segnala giustamente la causa nella stessa inflazione che sminuendo la consistenza dei risparmi accumulati, sconsigliava dall'accumularne di nuovi.

D'altra parte il comunicato osserva che la rarefazione del risparmio quale può essere valutata attraverso gli impieghi negli Istituti di Credito o sul mercato finanziario non tiene conto di tutte le forme di risparmio, come ad esempio, di quella parte di esso che va impiegata in trasformazione di impianti o in costruzioni edilizie e simili. Queste ultime specialmente hanno avuto, nei tempi a noi più prossimi, uno sviluppo veramente notevole e ad esse si deve in parte la diminuzione dei depositi presso gli Istituti di Credito.

Pare ora, sempre secondo il comunicato in parola, che la formazione del risparmio abbia ripreso attivamente e di esso anche gli Istituti di Credito si risentono in misura notevole con un incremento nell'ammontare dei depositi.

Vero è che in parte almeno, tale incremento deve anche certamente attribuirsi al rallentamento verificatosi nel ritmo generale degli affari e delle intraprese in questo periodo di transizione nel quale l'economia generale del Paese si trova mentre si sta ristabilendo un nuovo piano di equilibrio corrispondente all'accresciuto valore della lira.

Ad ogni modo l'afflusso di nuovo risparmio nelle casse degli Istituti di Credito è senza dubbio molto utile in questo momento di raccoglimento e di perplessità, poichè quando tale periodo transitorio sarà superato e l'iniziativa degli uomini di affari nella ripristinata sicurezza di visione nel prossimo avvenire potrà riprendere la sua piena attività, la accresciuta disponibilità di denaro presso le Banche sarà uno dei maggiori coefficienti di successo, per la ripresa dello sviluppo economico nazionale.

Il Governo prosegue intanto l'opera di assestamento generale dell'economia del Paese sulla base di quota novanta.

Il Ministro delle Finanze ha nuovamente insistito presso tutti i Ministri perchè venga applicato il Decreto sulla revisione dei prezzi per le opere affidate non solo agli appaltatori del Ministero del LL. PP., ma anche di tutte le altre Amministrazioni, anche di quelle con ordinamento autonomo. La difesa del denaro dello Stato è uno dei maggiori doveri di tutti i responsabili, in questo momento.

Un importante Decreto è stato pubblicato intorno all'esecuzione di opere pubbliche straordinarie. Viene con esso autorizzata una spesa di un miliardo di lire per il completamento e la liquidazione delle opere straordinarie in corso, eseguite in gestione diretta dallo Stato e dagli Enti locali; e per la manutenzione delle opere esistenti e gli oneri di carattere generale. Gli stanziamenti occorrenti successivamente per eventuali nuove opere di carattere eccezionalmente urgente che eventualmente si presentassero, saranno autorizzati di volta in volta.

Collo stesso Decreto viene stabilito, per l'esercizio 1927-28, in lire 60 miliardi il limite massimo per connessione di contributi e sovvenzioni speciali previsti da leggi speciali per l'esecuzione di particolari opere. Di tale somma di 60 milioni, ne sono riservati 27,5 per la concessione di sovvenzioni ad impianti idroelettrici.

Per quanto riguarda la riduzione dei costi di produzione sono state definite, in una riunione dei Comitati Intersindacali centrali, le norme per le riduzioni dei salari nell'industria e nell'agricoltura le quali non potranno in nessun caso superare il 20 per cento.

A proposito delle direttive economiche generali del Governo, vanno ricordate le dichiarazioni del Ministro Volpi, il quale ha tenuto a confermare che non vi è nulla di cambiato nella deliberazione nota da tempo circa il divieto di nuovi prestiti all'estero.

Un provvedimento di carattere sociale ma di larga portata economica è quello deliberato per l'assicurazione obbligatoria contro la tubercolosi. Il provvedimento tende a realizzare l'assistenza di circa 20 milioni di individui entro dieci anni prevedendo la istituzione di 18.000 letti di sanatorio. La spesa prevista si aggira sul mezzo miliardo di lire per l'impianto; su circa 300 milioni di spese ogni anno. L'onore non graverà però sul Governo ma sui datori di lavoro e sui lavoratori mediante un aumento della quota di assicurazione obbligatoria contro la invalidità e la vecchiaia; si calcola che gli assicurati ammonteranno a circa sette milioni e mezzo.

\*

L'andamento del mercato borsistico sembra veramente che sia in modo deciso orientato al rialzo. Il movimento delineatosi nel mese precedente ha continuato anche in ottobre. Esso trova la sua ragione nello stato reale delle cose e deve perciò considerarsi duraturo. Si nota sul mercato una buona disponibilità di denaro che naturalmente favorisce la ripresa degli affari e il miglioramento dei corsi. Il volume degli affari è però ancora relativamente modesto e l'animazione del mercato piuttosto scarsa.

Qualche temporanea inflessione dei corsi, verificatasi durante il mese, è stata dovuta ad alleggerimento di qualche posizione o a realizzazioni eccessivamente prudenti, ma non altera la fisionomia generale del mercato.

I titoli di Stato hanno avuto un mercato particolarmente attivo ed hanno dimostrato una grande resistenza sostenendosi sulle posizioni raggiunte e realizzando sensibili vantaggi.

I bancari hanno avuto una crisi di debolezza al principio del mese ma si sono subito ripresi brillantemente con un mercato animato e quotazioni molto sostenute e in progresso.

In ottima vista i titoli tessili i quali, con scambi discretamente animati progrediscono notevolmente. Alcuni titoli, come le Cascami, le Cantoni, le Lane Rossi, ecc., realizzando dei vantaggi assai rilevanti.

Mercato in progressivo sviluppo hanno avuto i titoli meccanici e metallurgici, ben sostenuti e in parziale progresso.

Calmi e quasi trascurati i titoli dei trasporti e quelli di esportazione. Alquanto incerti e movimentati gli alimentari e i saccariferi.

Pronti a seguire il buon orientamento del mercato sono stati i titoli elettrici fra i quali si notano spostamenti di qualche importanza.

R. SAN NICOLÒ.

\* \*

#### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di ottobre 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	542	577	593
Lombarda . . . . .	500	837	906	936
Bresciana . . . . .	100	187	200	213
Adamello . . . . .	200	215	220	228
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	94	97	100
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	244	249	255
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	255	281	282
Adriatica . . . . .	100	215	220	230
Compagnia Imprese Elettriche Liguri . . . . .	100	150	157	175
Ligure Toscana . . . . .	200	236	240	250
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	101	105	113
Elettrica Brioschi . . . . .	250	375	365	380
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	39	40	42
Forze Idrauliche Crespi . . . . .	250	375	375	382
Elettrica Valdarno . . . . .	100	132	125	127
Tirso . . . . .	250	180	187	192
Terni . . . . .	400	397	413	432
Meridionale di Elettricità . . . . .	250	255	247	296
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	133	143	149
Dinamo . . . . .	100	112	122	123

#### Prezzi dei materiali nell'ultima settimana di ottobre 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

##### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>			
Cardiff primario . . . . .	L. 175,-	a L. —,—	alla tonn.
Newcastle . . . . .	—,—	—,—	—,—
Americano . . . . .	175,—	—,—	—,—
Slesia . . . . .	165,—	—,—	—,—
Sarre . . . . .	140,—	—,—	—,—
<b>Antraciti</b>			
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	290,—	295,—	—,—
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	300,—	305,—	—,—
<b>Coke</b>			
Coke da gas nazionale . . . . .	215,—	220,—	—,—
Coke da gas inglese . . . . .	215,—	220,—	—,—
Coke metallurgico inglese . . . . .	205,—	210,—	—,—
<b>Petrolio</b> . . . . .	230,—	265,—	al quint.
<b>Nafta</b>			
Per Diesel . . . . .	410,—	440,—	alla tonn.
Per caldaie . . . . .	380,—	410,—	—,—
<b>Benzina in fusti</b> . . . . .	265,—	325,—	al quint.

##### METALLI

<b>Ghisa</b>			
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 590,—	a L. 600,—	alla tonn.
Middlesbrø N. 3 . . . . .	490,—	500,—	—,—
Ematite . . . . .	530,—	540,—	—,—
Lussemburgo-Lorena . . . . .	445,—	450,—	—,—
<b>Ferro</b>			
Laminato omogeneo . . . . .	99,50	—,—	al quint.
Poutrelles . . . . .	91,50	—,—	—,—
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	95,—	—,—	—,—
Tubi per gas . . . . .	220,—	—,—	—,—
<b>Acciaio</b>			
Rapido per utensili . . . . .	1250,—	4500,—	—,—
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,—	220,—	—,—
<b>Rame</b>			
Elettrolitico . . . . .	610,—	620,—	—,—
In fogli comune . . . . .	865,—	880,—	—,—
In barre tonde e quadre . . . . .	815,—	830,—	—,—
Stagno in pani . . . . .	2525,—	2575,—	—,—
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	305,—	315,—	—,—
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	230,—	240,—	—,—
Antimonio in pani . . . . .	710,—	720,—	—,—
Ottone in barre . . . . .	555,—	570,—	—,—

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — *Standard Yearbook* 1927.

Il Bureau of Standards di Washington la cui opera varia e molteplice è ben nota a tutti i tecnici, inizia con questo volume la pubblicazione di un annuario, che sarà d'ora in avanti periodico.

Il volume raccoglie, in circa 380 pagine, il riassunto dell'opera fin qui svolta dal Bureau nei riguardi della normalizzazione delle grandezze fisiche ed industriali e specialmente nei riguardi delle unità campione.

Si ha così nell'insieme un quadro completo dello stato attuale di questa serie di problemi tanto importanti dal lato scientifico come da quello della tecnica.

La materia trattata si estende ai campi più diversi della fisica e dell'industria. Il volume, molto denso di dati e di notizie, riesce del più alto interesse.

\*

HERZOG-FELDMANN. — *Die elektrischen Leistungsnetze*, IV Ediz. - Berlino, J. Springer 1927, pag. 350, Prezzo 38 marchi.

Il classico libro del Feldmann si presenta nella sua quarta edizione notevolmente ritoccata nella disposizione generale della materia, ed aggiornato secondo gli ultimi trovati della tecnica.

Opportunamente ha provveduto l'A. a separare la trattazione dei circuiti a corrente continua da quelli a corrente alternata, che nelle precedenti edizioni venivano considerati insieme. Il libro guadagna così notevolmente in chiarezza e facilità di apprensione. Altre modifiche di minore importanza sono state apportate in diversi capitoli, specialmente in quelli che riguardano il riscaldamento dei conduttori, e le lunghe linee di trasmissione.

Il volume si presenta così completamente rispondente alle esigenze attuali della scienza. E' un libro che, senza perdere il rigore scientifico della esposizione riesce ad essere di diretta ed immediata utilità pratica per tutti coloro che debbano occuparsi di calcolazioni di condutture elettriche nelle loro più svariate forme.

\*

H. F. SCHAIT. — *Der Drehstrom - Induktions regler* - Berlino, Julius Springer 1927, pag. 356, Prezzo marchi 25.50.

L'argomento è esposto dall'A. nella sua completezza in una monografia veramente esauriente. Il libro è impostato su basi strettamente scientifiche e l'A. non rifugge dall'esporre nella loro ampiezza le necessarie calcolazioni matematiche.

L'analisi dei fenomeni che avvengono nel regolatore a induzione e dei procedimenti per il calcolo costruttivo di esso è eseguita sia per via analitica che per via grafica.

Singolare ampiezza è data giustamente all'esame dei fenomeni termici e ai calcoli relativi al riscaldamento e alla ventilazione artificiale dell'apparecchio.

Un completo esempio numerico di calcolazione chiarisce l'applicazione delle formule esposte mentre numerose illustrazioni nitide e ben provviste di quote permettono di farsi una idea esatta delle particolarità costruttive.

\*

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO. — *La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926*. — Roma - Provveditorato dello Stato - Libreria — Prezzo L. 10.

La statistica della produzione di energia elettrica in Italia viene effettuata dal Ministero dei Lavori Pubblici ormai da sette anni: il materiale raccolto per il 1926, esposto in uno speciale fascicolo, riguarda tutti gli aspetti del problema e si riferisce, in cifra tonda, a 2,7 milioni di kW di potenza installata, di cui il 79 % è di origine idrica (710 centrali) e il 21 % di origine termica (162 centrali).

L'energia elettrica prodotta nelle centrali suddette ammonta a circa 7,7 miliardi di kWh e rappresenta i 9/10 circa della totale produzione italiana che si valuta così in circa 8,5 miliardi di kWh. La produzione termica costituisce solo il 5,0 % del totale.

Durante il 1926 venne importata dalla Svizzera una quantità di energia elettrica pari a 223 milioni di kWh tenendo conto dei quali si può concludere che il consumo di energia in Italia fu di circa 8,7 miliardi di kWh. Di questo quantitativo il 12 % è stato utilizzato per illuminazione e riscaldamento, il 61 % per forza motrice, il 9 % per la trazione ferroviaria e il 18 % per le industrie chimiche e metallurgiche.

Il consumo di carbon fossile nelle centrali termoelettriche nel 1926 può valutarsi in 200 mila tonnellate che rappresentano soltanto il 2,0 % degli 11 milioni di tonnellate che costituirono l'importazione italiana.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI TORINO.

**La regolazione graduale sotto carico del rapporto dei grandi trasformatori ad alta tensione con l'autotrasformatore Stragiotti.** (Riassunto della comunicazione tenuta dall'ing. F. Pagliani alla Sezione di Torino dell'A. E. I., la sera del 3 maggio 1927).

Il sistema di regolazione del rapporto dei trasformatori studiato e brevettato dall'ing. P. Stragiotti, del quale l'ing. Pagliani è collaboratore per la parte costruttiva, è la combinazione di un ordinario trasformatore a prese multiple con uno speciale autotrasformatore a rapporto gradualmente variabile, che viene inserito fra una coppia di prese contigue del trasformatore, e, mentre fornisce i rapporti di trasformazione intermedi a quelli corrispondenti alle prese stesse, consente il trasporto delle connessioni ad un'altra coppia adiacente di prese senza interrompere la corrente utile erogata.

Costruttivamente l'autotrasformatore Stragiotti ricorda un regolatore ad induzione, nel quale sono due circuiti, ognuno costituito da mezzo avvolgimento statorico e mezzo avvolgimento rotorico collegati in serie. I due circuiti sono collegati insieme al morsetto di presa Y, e i due capi liberi X e Z vengono collegati a due prese contigue del trasformatore da regolare: i flussi generati dalle due sezioni statoriche e dalle due sezioni rotoriche si compongono in modo che durante una rotazione di 180° del rotore la tensione al morsetto Y varia fra la tensione al morsetto X e la tensione al morsetto Z o viceversa; nelle posizioni intermedie il flusso trasversale rotorico viene annullato da un avvolgimento statorico in corto circuito in quadratura coll'avvolgimento statorico attivo. L'apparecchio si comporta così come un vero e proprio autotrasformatore a rapporto variabile; e quando la tensione di Y coincide con la tensione di X, da Z non passa che la corrente magnetizzante dell'autotrasformatore, e si può staccare Z e collegarlo con l'altra presa contigua a quella a cui rimane collegato il morsetto X: analogamente si può trasportare X ad un'altra presa quando la tensione di Y coincide con quella di Z. Si può così effettuare la regolazione su tutta l'estensione consentita dalle prese, senza mai commutare la corrente attiva, ma solo la corrente magnetizzante dell'autotrasformatore.

L'ing. Pagliani illustra, su di un progetto di regolatore per un trasformatore trifase da 12.000 kVA con regolazione del 10 % sulla tensione di 40.000 volt, il sistema di montaggio ed il dispositivo meccanico per il comando dei commutatori, entrambi assai semplici, da lui studiati. Dimostra, coi dati costruttivi e con le caratteristiche elettriche risultanti, come l'apparecchio risulti molto economico ed influisca in modo trascurabile sul rendimento e sulla fase delle correnti del trasformatore regolato. Poichè la potenza e la tensione ai morsetti degli autotrasformatori regolatori sono piccole rispetto alla potenza ed alla tensione di esercizio del trasformatore principale, il sistema Stragiotti è applicabile senza gravi difficoltà costruttive alle maggiori potenze ed alle tensioni più elevate. Altro grande pregio intrinseco del sistema descritto è la gradualità della variazione di tensione, e perciò l'assenza completa di disturbi provocati da brusche variazioni di regime. Inoltre l'apparecchio Stragiotti, non richiedendo una costruzione speciale del trasformatore regolato, e potendo funzionare bene a tensioni minori di quella per cui è costruito, può adattarsi a trasformatori esistenti, anche se le prese di regolazione di essi non sono elettricamente equidistanti.

Il sistema Stragiotti, oltre che alle applicazioni già note di regolazione locale della tensione e di controllo dello scambio di energia fra reti in parallelo, si presta assai bene per la regolazione automatica a regime costante di tensione, di intensità e di potenza, potendo essere azionato da servomotori controllati da relais e consentendo la sua costruzione un funzionamento rapido e frequente senza inconvenienti. Così oltre che servire per la regolazione automatica a tensione costante, vantaggiosa p. es. nelle sottostazioni alimentanti linee di contatto per trazione elettrica ed in genere con carichi fortemente e rapidamente variabili, potrà sostituire con vantaggio i trasformatori a corrente costante del tipo a bobine mobili, per l'alimentazione di forni elettrici e di reti di illuminazione con lampade in serie, riducendo al minimo lo sfasamento della corrente primaria e presentando maggiori garanzie di funzionamento regolare.

**Fatevi Soci Vitalizi!**

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### Un manualetto di tecnica della illuminazione.

Pubblichiamo nella parte ufficiale la relazione del Comitato Nazionale Italiano dell'Illuminazione e del riscaldamento, sull'opera svolta nel 3° anno del suo funzionamento. Di tale opera veramente pregevole, la parte più visibile, è costituita da una serie di pubblicazioni la cui utilità ed efficacia ci sembrano innegabili. La prima fu il « *Vocabolario della Illuminazione* » (*Elettrotecnica*, 1924, pag. 482), che mise finalmente un po' d'ordine e di precisione nel linguaggio tecnico; la seconda, le « *Norme per l'ordinazione ed il collaudo delle lampade elettriche ad incandescenza* » (1925, pag. 893), sanzionate di recente anche dal Consiglio Generale della nostra A. E. I. (1927, pagina 231); la terza, di propaganda, « *Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo* » (1926, pag. 707), della quale, malgrado non si trattasse d'un opuscolo di carattere popolare, sono state richieste in un anno oltre 13.000 copie. Più recentemente, il Comitato ha pubblicato delle « *Brevi nozioni di tecnica della illuminazione* », in forma di opuscolo (n. 7) destinato principalmente agli Installatori degli impianti luce. Il volume, redatto in forma necessariamente schematica ed elementare, mira a fornire attraverso calcoli semplici (resi più spediti da adatte tabelle, e da schemi di calcolo) i principali elementi caratteristici d'un impianto d'illuminazione, almeno nella maggior parte dei casi più importanti. L'opuscolo costituisce già, di per sé, un piccolo vade-mecum, elementare ma discretamente completo, per l'installatore; è tuttavia da augurare che esso serva anche ad invogliare allo studio dei trattati veri e propri di tecnica della illuminazione.

La sua pubblicazione è stata fatta in relazione alla opportunissima tendenza, che nel momento attuale si delinea in varie città, di organizzare dei corsi per installatori di impianti luce <sup>(1)</sup> corsi per i quali i volumetti pubblicati dal Comitato possono fornire il necessario fondamento tecnico.

Il Comitato sta attualmente occupandosi della diffusione dell'opuscolo n. 7, e, nei limiti delle sue possibilità, ne invierà senz'altro gratuitamente copia a quelli dei nostri lettori che ne facessero richiesta alla Direzione del Giornale, oppure direttamente al Comitato stesso (Roma, via Poli, 14).

### Studio oscillografico delle correnti radiotelegrafiche.

Il ricco materiale raccolto per la recente riunione di Como non è ancora esaurito, cosicchè oggi possiamo pubblicare l'importante memoria dei Colleghi G. PESSON e T. GORIO sull'impiego dell'oscillografo nello studio delle correnti radiotelegrafiche. Si tratta di uno di quegli studi sperimentali di cui non si dirà mai bene abbastanza, perchè da un lato rappresentano sempre il frutto di lungo e paziente lavoro ed offrono, dall'altro, elementi positivi che possono servire di base a futuri sviluppi della tecnica. Nel caso attuale gli AA. non si limitano infatti a descrivere i procedimenti seguiti nelle loro esperienze; ma riportano buon numero dei caratteristici diagrammi rilevati, che saranno senza dubbio osservati con grande interesse dagli specialisti.

(1) Un corso di questo genere è stato già tenuto a Roma, nella primavera scorsa, per cura della « *Elettricità e Gas* »; corsi analoghi sono stati tenuti quasi contemporaneamente a Milano sotto gli auspici della « *Edison* ».

### L'impianto di Busachi.

Concludiamo oggi la descrizione degli impianti del Tirso occupandoci dell'impianto di Busachi che sfrutta in un secondo salto, lo scarico della centrale S. Chiara. Si tratta di uno di quegli impianti « a valle » quasi sempre modesti come proporzioni, ma doppiamente preziosi, perchè creano notevoli quantitativi di energia con un relativamente modesto immobilizzo di capitali ed aumentano il valore economico dei grandi lavori eseguiti per l'impianto principale a monte. Nel caso speciale, per quanto i tecnici della Società chiamino « *dighetta* » e « *laghetto* » la diga ed il serbatoio di Busachi per contrapposto all'imponenza della diga e del lago del Tirso, si tratta in realtà di opere sempre grandiose e ben degne d'essere illustrate.

LA REDAZIONE.

### □ IMPIEGO DELL'OSCILLOGRAFO NELLO STUDIO DELLE CORRENTI RADIOTELEGRAFICHE □ □ □ □ □ □

G. PESSON - T. GORIO

Relazione alla XXXII Riunione Annuale dell'A. E. I.  
Como - Ottobre 1927

1. — Gli elementi principali da controllare durante la trasmissione radiotelegrafica sono:

- 1) la corrente di antenna;
- 2) la lunghezza d'onda normale;
- 3) gli scarti della lunghezza d'onda dal valore normale;
- 4) la forma dei segnali.

Alla misura della corrente d'antenna si può provvedere salutarmente, ma sempre che si voglia, durante il servizio, leggendo le indicazioni dello amperometro di antenna a tasto chiuso per un intervallo di tempo sufficiente da permettere allo strumento di raggiungere il regime. Ad ogni modo se non sopravvengono sregolazioni degli apparecchi (disintonia, variazioni alle eccitazioni delle macchine e dell'accensione e tensione anodica dei triodi, ecc.), che sono generalmente accusate anche dagli altri strumenti di controllo della stazione, la corrente non varia apprezzabilmente.

In pratica non vi è, quindi, difficoltà di assicurare la costanza della corrente in limiti del tutto tollerabili.

La lunghezza d'onda normale nelle condizioni di regime, e cioè durante una linea di sufficiente lunghezza per permettere al trasmettitore di raggiungere il regime, può essere verificata a mezzo di ondometri, che, oggi, assicurano una soddisfacente precisione in tutto il campo di onde usato nella radiotelegrafia commerciale.

Il valore assoluto della lunghezza d'onda, pur costituendo un dato di altissima importanza dal punto di vista del quadro generale delle lunghezze d'onda impiegate nel servizio radio mondiale e dei relativi studi, non ha importanza capitale nel servizio pratico. Infatti, quando una stazione entra in servizio, deve sempre fare delle piccole variazioni della onda assegnatale



fino a trovare quel valore che le permette meglio di inserirsi nelle ormai strette fessure che lasciano le gamme d'onda intensamente sfruttate. Quello che più importa si è che il valore praticamente fissato sia rigorosamente mantenuto nello svolgimento effettivo del servizio.

Il problema è, quindi, quello di realizzare costantemente la stessa onda.

A seconda dei tipi di stazione, questo obiettivo può essere più o meno facilmente raggiunto e la sua più o meno perfetta realizzazione e la possibilità di piccole correzioni dell'onda per le necessarie rettifiche costituiscono titolo di merito per un sistema radiotelegrafico.

In generale, con gli alternatori, di cui si può controllare con esattezza la velocità, che in ogni caso è possibile riportare ad un valore prestabilito, il problema non si presenta difficile.

Più complesso da questo punto di vista è il comportamento dei generatori a triodi, nei quali la accensione dei filamenti e la tensione anodica hanno sensibile ripercussione sulla lunghezza dell'onda generata.

La costanza della frequenza era difficile ad ottenersi coi generatori ad arco, nei quali riusciva anche mal pratico apportare piccolissime correzioni.

Il problema della costanza della frequenza diventa molto difficile quando si tratta di onde corte, quali si usano oggi nel servizio a lunghissima distanza. In questi apparati si impiegano necessariamente piccolissime capacità, di fronte alle quali non sono trascurabili quelle degli elettrodi dei triodi, e quindi, assumono una rilevante importanza le inevitabili differenze ed irregolarità che possono manifestarsi negli elettrodi stessi (differenze fra una valvola e l'altra in caso di ricambio, spostamenti meccanici delle placche e delle griglie dovute ad azioni elettrostatiche, ecc., ecc.). In questi apparecchi ad onda corta è più che mai necessaria l'adozione di dispositivi stabilizzatori.

Ad ogni modo, il controllo periodico della lunghezza d'onda non presenta speciali difficoltà e può essere fatto sia direttamente sul posto, sia a distanza, sincronizzando sull'onda da controllare una eterodina locale, della quale si può con precisione misurare la lunghezza d'onda mantenuta rigorosamente costante durante la prova.

2. — Il problema più complesso è quello di controllare e mantenere ad un minimo gli scarti dalla frequenza normale durante la manipolazione.

Una causa importante, tra le molte che producono variabilità della frequenza durante il servizio, è data dalle variazioni inevitabili che si hanno nella tensione e frequenza dei generatori primi che alimentano l'impianto. In generale, l'azione dei regolatori non può essere che correttiva, ed agisce con un lieve ritardo per modo che la variazione di frequenza è inevitabile.

La manipolazione, a sua volta, produce variazione di carico nelle generatrici che, in generale, danno luogo a variazioni di velocità, che, direttamente od indirettamente, possono influire sull'onda emessa dal trasmettitore, ma oltre ciò, essa influisce sulla purezza dell'onda in quanto la formazione dei segni introduce nella corrente di antenna dei periodi variabili e cioè, delle oscillazioni transitorie smorzate che si sovrappongono alla corrente oscillante continua.

Si potrebbe in un certo modo valutare l'effetto di tali cause, per mezzo del tracciato della curva di risonanza media rilevabile con i metodi ben noti e che, in base al criterio suggerito dal Comité Technique International (Parigi, giugno-agosto 1921), permette di definire il decremento equivalente convenzionale da cui dipende il fattore di interferenza della stazione, cioè, l'attitudine di essa ad emettere una banda di frequenza piuttosto che un'unica onda (<sup>1</sup>).

Ma tale procedimento, oltre ad essere laborioso, non risponderebbe allo scopo che in questo caso vogliamo raggiungere, perchè è un procedimento totalizzatore e non analizzatore.

Esso dà una idea globale della purezza d'onda, ma non permette di determinare gli scarti effettivi e di scindere gli effetti del periodo transitorio, all'inizio ed alla fine dei segnali, da quelli che influiscono sul corpo dei segnali stessi.

Nella presente memoria ci prefiggiamo di dimostrare l'utilità che può derivare al servizio radiotelegrafico dal controllo della stabilità della frequenza durante la manipolazione, tracciando, con un adatto oscillografo, la curva dei battimenti ottenuti facendo interferire le oscillazioni indotte dalla stazione

trasmettente con quelle di una eterodina locale, di cui si possa essere certi che la frequenza non vari durante l'esecuzione della misura.

Un simile studio può essere, ad esempio, utile per determinare la efficacia dei vari sistemi di regolazione della frequenza, e cioè, ad esempio, quelli meccanici a forza centrifuga (Lorentz), quelli che potremo chiamare radioelettrici (Alexanderson, Telefunken), e più ancora, degli stabilizzatori di frequenza a cristallo dei quali ancora non è perfettamente noto il comportamento nei periodi transitori dovuti, per esempio, alla manipolazione.

Ma dove l'oscillografo riesce di indubbia utilità, per cui dovrebbe costituire uno strumento indispensabile nel collaudo e nel controllo delle stazioni, si è nello esame della forma dei segnali.

Colle elevate velocità che oggi si impiegano nella radiotelegrafia, la forma del segnale è fattore essenziale, giacchè influisce direttamente sul funzionamento dei relais di ricezione. Faremo vedere come gli oscillogrammi di cui sopra si è detto, o meglio ancora, quelli ottenuti raddrizzando la corrente musicale che si ha all'uscita dei ricevitori, sieno utilissimi per il controllo facile e sicuro della forma dei segnali.

3. — Per seguire, con la necessaria sicurezza e precisione, i controlli che abbiamo rapidamente abbozzati, occorre disporre di un oscillografo adatto e di cui sia noto il comportamento in relazione alla frequenza delle correnti da analizzare.

Gli oscillografi moderni, come è noto, sono generalmente fondati sull'impiego dei vibratori bifilari ideati da Blondel.

L'oscillografo da noi usato è di tipo recente ed assai pratico (<sup>2</sup>), di cui le varie parti sono studiate in modo da rendere facile l'impiego dello strumento anche da parte di personale non specializzato e di permettere il rapido rilevamento di numerosi oscillogrammi.

Esso è provvisto di sei vibratori bifilari in olio immersi in un intenso campo magnetico e di un diapason vibrante per la frequenza di 50 periodi, che serve per segnare il tempo.

I raggi luminosi emanati da una lampada ad arco autoregolatrice vanno a colpire, attraverso uno schermo provvisto di sette strette fenditure, i minuscoli specchietti fissati sui capi dei vibratori e su un rebbio del diapason, e sono poi riflessi su uno specchio prismatico rotante, che, a sua volta, li proietta su uno schermo di vetro opaco.

Le vibrazioni prodotte nei sei vibratori dalle correnti oscillanti da analizzare, e la vibrazione del diapason si sviluppano sullo schermo, per effetto della rotazione dello specchio poligonale, in sette curve luminose riproducenti le variazioni delle sei correnti in esame e la sinusoide, di periodo esattamente uguale ad 1/50 di secondo, dovuta alla vibrazione del diapason.

Con una manovra semplicissima si può fissare l'immagine degli oscillogrammi su una pellicola fotografica; basta premere, per un tempo voluto, su un apposito commutatore, che produce il disinnesto dello specchio prismatico del motorino elettrico che ne comanda la rotazione, e l'innesto, al motorino stesso, dell'apparato di scorrimento della striscia di carta sensibile. Questa prende, perciò, a svolgersi con velocità uniforme, e, dopo essere stata impressionata dai raggi luminosi, non più intercettati dallo specchio prismatico, va a raccogliersi in una scatola impermeabile alla luce.

I vibratori hanno uno smorzamento sufficiente perchè nessuna dentellatura si produca per effetto della frequenza propria, che è di circa 1500 periodi al secondo.

Occorre tener presente che la sensibilità dell'oscillografo va diminuendo con la frequenza, del che occorrerà tener conto nella interpretazione di alcuni degli oscillogrammi rilevati nel corso delle nostre esperienze, e che per le cause ben note (vedi Blondel - *Eclairage Electrique* 1902-1903), la deviazione dell'equipaggio non può essere esattamente sincrona con la corrente.

Le deformazioni della corrente rilevate non hanno, però, grande importanza per le applicazioni di cui tratta la presente nota, poichè non si vogliono generalmente eseguire analisi di carattere quantitativo ma piuttosto indagini qualitative dei fenomeni.

Ciò vale specialmente quando si adoperi l'oscillografo per registrare le curve delle correnti di frequenza musicale dovute ai battimenti dell'onda in arrivo con quella prodotta localmente da una eterodina. Quello che in tal caso interessa, è specialmen-

(<sup>1</sup>) G. VALLAURI: Decisioni tecniche del Comitato di Parigi per le radiocomunicazioni, Giugno-Agosto 1921, *L'Elettrotecnica*, 6 Novembre 1921, vol. VIII, N. 30.

(<sup>2</sup>) Tipo Goering della Casa Siemens.

te la constatazione delle eventuali variazioni di frequenza dell'onda emessa dalla stazione trasmittente, variazioni che senza dubbio saranno fedelmente riprodotte dall'oscillografo, alla sola condizione che rimanga costante la frequenza della eterodina. Può in taluni casi, altresì, interessare una indagine sulle eventuali modulazioni di bassa frequenza dell'onda in arrivo: poco importerà, in generale, che l'onda modulatrice sia riprodotta con tutta esattezza, basterà che l'oscillografo ce ne accusi la presenza.

In questi casi, del resto, si può ricorrere alla registrazione oscillografica della corrente ottenuta con un ulteriore raddrizzamento della corrente di frequenza acustica che si ha all'uscita del ricevitore.

quali danno una evidente dimostrazione della modulazione dovuta alle due correnti di alimentazione sull'onda emessa dalla stazione.

La curve a) e b) (Fig. 2) rappresentano le tensioni dei due alternatori di alimentazione; la curva c) la corrente alla uscita del ricevitore quando questo era esattamente sintonizzato sull'onda emessa dalla stazione (1200 m) ed in istato di non oscillazione. Si nota che il sibilo è di frequenza uguale alla somma delle frequenze degli alternatori e presenta dei battimenti di frequenza uguali al doppio della differenza di dette frequenze.

La modulazione è, dunque, dovuta alle armoniche di frequenza doppia di quelle degli alternatori, le quali possono pren-

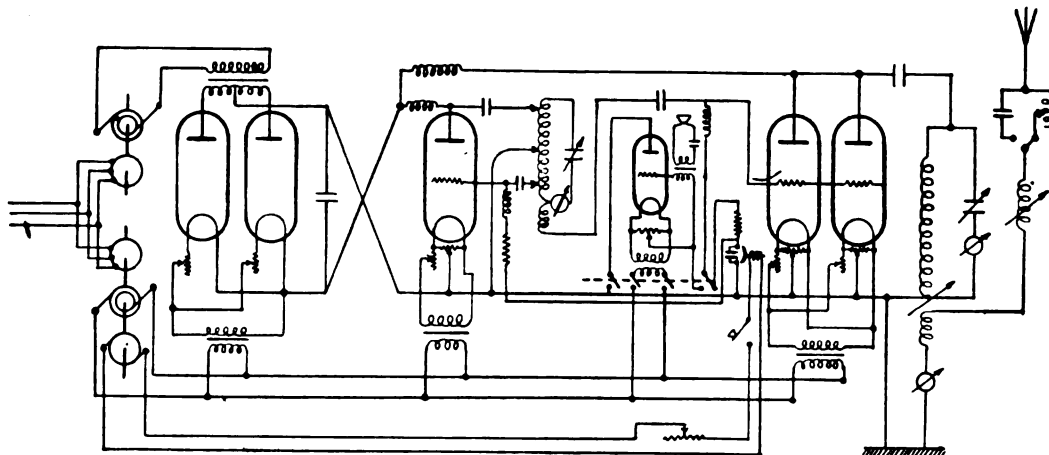


Fig. 1. — Schema della Stazione Radio Trastevere.

Le dentellature della corrente raddrizzata saranno di bassa frequenza e perciò l'oscillografo le riprodurrà con sufficiente precisione.

4. — Una applicazione della indagine oscillografica venne fatta in occasione del collaudo della stazione radiotelegrafica e radiotelefonica a valvole da 5 kW del R. Istituto Sperimentale delle Comunicazioni.

Il trasmettitore è del tipo ad oscillatore pilota il cui schema è visibile nella fig. 1. Nel funzionamento in radiotelegrafia, si manifestò l'inconveniente di un forte sibilo che accompagnava la emissione della corrente portante, sibilo che presentava dei battimenti di bassissima frequenza.

dere origine dalle valvole del complesso per effetto del dispositivo del raddrizzamento a due diodi della corrente anodica e delle pulsazioni della incandescenza dei filamenti (un massimo ad ogni semioscillazione della corrente).

Nella curva si osservano anche delle caratteristiche frangie che denotano la presenza, nella corrente modulante, di componenti (meno importanti) di frequenza uguale a quelle fondamentali degli alternatori.

La curva d) (Fig. 2) mostra l'effetto della progressiva frenatura meccanica di quello tra i due alternatori che possiede superiore velocità; alla diminuzione della differenza delle velocità consegue la diminuzione della frequenza dei battimenti della corrente modulante.

Il fenomeno dei battimenti è accentuato quando la potenza usata è piccola, come accade in radiofonia, giacchè, in tal caso, non si può forzare l'apparato perchè l'emissione continuativa dell'onda portante a piena potenza riscalderebbe le valvole.

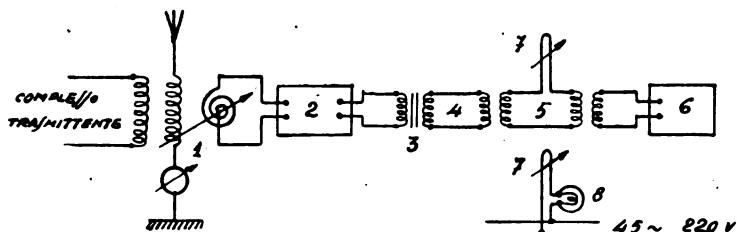


Fig. 3. — Schema per rilievi oscillografici.

1. Bobina di accoppiamento al trasmettitore - 2. Ricevitore a valvola
3. Trasformatore a bassa frequenza - 4. Circuito di accoppiamento
5. Circuito a bassissima frequenza - 6. Oscillatore locale a frequenza udibile
- 7-7. Cappi dell'oscillografo - 8. Lampada ad incandescenza.

Fig. 2. — Modulazione acustica dell'onda portante di m 1200 emessa dalla Stazione trasmittente Radio Trastevere, nel funzionamento in radiotelegrafia.

Per controllare se, come si aveva ragione di ritenere, il sibilo fosse dovuto ad una modulazione prodotta dalle correnti di alimentazione a 500 periodi dell'accensione e della corrente anodica (ottenute con due gruppi convertitori separati), si ricorse alla registrazione oscillografica. Un coppia fu derivato con dispositivo potenziometrico dalle spazzole dell'alternatore di alimentazione dei filamenti; un secondo coppia da quelle dell'alternatore di alimentazione degli anodi ed un terzo coppia fu applicato alla uscita di un ricevitore a valvole al posto del telefono, attraverso un trasformatore a nucleo di ferro, rapporto 2000/3.

La Fig. 2 riproduce alcuni degli oscillogrammi ricavati, i

A piena potenza, raggiungendosi la corrente di saturazione, la modulazione dovuta alla non perfetta livellazione della corrente anodica diminuisce e può praticamente scomparire; bastò ridurre la tensione anodica mediante il reostato di eccitazione dell'alternatore perchè la modulazione riapparisse. Questa ricerca ha dimostrato la necessità di modificare l'alimentazione delle valvole da corrente alternata a corrente continua e di migliorare il filtro (livello) per la purificazione della corrente di alimentazione delle placche.

5. — I rilievi oscillografici vennero utilizzati, durante la regolazione e il collaudo della stazione da 500 kW ad alternatore di Roma (Torrenova), per constatare quantitativamente le variazioni di lunghezza delle onde emesse dalla stazione.



La costanza della lunghezza d'onda esige che il motore che comanda l'alternatore risenta il meno possibile delle variazioni del carico durante la manipolazione e delle variazioni di frequenza e di tensione della rete di alimentazione.

I dispositivi di regolazione della velocità a tal fine predisposti, sono basati sul principio di agire su resistenze inserite nel circuito di eccitazione della dinamo che alimenta il motore a corrente continua azionante l'alternatore ad alta frequenza.

le variazioni di frequenza della nota ricevuta al ricevitore e risalire alle variazioni di velocità degli alternatori per esaminare se lo scarto sia contenuto nei limiti prestabiliti.

Per ottenere una soddisfacente precisione occorre che i battimenti siano di bassissima frequenza; è, in tal caso, conveniente di procedere a due successive variazioni di frequenza.

A tal uopo, anzichè registrare direttamente la corrente di frequenza udibile del ricevitore, la si può far battere nuova-

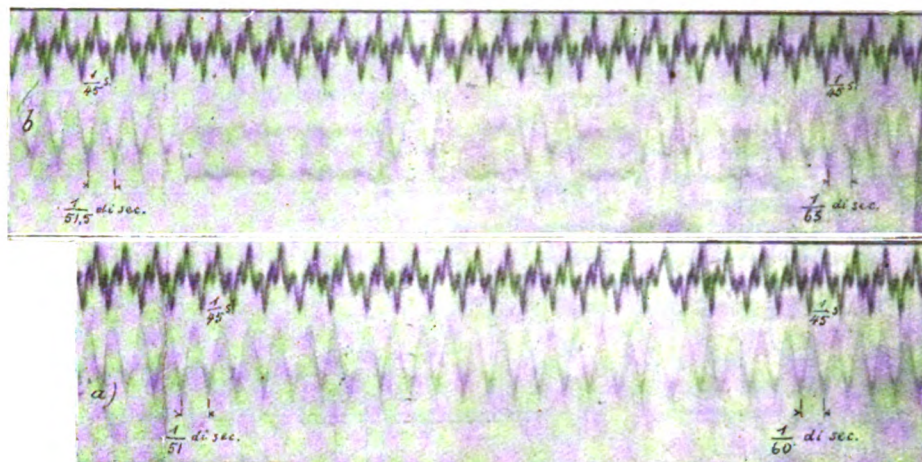


Fig. 4. — Segnali della Stazione ad alternatore di Roma Torrenova ( $\lambda = m. 15085$ ).

a) linea continua

b) trasmissioni di V.

Una di tali resistenze, che va in corto circuito per effetto dell'abbassamento del tasto, compensa le variazioni di carico; un'altra resistenza viene inserita e disinserita automaticamente non appena si produca un piccolo scarto, in un senso o nell'altro, della velocità del valore normale.

Se si ammette che nella ricezione con battimenti di frequenza 1000 non debbano prodursi variazioni superiori a  $n$  periodi al minuto secondo, la prontezza della regolazione dovrà essere tale che lo scarto  $\pm s \text{ ‰}$  del numero dei giri del valore medio corrispondente alla frequenza  $f = \frac{300.000}{\lambda \text{ (km)}}$  non superi il valore dato da

$$2s = \frac{n}{f} \cdot 1000 = \frac{n \cdot \lambda}{300} \text{ ‰}.$$

mente con altra di frequenza poco diversa e rigorosamente costante, prodotta localmente. Lo schema usato dalla Commissione di collaudo della Radio Torrenova fu quello della Fig. 3.

Il vibratore N. 1 registrava i battimenti e il vibratore N. 2 una curva di frequenza nota (45 periodi). <sup>(2)</sup>

L'oscillogramma (Fig. 4) riproduce parte della curva, ottenuta durante la trasmissione di una lunga linea, con onda di

$$\text{Km. } 15.085 \quad f = \frac{300.000}{15.085} = 19.900.$$

Si constatò che il periodo dei battimenti variava da 1/51 ad 1/60 di secondo, e pertanto, lo scarto del numero dei giri dell'alternatore dal valore medio era:

$$\pm s = \pm \frac{1}{2} \frac{60 - 51}{19.900} \cdot 1000 = \pm 0,225 \text{ ‰}.$$

Durante la trasmissione di una serie di V (oscillogramma fig. 4 b), lo scarto era alquanto maggiore, e cioè:

$$\pm \frac{1}{2} \frac{63 - 51,5}{19.900} \cdot 1000 = \pm 0,29 \text{ ‰}.$$

6. — Altra applicazione fu fatta dell'oscillografo per la determinazione della forma dei segnali della stessa stazione di Torrenova. Dallo oscillogramma (fig. 5a) rilevato presso l'Istituto Superiore postale telegrafico mediante lo schema fig. 6, si vede che i segnali presentano, al principio ed alla fine, un periodo transitorio più o meno lungo e regolare, e che essi si mantengono regolarissimi, sia per frequenza sia per ampiezza, nel periodo di regime (corpo del segnale).

La determinazione e l'esame dei periodi transitori hanno una certa importanza.

A prescindere dalla limitazione imposta alla velocità di trasmissione dalla prontezza degli apparecchi registratori, è chiaro che, per la regolare ricezione dei segnali brevi (punti), è conveniente che la velocità della trasmissione automatica non sia superiore a quella che consente alla corrente di antenna, di raggiungere il periodo di regime e di ritornare a zero, prima che abbia inizio il segnale successivo.

L'oscillografo permette di ottenere una chiara indicazione sulla prontezza del trasmettitore ad assumere il regime sempre che naturalmente il sistema ricevente, che è connesso all'oscillografo, non introduca, per suo conto, altre cause di ritardo.

Quando si usi un adatto ricevitore ad una sola valvola, come nell'esperienza da noi eseguita, questa condizione può ri-

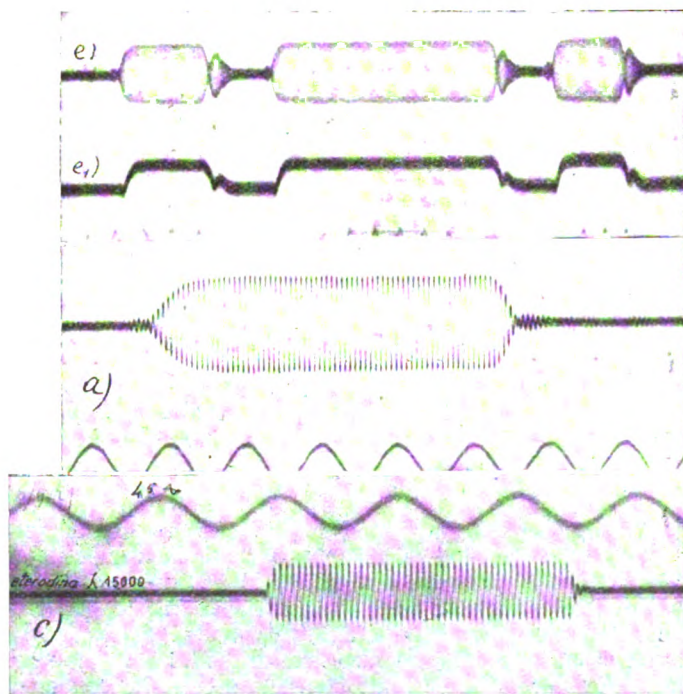


Fig. 5. — Varie forme dei segnali Morse ricevuti dalla Stazione ad alternatore di Torrenova e da una eterodina locale.

Nel caso di lunghezza d'onda di 15 km., lo scarto per  $n = 30$  non dovrà essere superiore a  $\pm 0,75 \text{ ‰}$ .

Ricorrendo al metodo oscillografico, è possibile controllare

<sup>(2)</sup> Gli oscillogrammi (fig. 7) vennero registrati con un oscillografo del tipo sopra descritto, ma diverso da quello da noi usato nelle altre prove.



tenersi praticamente soddisfatta e si può in certo modo sinderarsi registrando oscillogrammi provenienti da una adatta eterodina locale regolata sulla medesima onda della stazione da controllare (fig. 5c). E' manifesta la diversità dell'ordine di grandezza del periodo variabile nei due casi. Può essere anche interessante di constatare l'effetto dei vari schemi ricevitori sulla durata, più o meno lunga, del periodo variabile durante la formazione dei segnali, e particolarmente constatare l'effetto dell'uso di circuiti di filtro ad alta frequenza e a bassa frequenza.

L'oscillografo permette anche di rilevare irregolarità nella forma dei segnali, che in altro modo non potrebbe mettersi in evidenza.

La figura 5 e) ed e) mostra una strana irregolarità rilevata talvolta al principio ed alla fine dei segnali della radio Torrenova, dovuta probabilmente a momentaneo cattivo funzionamento dei relais di trasmissione.

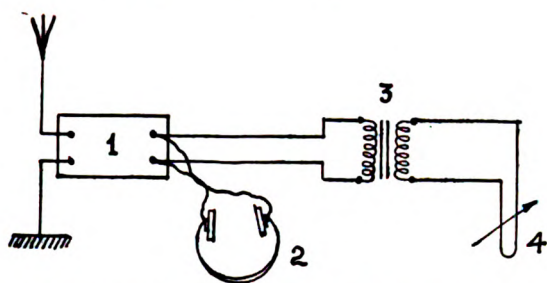


Fig. 6. — Schema per rilevamenti oscillografici dei segnali r. t. a frequenza acustica.

1. Ricevitore a valvole - 2. Cuffia telefonica  
3. Trasformatore telefonico rapporto 200/3 - 4. Vibratore dell'oscillografo.

La figura 5e) è ottenuta registrando i battimenti e la figura 5 e) è, invece, ottenuta raddrizzando la corrente musicale.

7. — Durante l'impianto e l'esercizio delle stazioni ad onda corta (80 ÷ 20 metri), abbiamo potuto rilevare le grandi difficoltà che si incontrano per stabilizzare la frequenza, ed ottenere note perfettamente costanti e musicali, difficoltà, del resto, ben note a tutti coloro che si sono occupati di questo argomento.

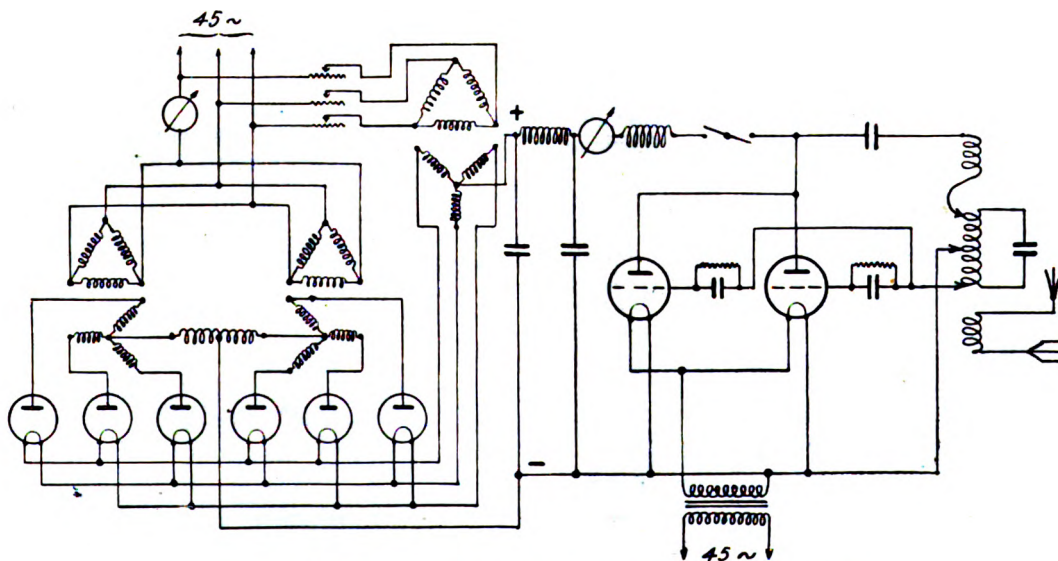


Fig. 8. — Schema del complesso onda m 85 di Roma San Silvestro.

Le fluttuazioni di frequenza possono distinguersi in due classi.

Le une derivano da cause facilmente identificabili, come da variazione della intensità delle correnti di accensione o della tensione di alimentazione anodica, ovvero da movimenti dell'aereo o da variazioni delle costanti del circuito oscillante dovute, ad esempio, al movimento di persone o di oggetti nelle vicinanze del trasmettitore, ecc. ecc.

A queste cause, che potremo dire esterne, si può porre rimedio usando generatori appositi per l'accensione e per l'alimentazione degli anodi, di potenza largamente proporzionata, che forniscano una tensione stabile, usando aerei ben tesi e lascamente accoppiati al circuito oscillante principale, ed infine, sistemando e schermando convenientemente l'apparecchio.

Altre cause sono, invece, da ricercarsi nel funzionamento degli apparati e delle valvole e sono difficilmente identificabili.

Tali cause hanno forte influenza sui segnali che divengono di forma irregolare e complessa, originando note impure e variabili.

L'oscillografo ha messo, infatti, in evidenza che, in genere con le onde corte, i segnali sono ben lungi dal presentare quella regolarità di forma che si osserva negli oscillogrammi dei segnali ad onda lunga.

E' stato, quindi, opportuno di esaminare dettagliatamente l'influenza dei vari elementi che presumibilmente possono determinare tali irregolarità, quali la natura della corrente usata per l'alimentazione e la regolazione dell'apparato radiotelegrafico.

Per lo studio ci siamo valse dello stesso dispositivo di registrazione schematizzato nella figura 6, usando un ricevitore ad onda corta Burndep.



Fig. 7. — Registrazione dei segnali emessi da una trasmittente locale (eterodina) ad onda corta (m 35).

- a) Colpi sull'eterodina. b) Segnali a regime.

Cominciamo, per comodità e a scopo di controllo, col registrare le correnti ricevute da un trasmettitore locale ad onda corta di piccola potenza (5 ÷ 10 watt) costruito secondo gli schemi impiegati negli apparati in servizio ed alimentato con corrente continua sia per la accensione sia per l'anodo.

La regolarità degli oscillogrammi rilevati (fig. 7b) dimostra che l'onda incidente è realmente di frequenza ed ampiezza costante, e che il ricevitore la traduce in una nota pura e co-

stante cosicché può ritenersi che nessuna distorsione prenda origine nel dispositivo di ricezione e di registrazione.

L'esperienza da noi fatta su numerosi apparecchi sperimentali, ha dimostrato che le note musicali che si ottengono con piccoli trasmettitori, sono buone, stabili e perfettamente paragonabili a quelle ottenute con onde lunghe, solo quando si usi corrente continua ottenuta con pile ad accumulatori tanto per l'accensione quanto per l'alimentazione anodica.

Alimentando l'anodo con una piccola dinamo, il risultato è meno buono e la nota ottenuta è sempre modulata specie con onde molto corte.

Tutti questi inconvenienti si esaltano aumentando la potenza.

E' interessante notare che, alimentando l'anodo con una



dinamo, si ha una nota perfetta, ad esempio, con onde di 100 metri; la nota peggiora man mano che si accorcia l'onda, fino a divenire rauca e gracitante per onde di 25/30 metri.

Probabilmente ciò prende anche origine dal fatto che, con l'altissima frequenza, si hanno fenomeni di rigenerazione che esaltano la irregolarità. Si dimostra, così, la opportunità del cosiddetto dispositivo a oscillatore pilota, che è sempre di piccola

particolare riportiamo qui di seguito una serie di oscillogrammi delle correnti ricevute dalle stazioni di Roma S. Silvestro (lunghezza d'onda m. 85) e di Roma S. Paolo (lunghezza d'onda metri 66, metri 34 e metri 51) costruite, la prima, secondo lo schema della figura 8 e le altre, secondo gli schemi riprodotti in precedenti comunicazioni. <sup>(4)</sup>

L'esame degli oscillogrammi mostra che tutte indistintamente le correnti di quelle stazioni sono irregolari e malamente modulate.

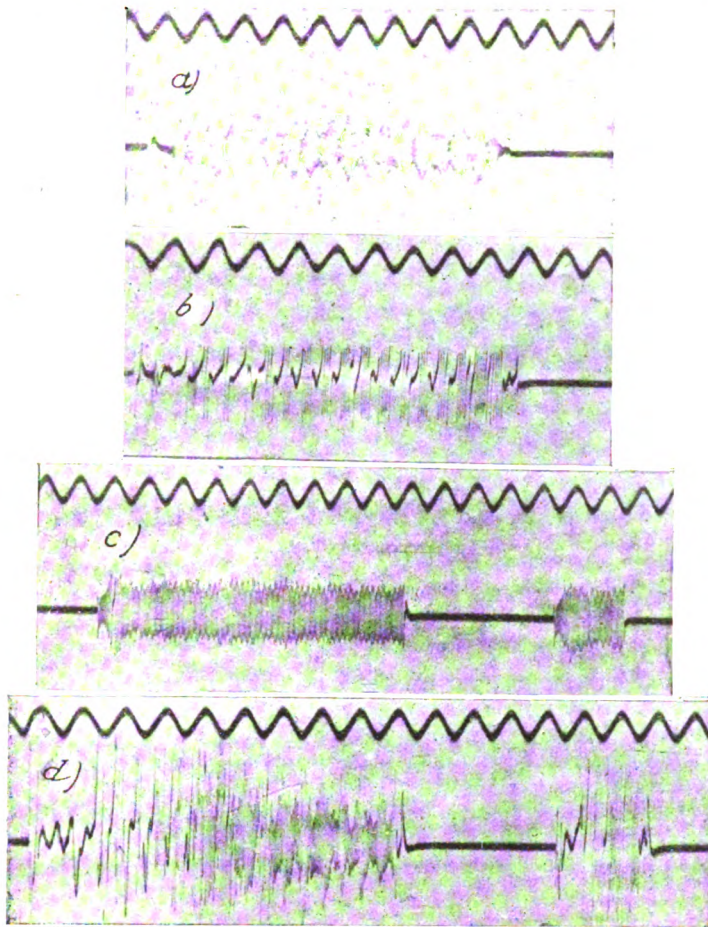


Fig. 9. — Segnali della Radio Roma San Silvestro.

potenza, con alimentazioni anodiche e di accensione perfettamente continue lasciando alle valvole di potenza la sola funzione amplificatrice.

Per ottenere una buona nota, occorre usare un filtro tanto più efficace quanto più è corta l'onda.

Ha influenza evidentemente anche la regolazione del ricevitore perchè si possano avere complicate interferenze tra i battimenti e le basse frequenze modulanti l'onda del trasmettitore.

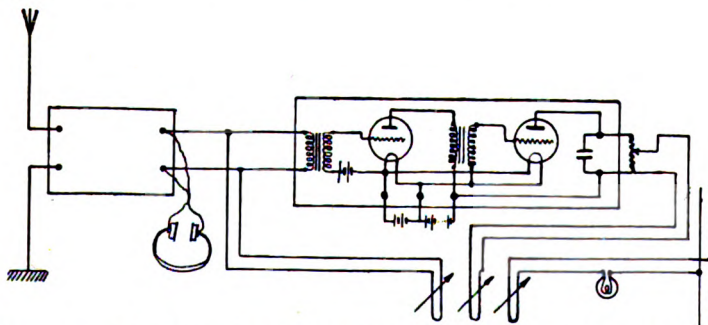


Fig. 10. — Schema per rilievi oscillografici della corrente r. t. di frequenza acustica e della corrente raddrizzata con raddrizzatore a valvola.

E' interessante anche osservare le deformazioni introdotte negli oscillogrammi per effetto di leggeri colpi impressi con una bacchetta sul trasmettitore.

Ciò conferma la necessità che gli apparecchi ad onda corta, sia trasmettenti che ricevanti, siano sistemati in modo da essere assolutamente esenti da vibrazioni.

8. — Col dispositivo ora accennato, abbiamo rilevato parecchi oscillogrammi ad onda corta delle nostre stazioni, ed in

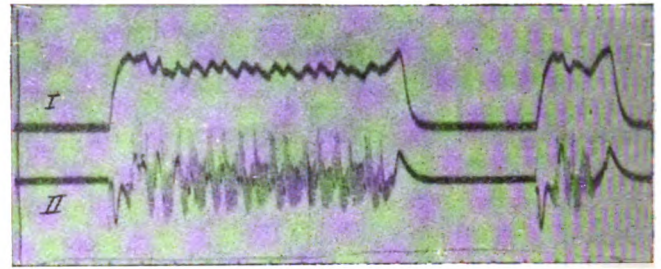


Fig. 11. — Radio Roma San Silvestro.

I) Corrente raddrizzata. II.) Corrente di frequenza telefonica.

Negli oscillogrammi dei segnali di S. Silvestro (fig. 9) si nota la presenza di una modulazione di bassa frequenza, di cui è evidente la concordanza di periodo con quello della corrente stradale (45 periodi) che alimenta il complesso. Si notano altresì, delle variazioni periodiche di frequenza che talvolta (quando il ricevitore è regolato su una nota bassa come in figura 9b), producono delle discontinuità nei segnali.

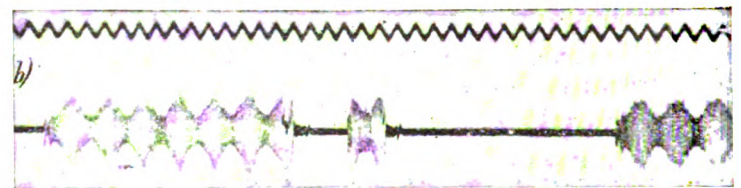


Fig. 12. — Radio Roma S. Silvestro - Segnali del complesso onda m 66.

Accensione corrente alternata 500 periodi.  
Alimentazione anodica dinamo c. c. Alta tensione.

E' qui da tener presente la osservazione fatta, in altra parte di questa memoria, circa la diversa sensibilità del vibratore dell'oscillografo alle varie frequenze. Non è escluso che le diminuzioni di ampiezza, che si notano in alcuni oscillogrammi, avvengano in corrispondenza di aumenti di frequenza dei battimenti.

Per eliminare tale causa di alterazione della curva inviluppo e potere avere una idea più esatta della vera forma della corrente modulatrice, siamo ricorsi al metodo di inserire il cappio aperiodico in un circuito provvisto di un adatto cristallo raddrizzatore ed accoppiato induttivamente all'aereo del trasmettitore.

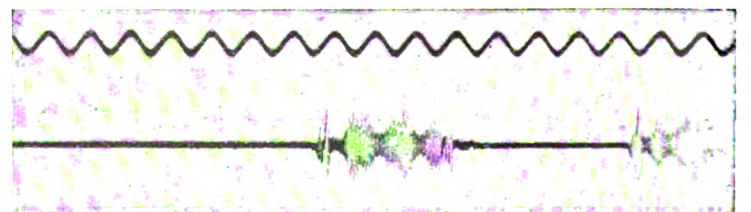


Fig. 13-I. — Radio Roma S. Paolo - Segnali del complesso onda m 32.

Accensione corrente alternata 500 periodi.  
Alimentazione anodica raddrizzatore esafase della corrente stradale 45 periodi.

Al posto del cristallo si è anche usato un rettificatore a valvola, registrando, con lo schema fig. 10, gli oscillogrammi all'uscita del ricevitore e alla uscita del rettificatore.

Per il corretto sviluppo di questo metodo, occorre assicurarsi di funzionare in un punto adatto della caratteristica e di

<sup>(4)</sup> G. PESSON e G. MONTEFINALE: Esperienze di radiotelegrafia commerciale ad onde corte; *L'Elettrotecnica*, 15-7-1926, Vol. XIII numero 20.

G. PESSON e G. MONTEFINALE: Il centro radiotelegrafico di Roma (S. Paolo); *L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1927, vol. XIV, N. 19).



essere lontani dalla saturazione della valvola rettificatrice, senza di che, le irregolarità della corrente rettificata potrebbero essere mascherate.

La fig. 11 mostra un oscillogramma ottenuto in tal modo. Presso la radio S. Silvestro furono fatti diversi tentativi per migliorare la nota.

Un miglioramento fu ottenuto, come vedesi nella fig. 9 c), limitando l'accensione delle valvole oscillatrici del complesso trasmettitore riducendo la potenza, mentre la nota peggiorava nettamente, squilibrando l'accensione delle due valvole oscillatrici (Fig. 9d) e stringendo l'accoppiamento fra il generatore e l'aereo.

Nessuna influenza sensibile ebbero varie altre regolazioni operate nel complesso, come variazioni di accensione dei diodi raddrizzatori, uso di un unico condensatore shuntato per le griglie di entrambe le valvole oscillatrici, spostamento della presa intermedia della induttanza del circuito oscillante.

9. — L'oscillogramma della fig. 12 si riferisce al complesso da 6 kW di m. 66 di lunghezza d'onda della radio S. Paolo (*L'Elettrotecnica* 15 luglio 1926, pag. 447, fig. 5), alimentando, per l'accensione, con corrente alternata 500 periodi e per l'anodica, con corrente continua prodotta da una macchina generatrice ad alta tensione (6000 volt).

Come si vede, anche con corrente continua e per di più passata attraverso un filtro, si ha una corrente modulata in modo profondo: ciò conferma quanto si osservò col trasmettitore speciale di piccola potenza. In primo tempo si ritenne che la modulazione avesse la sua origine in vibrazioni meccaniche delle valvole, poichè la stazione era sistemata in prossimità della macchina generatrice che dava l'alimentazione anodica. Questa, però, non è la principale ed unica causa, perchè i diagrammi si presentarono più o meno modulati, anche quando le vibrazioni furono sopresse.

Si tratta, evidentemente, di battimenti tra le oscillazioni dovute all'accensione a 500 periodi e le fluttuazioni della corrente anodica dovute alle lamine del correttore.

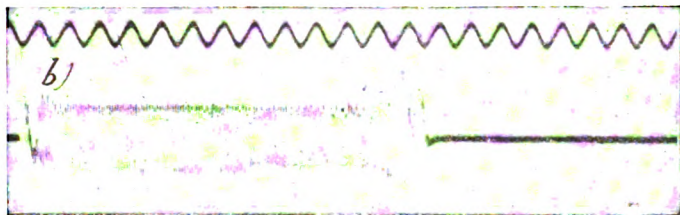


Fig. 14 - II. — Radio Roma S. Paolo - Segnali del complesso onda m 32.  
Accensione corrente alternata 500 periodi.  
Alimentazione anodica corrente alternata 500 periodi, raddrizzata.

L'oscillogramma della fig. 13 rappresenta i segnali ricevuti dal complesso di 6 kW di 32 metri di lunghezza d'onda di S. Paolo (*L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1927, pag. 415, fig. 7). L'accensione di questo complesso è anch'essa ottenuta con corrente alternata a 500 periodi e la corrente anodica è fornita da un complesso raddrizzatore esafase a diodi, alimentato normalmente con corrente alternata a 45 periodi (oscillogramma fig. 13). Eccezionalmente, a scopo sperimentale, gli anodi sono alimentati con corrente alternata a 500 periodi raddrizzata (oscillogramma fig. 14).

Qui l'andamento dei segnali è migliore che nei casi precedenti. Non sempre, però, si ha un così buon risultato, verificandosi, come già si notò per il trasmettitore ad onde lunghe di Radio Trastevere, battimenti, quando la frequenza dell'alimentazione dei filamenti non è rigorosamente uguale a quella degli anodi.

Talvolta si ha, perciò, un miglior risultato alimentando anodi e filamenti con la stessa macchina generatrice a corrente alternata (500 periodi) in modo che le due frequenze di alimentazione sieno rigorosamente uguali.

Se, però, la tensione generata dalla macchina che alimenta l'anodo risente sensibilmente del carico, si hanno altri inconvenienti. La frequenza varia e la nota diventa anch'essa variabile.

Ci si può rendere conto delle variazioni di frequenza regolando il ricevitore in modo da fare sparire i battimenti, sintonizzando rigorosamente sull'onda da ricevere.

L'oscillogramma della figura 16 ottenuto in tal modo, si riferisce alla stazione di 32 metri.

E' interessante osservare le forti irregolarità di frequenza

che si hanno al principio ed alla fine dei segnali e le sensibili variazioni che si hanno nel corpo del segnale stesso.

Le variazioni all'inizio ed alla fine dipendono probabilmente dai periodi variabili che si manifestano nel circuito di filtro per effetto della chiusura ed apertura del circuito.

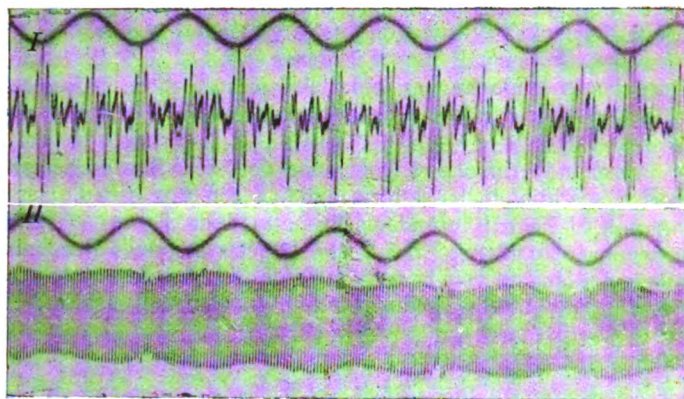


Fig. 15. — Radio Roma S. Paolo - Complesso onda m 51. - Alimentazione anodica raddrizzatore esafase della corrente stradale 45 periodi.  
I.) Accensione corrente alternata 45 periodi. II.) Accensione batteria accumulatori.

Infine l'oscillogramma della figura 15, I) è specialmente interessante, perchè riproduce i segnali di un apparecchio di 3 kW ( $\lambda = 51$  metri) sistemato a San Paolo e costruito con lo stesso schema del complesso di 32 metri, nel quale la tensione anodica è fornita dal raddrizzatore a diodi della corrente stradale a 45 periodi e i triodi sono normalmente accesi con corrente alternata a 45 periodi.

La modulazione è così profonda da fare sparire la continuità della corrente che si trasforma in una successione di treni di oscillazioni staccate.

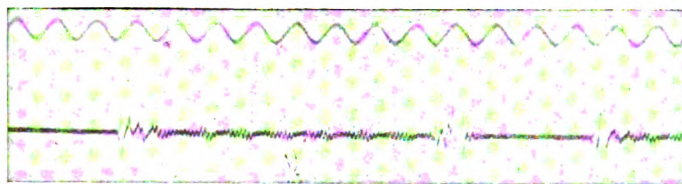


Fig. 16. — Radio Roma S. Paolo - Segnali del complesso onda m 32.  
Accensione corrente alternata 500 periodi.  
Alimentazione anodica raddrizzatore esafase della corrente stradale 45 periodi

10. — Non v'ha dubbio che, nei complessi ad onda corta, la natura della corrente di alimentazione (corrente anodica e corrente di accensione) sia la principale causa determinante le accidentalità che, più o meno, si osservano negli oscillogrammi sopra riportati.

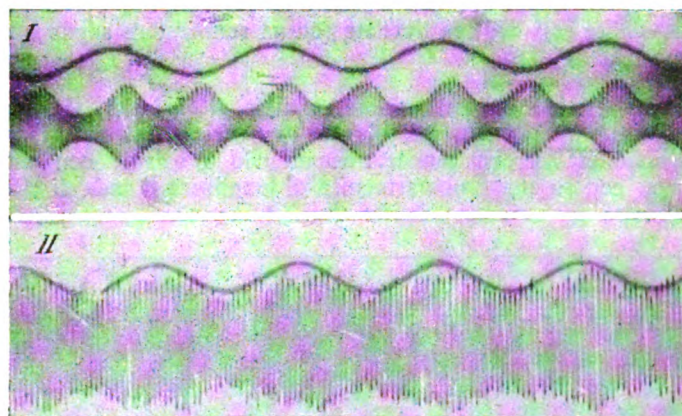


Fig. 17. — Trasmettitore locale (eterodina) onda m 40.

I.) Accensione corrente alternata 45 periodi;  
Alimentazione anodica batteria pile a secco.  
II.) Accensione batteria accumulatori;  
Alimentazione anodica dinamo a c. c.

Per rendersi meglio conto del fenomeno, fu esaminato in varie condizioni il comportamento del piccolo trasmettitore ad onda corta, del quale già vedemmo, in figura 7, la perfetta rego-



larità dei segnali che si ottenevano con alimentazione a corrente continua e precisamente, con accumulatori per l'alimentazione dei filamenti e batterie di pile per l'anodo.

Gli oscillogrammi (fig. 17/I) rappresentano l'effetto della sostituzione della accensione ad accumulatori con quella a corrente alternata a 45 periodi, l'alimentazione anodica rimanendo fornita dalle pile. Si ottengono delle variazioni di ampiezza e di frequenza dei segnali in concordanza coi 45 periodi, le quali ricordano le analoghe variazioni dei segnali di S. Silvestro e di S. Paolo m. 51, la cui accensione, come si è detto, è a 45 periodi.

Lasciando, invece, l'accensione dell'eterodina ad accumulatori e sostituendo la batteria anodica con una dinamo a.c.c. 150 volt, i segnali prendono l'aspetto della figura 17/II. La apparente coincidenza, del resto imperfetta, della frequenza della modulazione con la frequenza della corrente stradale (sinusoide visibile nello oscillogramma), è del tutto casuale.

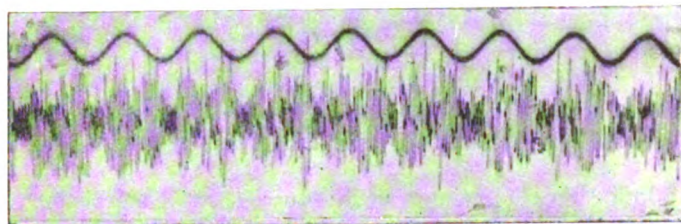


Fig. 18. — Trasmettitore locale (eterodina) onda m 40.

Accensione corrente alternata 45 periodi,  
Alimentazione anodica dinamo a c c.

L'oscillogramma della figura 18 si riferisce alla eterodina alimentata con corrente di accensione alternata a 45 periodi e con corrente anodica fornita dalla dinamo. Essi mostrano come le curve possano divenire assai complicate ed irregolari per effetto della duplice modulazione dovuta alla variabilità della corrente di accensione ed al frastagliamento della corrente anodica.

Questa esperienza ha permesso di constatare la grandissima importanza che ha, per la costanza della frequenza e quindi per la stabilità della nota, la perfetta regolarità della corrente di accensione. Ne fu fatta applicazione nel complesso di S. Paolo di onda di 51 metri, ottenendo immediatamente un cospicuo miglioramento come si rileva dalla figura 15/II).

L'esperienza succitata permette di rendersi anche ragione di alcune irregolarità riscontrate con gli altri complessi e dovute, come si disse, alla sovrapposizione delle modulazioni dovute alla corrente di accensione e di alimentazione.

E' stato, pertanto, deciso di alimentare l'accensione di tutti i complessi della radio S. Paolo con corrente continua e di migliorare considerevolmente la qualità della corrente anodica.

Perciò si è prevista la installazione di una macchina di considerevole potenza (30 kW a 500 periodi) che permetterà di ottenere correnti ben livellate con un rettificatore adatto e un filtro efficace.

II° - Riportiamo da ultimo, a titolo di curiosità, l'oscillogramma rappresentato dalla figura 19 e riferentesi alla grande stazione di Torrenova che, trasmettendo a valvole con onda lunga, genera anche una armonica di lunghezza d'onda di circa 30 metri.

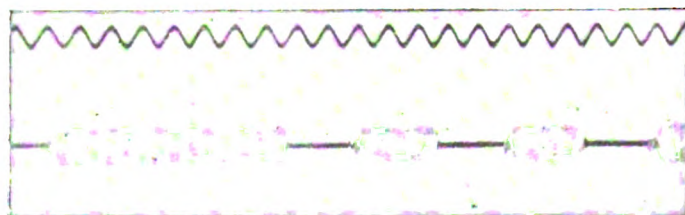


Fig. 19. — Armonica di circa 30 metri lunghezza d'onda della Stazione a valvola di Torrenova (I R H).

E' notevole la perfetta regolarità e costanza della frequenza, e la figura è in apparente contrasto con gli oscillogrammi più sopra citati e inerenti a stazioni radiotelegrafiche che generano direttamente l'onda corta.

\*

Come conclusione delle nostre esperienze è risultato:

1° la necessità di alimentare le valvole trasmettenti, con corrente continua, per l'accensione dei filamenti e con corrente quanto più è possibile livellata, per l'alimentazione anodica, quando si voglia ottenere una frequenza costante, senza ricorrere a speciali dispositivi. Tale necessità è tanto più sentita, quanto più corta è l'onda e maggiore la potenza. Mentre con onde della lunghezza di oltre 1000 m, si ottengono generalmente note musicali, nei ricevitori ad eterodina, perfettamente costanti e pure alimentando i filamenti con corrente a 500 periodi e alimentando gli anodi con corrente esafase raddrizzata ed un modesto filtro, cogli stessi dispositivi, si hanno pessime note e frequenze instabili, con onde inferiori a trenta metri, quando si tratta, specialmente, di apparati di rilevante potenza.

2° la necessità che gli impianti radiotelegrafici ad onda corta siano sistemati in modo da essere immuni da vibrazioni che, provocando spostamenti relativi degli elettrodi, determinano variazioni di capacità tutt'altro che trascurabili rispetto al valore totale della capacità e tali da ripercuotersi in modo sensibile sulla frequenza.

3° la necessità di usare sorgenti di energia separate per l'alimentazione dei filamenti, degli anodi e per i servizi ausiliari, in modo che durante l'esercizio, la corrente di accensione rimanga assolutamente inalterata.

4° che, quando si voglia raggiungere una frequenza assolutamente stabile, sia necessario ricorrere all'oscillatore pilota, con schemi e circuito ben studiati ed accuratamente realizzati. Con ciò, intendiamo riferire alla necessità di un accurato schermaggio e di organi meccanicamente costruiti in modo perfetto, onde evitare spostamenti e vibrazioni.

Speciale cura deve essere posta nell'isolamento delle varie parti del circuito oscillante, piccoli difetti peggiorano sensibilmente la bontà e la stabilità della frequenza.

Perdite sensibili nei circuiti oscillanti rendono necessario forzare la reazione; con forte reazione si ha difficilmente una nota buona.

Giova infine ricordare che attualmente stanno entrando nella pratica gli stabilizzatori a cristallo, che lasciano sperare in una soluzione radicale del problema.

\*

Il presente studio sperimentale è stato eseguito nel laboratorio del R. Istituto sperimentale delle Comunicazioni.

Nel maneggio dell'oscillografo ci è stato di aiuto il meccanico Sig. Arturo Bonanni, addetto al reparto « Studi ed esperimenti ».

## == PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

L'ELETTROTECNICA - Periodico trimensile.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 di ogni mese).

Annate arretrate .....	cad. ....	L. 100,—
	più per postali .....	» 10,—
Abbonamento: per il Regno .....	»	» 100,—
» per l'Estero .....	»	» 200,—
Un numero separato: per il Regno .....	»	» 4,—
» » per l'Estero .....	»	» 8,—
	più per postali .....	» 1,—

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I: Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente (2ª edizione)..... L.	20,—
» » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » » »	

NB. - E in corso di pubblicazione la nuova edizione aggiornata al 1º luglio 1926.

DESCRIZIONE IMPIANTI ELETTRICI. - Fascicoli pubblicati:

- 1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.
- 2° Impianti del Tanaro e Arentino della Società Meridionale di Elettricità.
- 3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.
- 4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.
- 5° Impianto del Temù in Valle Camonica.
- 6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.
- 7° Impianto di Valdo (Soc. Conti).
- 8° Gli Impianti sul Cenischia della Soc. Forze Idrauliche del Moncenisio.
- 9° Impianto del Matese della Società Meridionale di Elettricità.
- 10° Impianto di Galliciano della Società Ligure-Toscana di Elettricità.

(In preparazione):

- 11° Impianto del Tirso della Società Imprese Idrauliche ed Elettriche del Tirso.

Prezzo per ogni fascicolo .....

più per postali .....

Digitized by Google



## □ □ IMPIANTO DEL TIRSO □ □

(Continuazione e fine, v. N. 32, pag. 829)

### Impianto di Busachi.

Come si è già detto, le acque del Tirso, immagazzinate nel lago Omodeo, sono sfruttate, oltrechè nella grande centrale

Nella sala macchine è installato un solo gruppo generatore ad asse verticale con turbina da 3500 kW accoppiata ad un alternatore trifase a 214,2 giri.

Il salto utilizzato è variabile fra un minimo di 13 metri ed un massimo di 18 metri; il valore medio di esso è di 17 metri.

Le acque scaricate dalla turbina sono restituite direttamente al fiume subito a valle della diga attraverso un piccolo tratto di galleria.

L'energia generata viene elevata a 70.000 V e immessa sulle stesse linee alimentate dalla centrale principale.

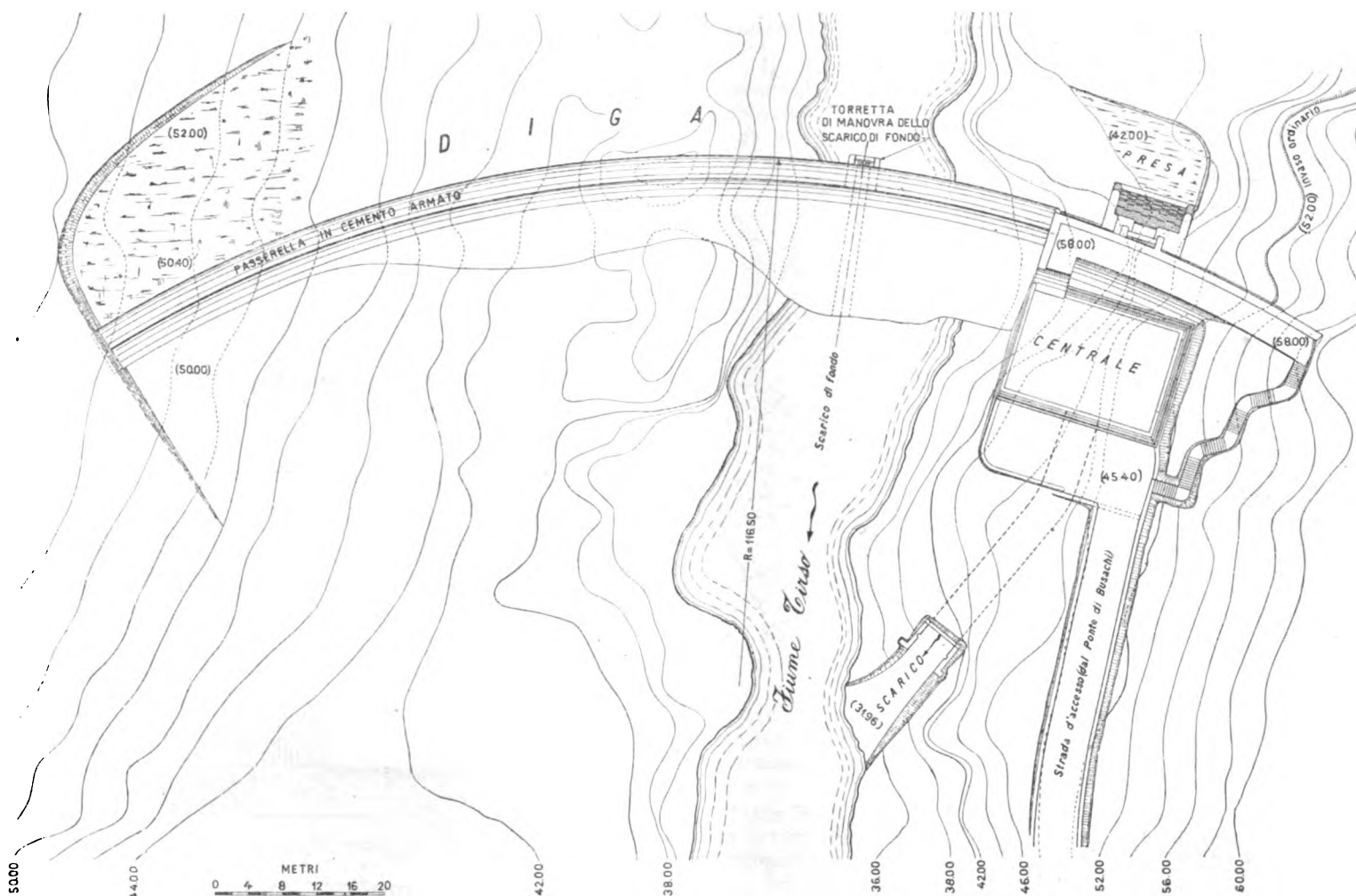


Fig. 42. — Planimetria generale dell'impianto di Busachi.

annessa alla diga del lago, anche in una seconda centrale più a valle dell'altra, detta centrale di Busachi.

Essa si trova circa a 4,5 chilometri a valle della centrale maggiore, immediatamente a monte del ponte per la strada da Busachi a Fordogianus. Nel tratto fra le due centrali, il Tirso non riceve affluenti di qualche importanza e perciò il bacino idrico alimentatore dell'impianto di Busachi non differisce praticamente da quello della centrale superiore.

Il salto per l'alimentazione della unica turbina installata in centrale è creato mediante una diga in muratura con profilo a gravità che sbarrà il fiume producendo un invaso che, in condizioni normali, arriva alla quota 52 sul mare.

Data la conformazione del letto del fiume a monte della diga, il quale è incassato fra pendii piuttosto ripidi, non si produce un bacino di capacità rilevante. Il rigurgito si spinge assai verso monte, fino a raggiungere quasi la diga maggiore, ma la capacità di immagazzinamento così prodotta si riduce a circa due milioni di metri cubi.

Le opere di presa sono disposte nella diga stessa presso la sponda sinistra. Esse sono assai semplici, consistendo in una sola bocca rettangolare avente per un tratto un diaframma, e munita di griglia e di paratoia comandabile automaticamente o a mano.

L'edificio della centrale è costruito a ridosso della diga, immediatamente a valle di essa.

Esiste quindi solo un piccolo tratto di tubazione forzata in cemento armato che attraversa la diga per raggiungere la turbina.

La centrale di Busachi è equipaggiata in guisa da poter funzionare in modo completamente automatico senza alcun personale di sorveglianza.

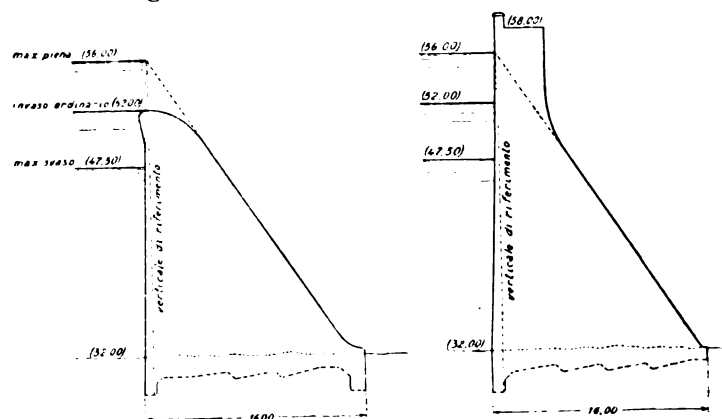


Fig. 43. — Profili normali della diga.

### Diga di sbarramento.

E' del tipo in muratura, con profilo a gravità, a ciglio sfiorante. L'altezza massima sul fondo del fiume è di m 26.

Essa è disposta, in pianta, ad arco di circolo di m 116,50 di raggio; lo sviluppo totale sul ciglio superiore è di circa 150 metri (fig. 42).



Per le fondazioni non sono occorsi scavi molto rilevanti essendosi trovata subito la roccia sana in posto.

I pendii delle sponde e il letto del fiume, nella zona dove si è costruita la diga, sono costituiti da rocce granitiche molto sane e compatte.

Le fondazioni della diga poggiano appunto su questa roccia granitica, immorsandosi in essa mediante grandi riseghe.

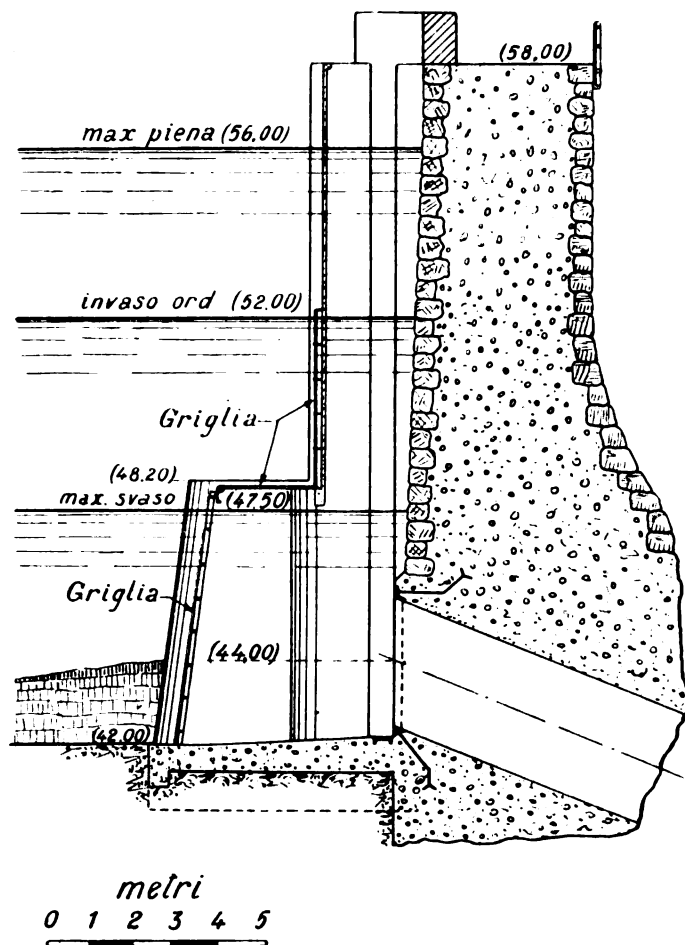


Fig. 44. — Sezione della diga attraverso la bocca di presa.

Anteriormente la diga si prolunga in una unghia di guardia, dello spessore di un metro, e che si interna nella roccia per circa m 3,50. Sui fianchi, la diga si imposta pure saldamente sulla roccia compatta del pendio.

La diga ha un profilo di tipo triangolare. Il paramento a monte ha una leggera inclinazione, di circa 30 su uno; quello a valle è inclinato di 1,5 su 1 (fig. 43).

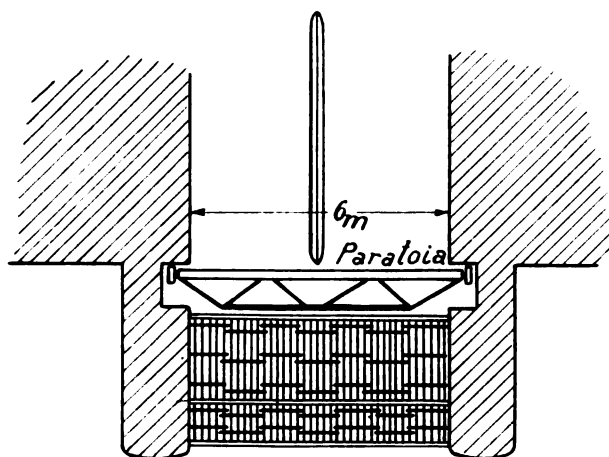


Fig. 45. — Sezione orizzontale della diga in corrispondenza della bocca di presa.

Per la maggior parte della sua lunghezza, la diga è sistemata col ciglio superiore a sfioratore. Il ciglio è disposto a quota 52, corrispondente all'invaso ordinario. La massima piena arriva a quota 56; si ha così una lama stramazante dell'altezza massima di m 4. Il paramento a valle della diga è opportunamente

profilato per accompagnare la vena stramazante. A valle, in corrispondenza alla parte sfiorante, la diga è munita di un'altra unghia di protezione, dello spessore di m 1,20 e profonda 4 m. Il letto del fiume è opportunamente sistemato per impedire lo scalzamento per effetto dell'acqua sfiorante.

Il tratto di diga che si trova in corrispondenza all'edificio della centrale non è naturalmente sistemato a sfioratore.

In questo tratto la diga si eleva fino a quota 58 sul mare ossia di due metri più alta del livello della massima piena. Il paramento a monte si mantiene inclinato fino a quota 56, e diviene verticale sopra tale quota. Il paramento a valle è anch'esso verticale fra le quote 58 e 52,80; si raccorda colla parte più bassa inclinata mediante un tratto sagomato a arco di circolo. Lo spessore minimo della diga in sommità è di m 4, mentre alla base arriva a m 17,80 (fig. 43).

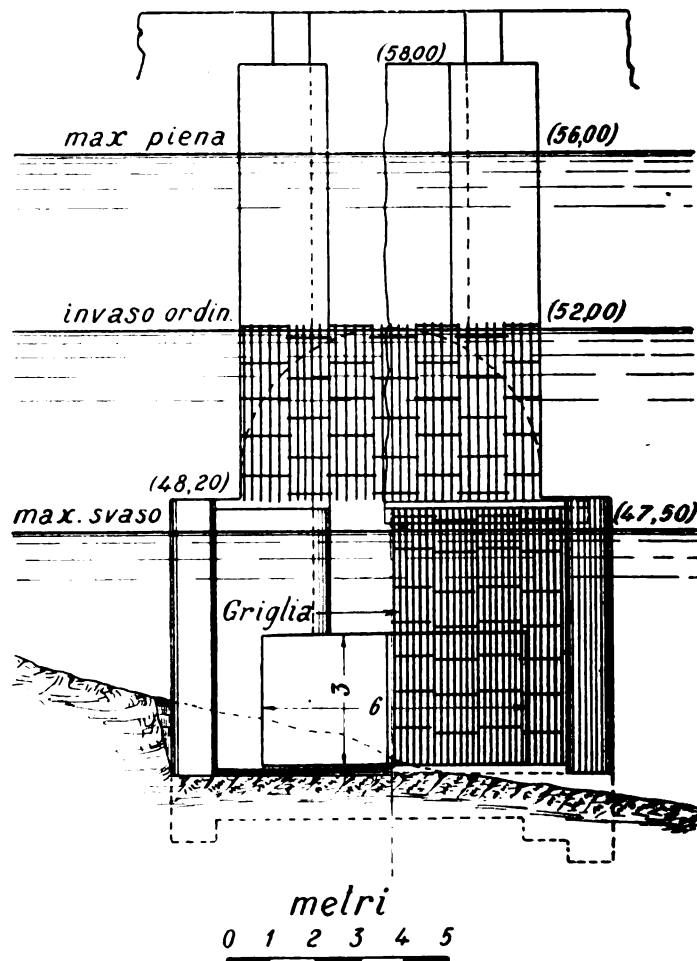


Fig. 46. — Vista da monte della diga in corrispondenza della bocca di presa.

Attraverso la diga, nella parte più depressa del letto del fiume è stato praticato uno scarico di fondo. Esso è costituito da un condotto circolare con l'asse a quota 34 che attraversa tutto lo spessore della diga e scarica nel letto del fiume a valle di essa. L'imbocco del condotto di scarico è comandato da una paratoia piana manovrabile dall'alto della diga (fig. 42).

#### Opere di presa.

Come si è già detto, le opere di presa sono incorporate nella diga stessa. Esse sono sistemate in sponda sinistra, in corrispondenza all'edificio della centrale (fig. 42).

Dal corpo della diga si avanzano verso monte due speroni in muratura lunghi circa 6 metri ed alti m 6,20, paralleli fra loro e lontani metri 8 fra loro. Essi delimitano così una specie di camera di presa rettangolare, il cui fondo è costituito da una gettata in calcestruzzo.

La camera è aperta anteriormente e nella sua parte superiore; l'accesso dalla parte anteriore è protetto da una griglia inclinata e quello dall'alto è protetto da un'altra griglia disposta orizzontalmente.

Sulla parete posteriore della camera di presa si apre il canale di carico della turbina. L'imbocco di esso si trova a quota 44 sul mare ed è comandato da una paratoia piana la quale può



essere manovrata dall'alto per mezzo di un apposito pozzo di manovra in calcestruzzo, costruito a ridosso della diga in corrispondenza alla camera di carico. La disposizione è chiaramente indicata nelle figure 44, 45 e 46.

Il canale di carico è rettangolare delle dimensioni di metri  $6 \times 3$  ed ha nel primo tratto un settore verticale che divide il canale in due canali circa  $m\ 3 \times 3$ . Detto canale ha un andamento inclinato con una pendenza di 4 su 5. E' lungo complessivamente 18 metri (fig. 49).

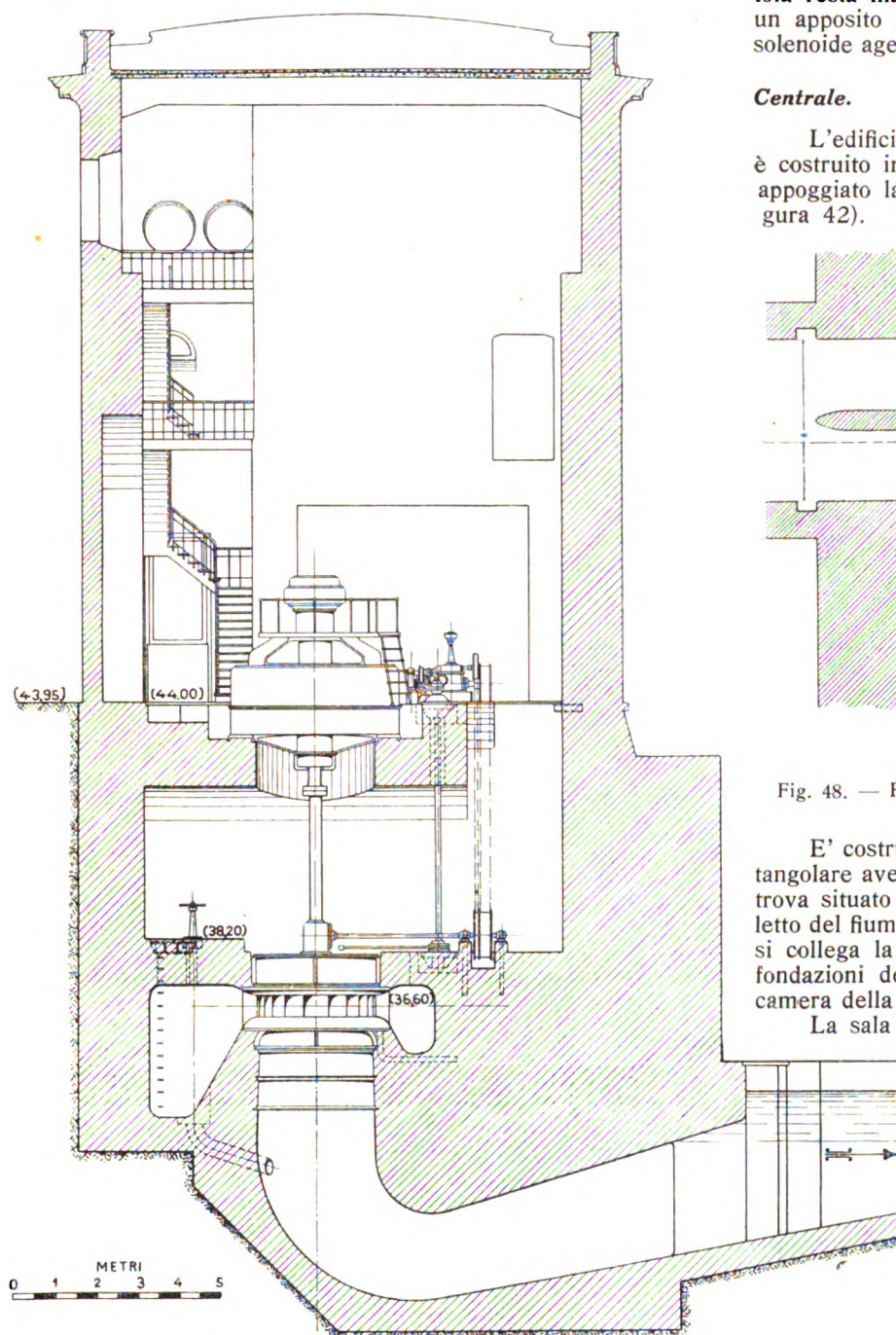


Fig. 47. — Sezione della centrale in corrispondenza all'asse del canale di scarico.

E' costruito in calcestruzzo armato e costituisce una tubazione indipendente la quale attraversa lo spessore della diga e le murature della centrale per mezzo di apposito cunicolo coperto con una serie di volte a botte a generatrici orizzontali e disposte a gradinata.

All'inizio del canale di carico abbiamo una paratoia a battente, a diaframma piano scorrevole su quattro ruote, e comandata con motore elettrico oppure a mano. La paratoia chiude una luce di  $m\ 6 \times 3$  (fig. 45).

La paratoia consiste di un diaframma piano sostenuto da travi orizzontali a traliccio collegate alle due estremità da travi a cassone entro le quali sono sistemate le rotelle di scorrimento in numero di due per parte.

La tenuta laterale e superiore è assicurata con guarnizioni di cuoio fissate sul diaframma mobile e che scorrono lateral-

mente su ferri a C incastrati nelle sponde in muratura, e superiormente sulla parete, pure in muratura, del diaframma fisso. La tenuta sul fondo è ottenuta con una trave di legno fissata alla paratoia e poggiante su un ferro profilato ancorato nella soglia di fondo.

Il sollevamento delle due paratoie è fatto mediante catene, da un argano unico. La chiusura si compie automaticamente per il peso della paratoia stessa.

Il sollevamento può avvenire automaticamente e la paratoia resta mantenuta nella posizione di sollevamento mediante un apposito freno comandato elettricamente per mezzo di un solenoide agente sull'argano di manovra.

### Centrale.

L'edificio della centrale di Busachi è assai semplice. Esso è costruito in sponda sinistra del fiume, addossato alla diga e appoggiato lateralmente al pendio della falda della collina (figura 42).

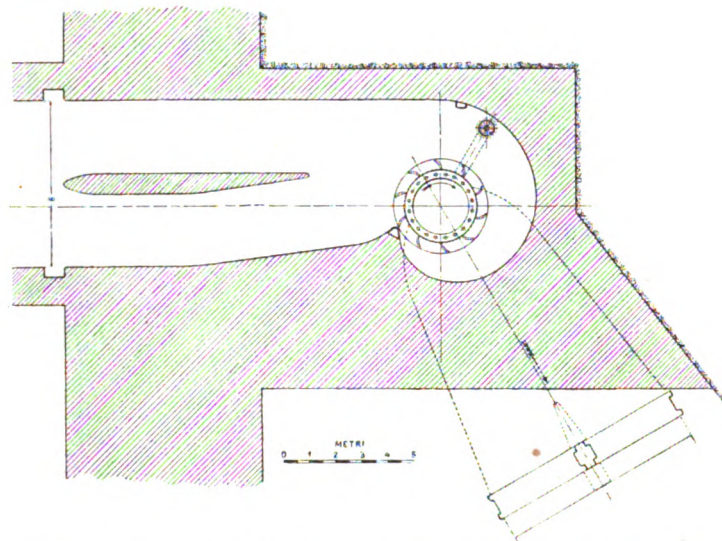


Fig. 48. — Pianta delle fondazioni con canali di presa e di scarico.

E' costruito in muratura e cemento armato, con pianta rettangolare avente il lato maggiore normale alla diga. L'edificio si trova situato a mezza costa ed è sostenuto dalla parte verso il letto del fiume da un grosso muraglione in calcestruzzo, al quale si collega la grande gettata di calcestruzzo che costituisce le fondazioni della centrale e dentro alla quale sono ricavati la camera della turbina e il canale di carico e scarico.

La sala macchine, di  $m\ 10$  per  $13$ , ha il pavimento alla quota 44 sul mare. Essa, come già si è accennato contiene un solo gruppo generatore ad asse verticale, il quale è installato alquanto eccentricamente rispetto alle mezzerie del locale (figura 50).

La ruota della turbina ha la sua mezzeria a quota 36,60 sul mare.

Sotto il pavimento della sala macchine, è ricavato un altro locale, col pavimento a quota 38,20 e al quale si accede dall'a sala macchine mediante una apposita botola e una scaletta in cemento armato (figg. 47 e 48).

In questo locale sotterraneo passa l'albero verticale di collegamento della turbina e dell'alternatore. A livello del pavimento di esso si trovano le leve di comando del distributore della turbina, comandate per mezzo di due leve orizzontali, da apposito albero verticale connesso al regolatore che è installato nella sala macchine (figg. 47, 48 e 50).

Il regolatore della turbina a sua volta prende il movimento per mezzo di un albero orizzontale situato nel locale inferiore che si innesta con ingranaggio conico all'albero verticale, e che porta una puleggia la quale comanda, con cinghia inclinata la puleggia del regolatore sovrastante.

Nel locale inferiore è pure installato il volantino di comando della valvola installata sul fondo della camera a spirale della turbina e che consente di vuotare completamente la camera stessa.

Il basamento dell'alternatore nella sala macchine poggia su una robusta volta in calcestruzzo che costituisce parte della copertura del sottostante locale.



La camera a spirale della turbina è ricavata nel blocco di calcestruzzo di fondazione. Ad esso si raccorda opportunamente il canale di carico, il quale, nella maggior parte del suo percorso è diviso in due parti da un setto longitudinale.

La tenuta alla fine della camera spirale, fra lo spigolo di questa e la girante, è garantito da uno

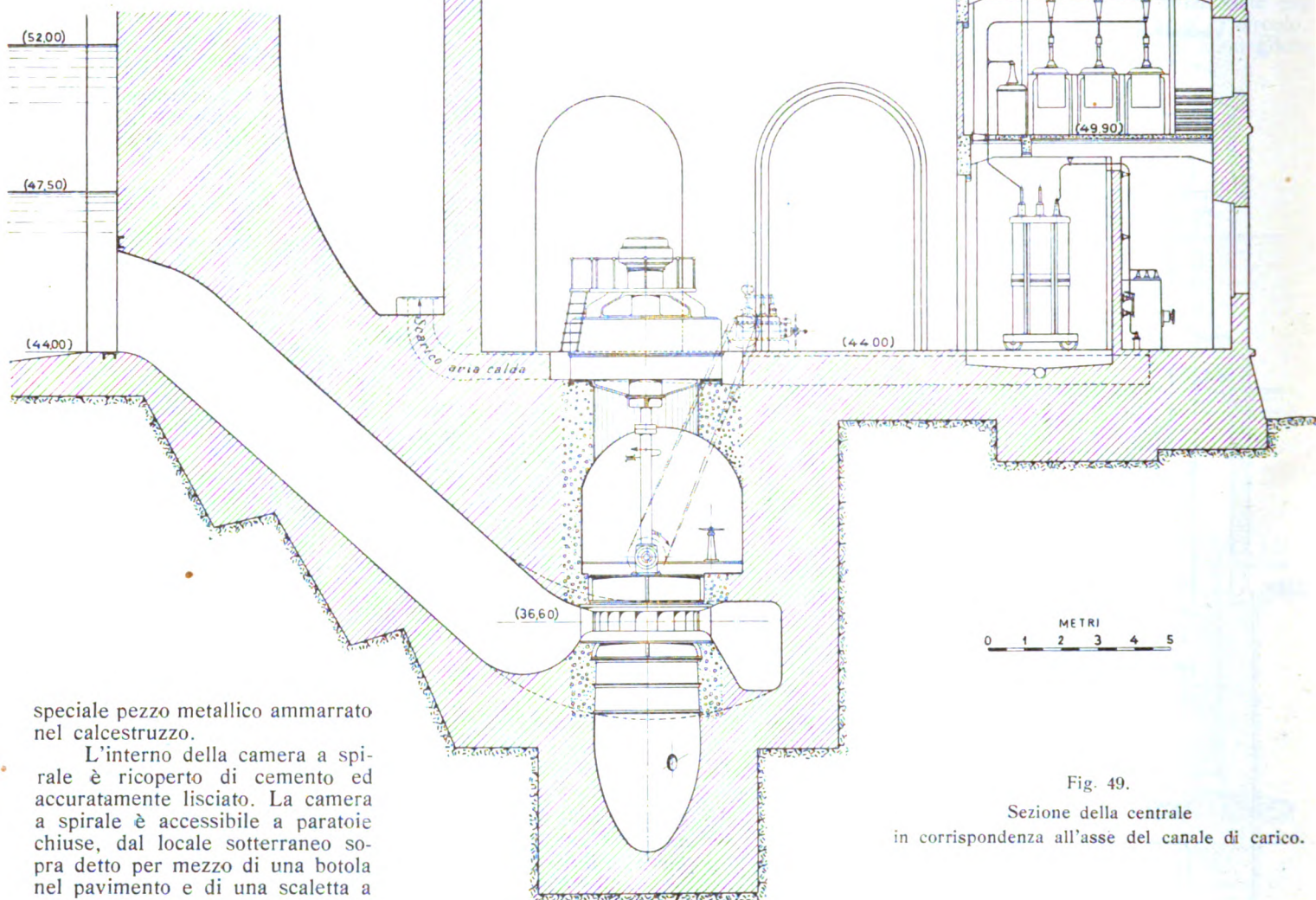


Fig. 49.  
Sezione della centrale  
in corrispondenza all'asse del canale di carico.

speciale pezzo metallico ammassato nel calcestruzzo.

L'interno della camera a spirale è ricoperto di cemento ed accuratamente liscio. La camera a spirale è accessibile a paratoie chiuse, dal locale sotterraneo sopra detto per mezzo di una botola nel pavimento e di una scaletta a muro.

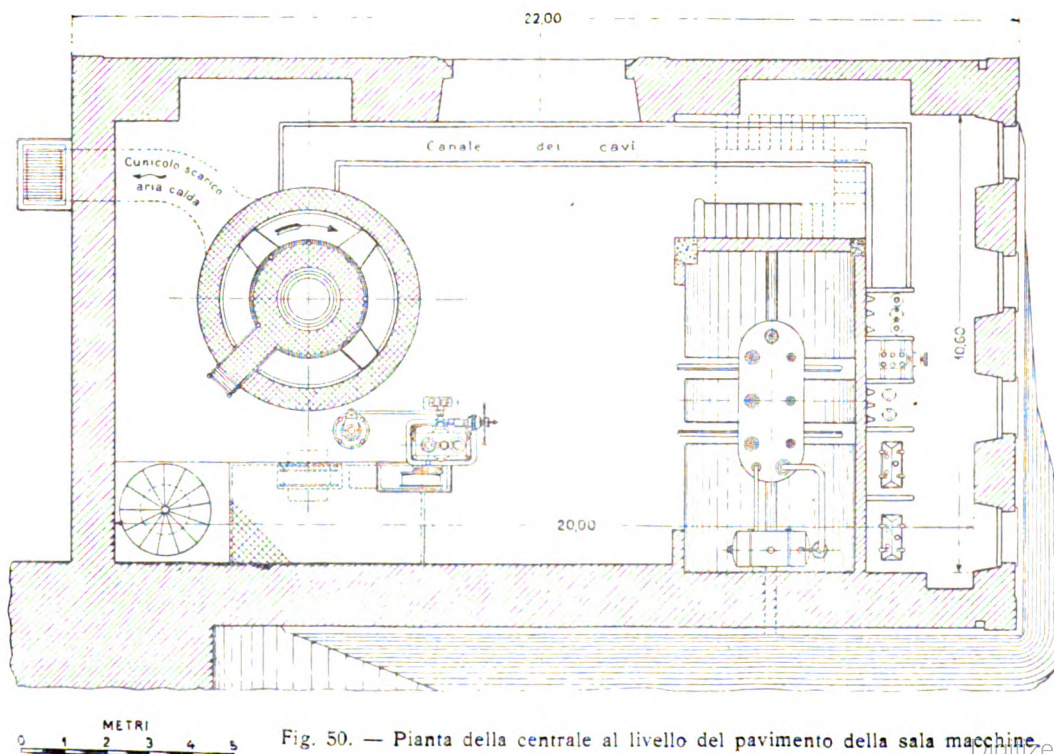


Fig. 50. — Pianta della centrale al livello del pavimento della sala macchine.

Il canale di scarico della turbina, per il primo breve tratto è verticale con diametro di m 2,80. Esso si ripiega a gomito, e cambia progressivamente di sezione passando ad una forma ellittica sempre più eccentrica verso la bocca di uscita. Il livello medio di scarico, è a quota 35 sul mare.

La direzione del canale di carico è obliqua rispetto a quella del canale di scarico. I due assi fanno fra loro un angolo di  $120^\circ$  (fig. 48).

Presso allo sbocco all'aperto del canale di scarico, entro di esso è costruito uno sperone longitudinale che lo divide in due parti: appositi gargami praticati nello sperone mediano e sulle pareti laterali del canale permettono di chiudere, in caso di forti piene, l'accesso al canale di scarico (fig. 47).

La sala macchine è servita da una gru a ponte della portata di 30 tonnellate.

In continuazione colla sala macchine, sul lato dell'edificio rivolto verso il corso del fiume, si



trovano la cella del trasformatore e i locali per i circuiti elettrici (figg. 47, 49, 50 e 52).

A piano terreno è installato il trasformatore, in una cella di m 4 per 7,45, aperta anteriormente verso la sala macchine.

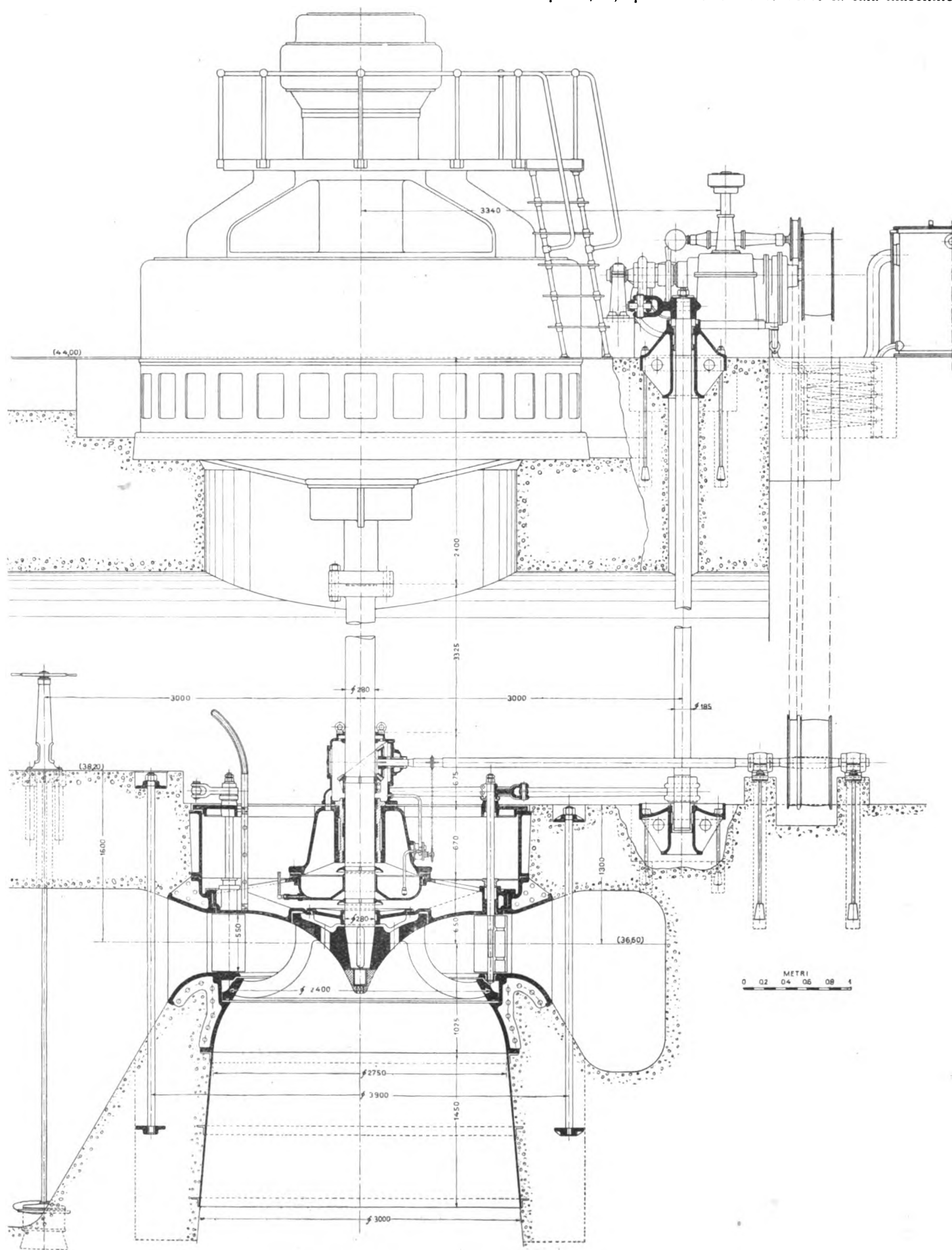


Fig. 51. — Sezione verticale del gruppo generatore.

Turbina da 3500 kW;  $H = 17$  m.;  $Q = 25$  m<sup>3</sup>/1'';  $N = 214,2$  giri al 1'. Alternatore da 4500 kVA;  $\cos \varphi = 0,7$ ; 4400/5600 V; 50 periodi.

Questa parte dell'edificio è divisa in due piani, coi pavimenti rispettivamente a quote 49,90 e 59,10 sul mare. Ad essi si accede con una scala sistemata in un angolo dell'edificio.

Dietro la cella del trasformatore è ricavato ancora un altro locale di servizio (fig. 50).

Nei due piani superiori si sviluppano i circuiti elettrici.



### Turbina idraulica.

Venne fornita dalla Società Tosi-San Giorgio, ed è, come si è detto, ad asse verticale. Essa risponde alle seguenti caratteristiche: salto medio di 17 metri; portata di 25 metri cubi per secondo; giri 214,2; potenza media 3500 kW (fig. 51).

La caduta utilizzabile è però variabile fra 14 e 18 metri, e la potenza sviluppata varia naturalmente in relazione.

La girante è del tipo Francis extra rapido con pale in lamiera di acciaio riportate sul mozzo. L'albero è pure in acciaio fucinato. La turbina è sostenuta da un supporto di sostegno tipo Michell con sedia in ghisa, fissato alla parte superiore della carcassa dell'alternatore e capace di sopportare un peso complessivo di 75 tonnellate.

La cassa a spirale, come è stato già detto, è costruita in calcestruzzo. Essa è completata da un doppio anello a muro in ghisa e da un coperchio superiore a doppia parete, smontabile, in quattro pezzi.

La lubrificazione è assicurata da una apposita pompa ad olio. Le pale mobili del distributore sono in ghisa, con perni in acciaio e sono comandate, come si è detto, da apposito meccanismo situato superiormente alla girante, fuori acqua.

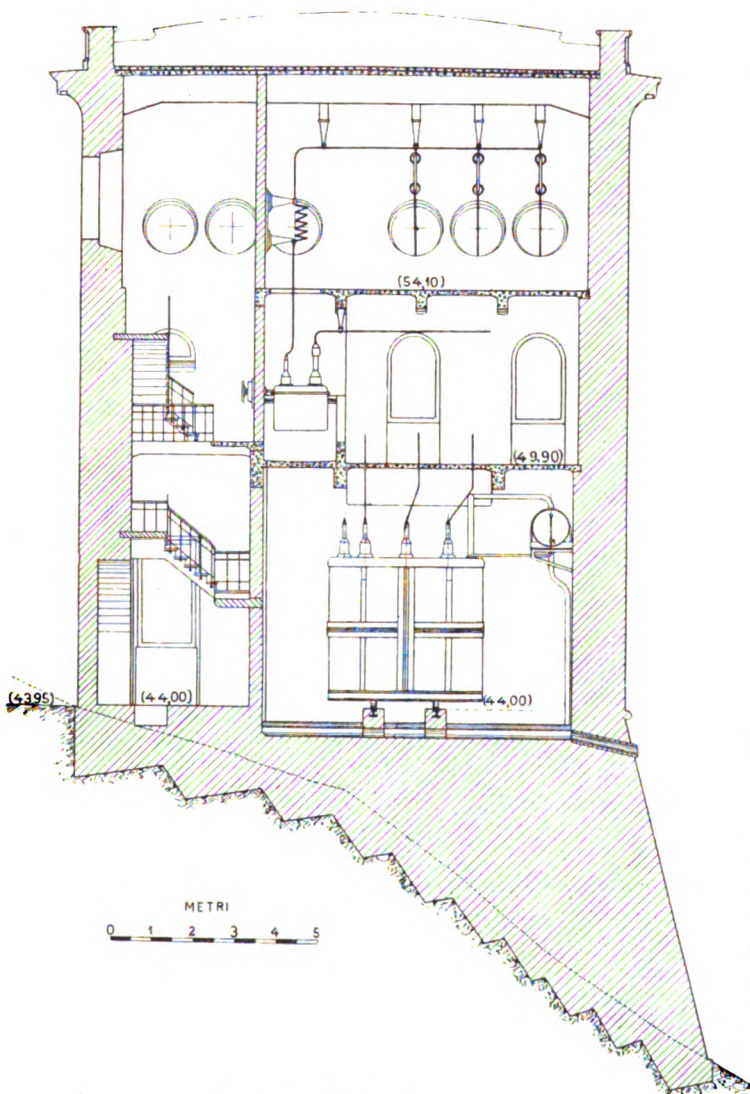


Fig. 52. — Sezione della centrale in corrispondenza del locale dei trasformatori.

La turbina è provvista di apparecchio di regolazione proporzionato per un  $P D^2$  di 130.000 kg m<sup>2</sup>. La regolazione del carico può essere fatta a mano in posto, oppure a distanza, dalla centrale principale a monte, per mezzo di appositi fili pilota.

I rendimenti della turbina nelle condizioni di salto medio di 17 metri, e in diverse condizioni di carico, sono i seguenti:

Carico di	4/4	3/4	2/4
rendimento $\eta$	79 %	80 %	71 %

La turbina è provvista dei dispositivi per il funzionamento automatico e per il comando a distanza.

### Alternatore.

È di costruzione Brown Boveri, ad asse verticale, delle seguenti caratteristiche:

Potenza resa ai morsetti, per servizio continuo, 4500 kVA, pari 3150 kW con  $\cos \varphi = 0,7$ ; Velocità 214 giri; Frequenza 50 periodi; Tensione composta ai morsetti variabile fra 4400 e 5600 volt, restando costante la potenza di 4500 kVA.

L'alternatore ha 28 poli. Il peso complessivo della macchina è di 70.000 kg.

I rendimenti garantiti sono del 94,5 per cento a pieno carico e  $\cos \varphi = 0,7$ , e del 92 per cento a mezzo carico.

L'alternatore può sopportare la velocità di fuga della turbina, che è di 380 giri al minuto.

### Trasformatore.

È di costruzione San Giorgio. Trifase in olio, a raffreddamento naturale in aria, provvisto di conservatore d'olio, della potenza di 4500 kVA in servizio continuo, frequenza 50 periodi, rapporto di trasformazione 5000/70.000 a pieno carico  $\cos \varphi = 0,8$ . I collegamenti del primario sono a triangolo, e quelli del secondario a stella con morsetto neutro portato all'esterno.

Le perdite nel ferro ammontano a circa 28.000 watt, e quelle nel rame a circa 38.000 W.

Il rendimento a pieno carico, è di:

$$\begin{aligned} \eta &= 98,55 \% & \text{a } \cos \varphi &= 1 \\ \eta &= 98,20 \% & \text{a } \cos \varphi &= 0,8. \end{aligned}$$

La tensione di corto circuito è circa dell'8 %.

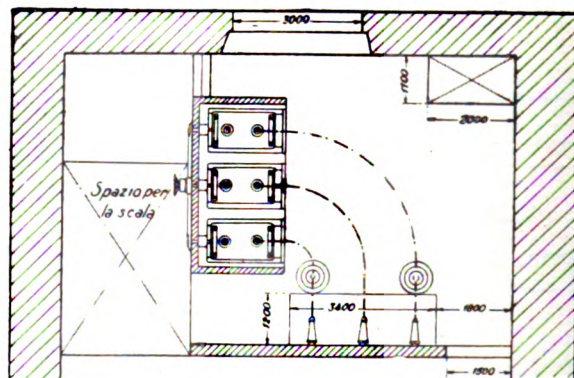


Fig. 53. — Pianta della centrale in corrispondenza del locale degli interruttori.

La sopraelevazione massima di temperatura negli avvolgimenti a pieno carico continuo, è di 55°, sopra l'ambiente supposto a 40°.

Il trasformatore è provvisto di serbatoio d'olio.

### Automatismo.

La centrale di Busachi è automatica con generatore sincrono. La centrale pilota è quella del Tirso dove si hanno a disposizione quattro pulsanti rispettivamente per l'avviamento della centrale, per la fermata, per aumentare il carico e per diminuirlo.

Per l'avviamento si preme il relativo pulsante il quale, agente su un elettromagnete, fa attaccare l'interruttore del motore della paratoia; quando la paratoia è stata completamente alzata, un fine corsa provvede a distaccare l'interruttore dal motore, mentre la paratoia resta assicurata in quella posizione da un freno che è comandato da un elettromagnete.

Poichè è previsto che il distributore della turbina resti permanentemente aperto di quel tanto che è necessario per l'avviamento del gruppo, appena che la paratoia si apre, il gruppo si mette in marcia ed un relais invertitore provvede a far oscillare lentamente la velocità del gruppo tra il 3 % in più ed il 3 % in meno della velocità di sincronismo, finchè in una di queste oscillazioni, l'apparecchio per il parallelo automatico fa entrare in parallelo la centrale.

Quando la centrale è entrata in parallelo, il carico viene regolato cogli altri due appositi bottoni pulsanti.

Per fermare la centrale si preme il relativo pulsante col quale si provvede a far scattare l'interruttore dell'elettromagnete del freno della paratoia, così, mentre la centrale va fuori di parallelo, la paratoia si abbassa ed il gruppo si ferma restando



sempre il distributore della turbina aperto di quanto occorre per avviare di nuovo il gruppo.

La centrale è provvista, oltre che dell'apparecchio per il parallelo automatico, anche del regolatore automatico di tensione, del limitatore di corrente, del relais a ritorno di energia, dei relais di massima. Inoltre ci sono i termometri in ogni cuscinetto, regolati in maniera che qualora la temperatura di un cuscinetto salisse oltre un certo limite, automaticamente la centrale sarebbe messa fuori parallelo. Qualora la centrale vada fuori parallelo, per eccessivo riscaldamento dei supporti o del trasformatore, cioè per un inconveniente per il quale si desidera che ci sia l'intervento del personale per le opportune verifiche, allora è fatto in modo che scatti anche l'interruttore sull'alta tensione che non può essere riattaccato che a mano.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### ELETTROFISICA.

L. C. GRONDAHL e P. H. GEIGER — **Un nuovo rettificatore elettronico.** (J. A. I. E. E., Vol. XLVI, marzo 1927, N. 3, pag. 215).

Durante alcune esperienze, gli Autori osservarono che, disponendo di una lastra di rame superficialmente ossidata, e facendovi passare corrente in direzione normale alla superficie di separazione fra rame e ossido, la corrente stessa trova una resistenza più o meno elevata a seconda che è diretta dal rame all'ossido o in direzione contraria. Il fenomeno rilevato sembrò così interessante, che parve opportuno compirne uno studio approfondito; da esso risultò la possibilità di costruire un nuovo tipo di rettificatore.

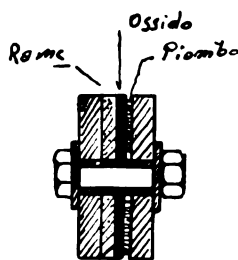


Fig. 1.

Questo consiste in un numero variabile di elementi riuniti convenientemente, ognuno dei quali è costituito da un disco di rame, su cui è stato formato un sottile strato di ossido. Al fine di ottenere una buona connessione elettrica con lo strato di ossido questo è premuto fortemente, per mezzo di una chiavarda passante, da un disco di piombo, come si vede nella fig. 1. L'elemento costruito dagli AA. ha un diametro di 38 mm; esso fornisce una f. e. m. continua di circa 6 volt, e una corrente che, a seconda della ventilazione più o meno forte, presenta una densità variabile fino a un valore che sembra opportuno non superare di 0,35 ampere per cm<sup>2</sup>. La connessione del rettificatore è quella classica (fig. 2 a, b); la seconda disposizione evita la presa dal centro del trasformatore.

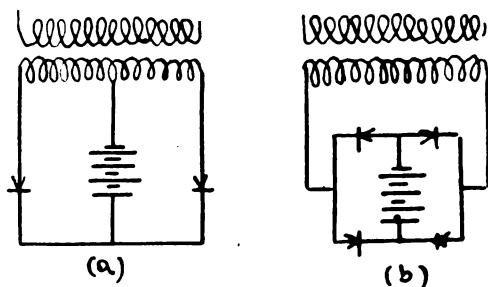


Fig. 2.

Per ottenere un valore qualunque di tensione e di corrente, si può riunire un certo numero di elementi in serie e in parallelo. La fig. 3 rappresenta un rettificatore costituito da quattro elementi, corrispondenti allo schema della fig. 2 b.

Le curve della fig. 4 rappresentano la caratteristica volt-ampere dell'apparecchio. Si noti che nel quadrante negativo le ordinate sono in una scala 500 volte maggiore che nel quadrante positivo. Le figure 5 rappresentano la resistenza in funzione della tensione a seconda della direzione della corrente; nel senso contrario a quello di rettificazione (a) si ha che col crescere della tensione applicata la resistenza cresce fino ad un massimo, quindi va lentamente diminuendo;

nel senso in cui la corrente viene rettificata (b) la resistenza diminuisce in modo rapidissimo seguendo una legge che si può ritenere esponenziale, quindi, da un certo valore della tensione in poi, la resistenza va diminuendo lentamente; in quest'ultimo diagramma le ordinate sono 200 volte minori di quello precedente. Il rapporto di rettificazione è ottenuto facendo il rapporto, per ogni valore della f. e. m., fra le resistenze corrispondenti nei due sensi (fig. 6). Del rendimento

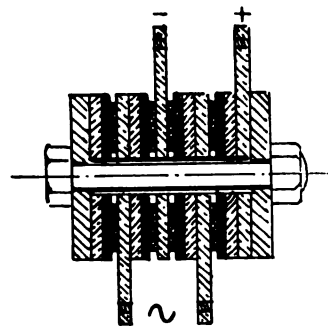


Fig. 3.

del rettificatore si ha un'idea per mezzo della fig. 7, che si riferisce a un dispositivo come quello in fig. 3.

Il numero di elementi richiesti per una data potenza varia a seconda del raffreddamento più o meno energico, poiché crescendo questo, cresce la intensità che si può richiedere. Nota quale è la potenza che l'apparecchio deve fornire e fissata quale è la potenza per

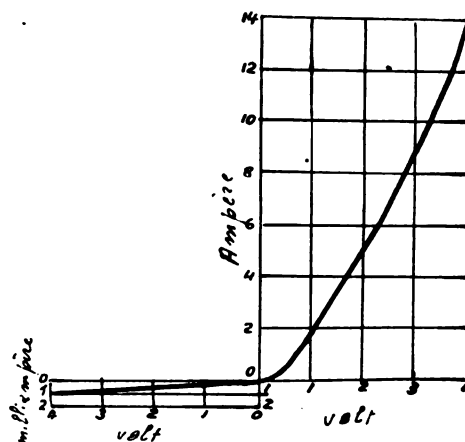


Fig. 4.

ciascun elemento, rimane noto il numero totale di elementi di cui il rettificatore deve essere composto. Per ottenere il massimo rendimento, essendo nota la tensione che si desidera, si dividerà tale tensione per quella di massimo rendimento: si ha così il numero di elementi da disporre in serie. Adoperando il rettificatore per pochi decimi di ampere, come si richiede per l'alimentazione di tubi a vuoto, è opportuno ricorrere ad elementi di diametro inferiore a quelli normali.

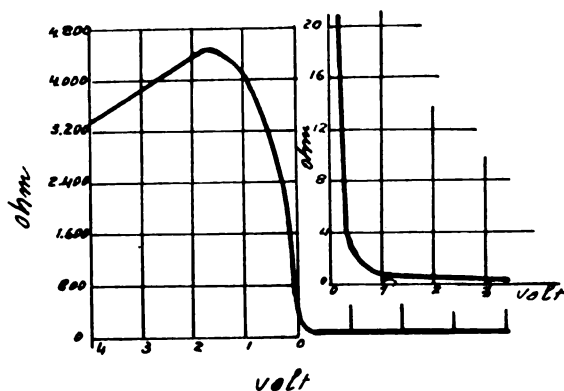


Fig. 5.

Furono ricavati oscillogrammi durante l'uso dell'apparecchio nella carica di accumulatori; è notevole l'ottimo andamento delle fluttuazioni della corrente. Il fattore di forma dell'onda rettificata è variabile tra 1,13 e 1,25. L'effetto della temperatura sulla variazione di potenza è quasi trascurabile. La regolazione della tensione si può facilmente ottenere variando il numero degli elementi connessi in serie-parallelo come è correntemente praticato nelle batterie di accumulatori.

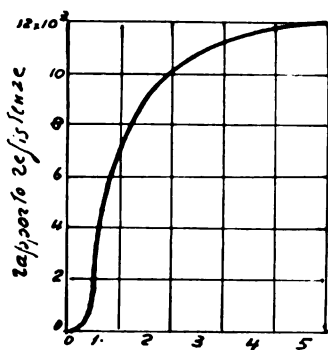
Il rettificatore in varie prove fu usato sempre con ottimi risultati, per frequenze variabili tra le industriali e quelle di 3.000.000 di pe-

riodi. Al di sopra di 100.000 periodi si nota l'influenza della capacità elettrostatica del sistema.

L'apparecchio descritto per quanto richiami per certe somiglianze altri dispositivi, ha un comportamento affatto diverso da questi non foss'altro per il fatto che può fornire potenze rilevanti, e ancora perchè sembra che la rettificazione abbia luogo su tutta l'area affacciata all'ossido di rame e non localizzata in punti parziali.

Anche le teorie avanzate fino ad oggi sui vari rettificatori per contatto sembra falliscano a spiegare l'andamento del fenomeno. Così si dica della teoria termoelettrica, sia perchè è assai difficile immaginare che abbia luogo una differenza di temperatura fra le due superfici del sottilissimo strato di ossido sia ancora perchè l'eventuale corrente termoelettrica sarebbe diretta in senso contrario a quello della corrente rettificata. Anche la teoria elettrolitica e quella dello Schottky sembrano incapaci a dare una spiegazione appena grossolana del fenomeno osservato.

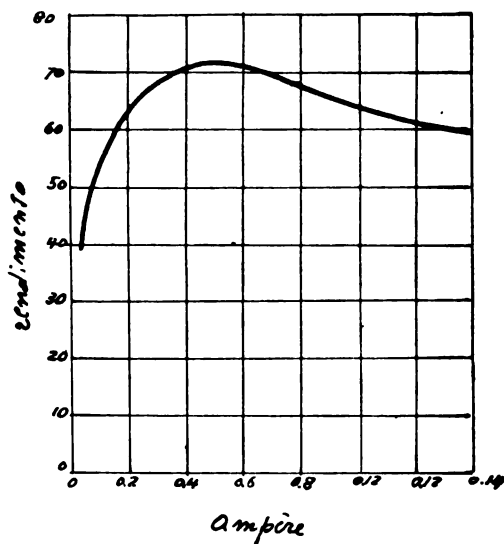
Uno degli AA. ha sviluppato una teoria, nella quale si suppone che possa avere luogo il trasporto di elettroni dall'una all'altra sostanza per effetto della differenza di potenziale che si viene a stabilire a cagione del loro contatto. Il rame si comporterebbe in ultima analisi come il filamento caldo del tubo a vuoto mantenendo un eccesso di elettroni sull'ossido. Appena una f. e. m. esterna di direzione contraria a quella dell'ipotetico flusso elettronico viene applicata al rettificatore, si ha tendenza ad impedire questa corrente di



volts  
Fig. 6.

elettroni, per modo che questi vengono a concentrarsi sulle superfici del rame, determinando così una f. e. m. capace di alterare il valore normale della resistenza dell'elemento fino a far diventare questa così elevata come è stato veduto. Gli AA. si propongono di fare ricerche ulteriori atte a confortare questa teoria.

Gli AA. preconizzano l'uso del rettificatore per scopi diversissimi, che vanno dall'uso dell'apparecchio per la carica degli accumulatori, fino a strumento intermedio per misure di precisione sulla corrente alternata. Così nell'ondometro il rettificatore sostituisce efficacemente l'uso della coppia termoelettrica. In queste misure di pre-



Ampere  
Fig. 7.

cisione, si deve tenere conto della variazione di resistenza che si viene a determinare per effetto di una variazione della temperatura. L'apparecchio deve essere protetto dalla luce, perchè anche questa produce un'alterazione di resistenza e una certa forza elettromotrice dovuta a un probabile effetto fotoelettrico. Per gli usi radiotelegrafici gli AA. costruirono alcuni apparecchi che vengono a sostituire in modo soddisfacente le batterie di pile e di accumulatori. Con una buona ventilazione 200 elementi hanno fornito la potenza di un kilowatt occupando uno spazio di circa 6 dm<sup>3</sup>. Come si vede, anche per potenze relativamente elevate, sembra che tali raddrizzatori possano acquistare importanza.

C. Ai.

## TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

L. AGUILLON e G. VALENSI — **La trasmissione telefonica in una grande città moderna e nei suoi dintorni esaminata dal punto di vista economico.** (Telegrafi e Telefoni, agosto 1926, anno VII, N. 28, pag. 227).

Per dare un'idea dell'importanza dei problemi economici che si debbono considerare nell'impianto di una rete telefonica di una grande città moderna, gli autori prendono a considerare, come es., una grande capitale europea, Parigi. La popolazione di Parigi di tre milioni di abitanti circa nella città, e 1.350.000 nei sobborghi, ha oggi 3-4 telefoni ogni cento abitanti. Con ogni probabilità, la popolazione sarà, fra dieci anni (1935), di 4.800.000 abitanti; e ammettendo un aumento annuo di apparati telefonici dell'8% all'interno della città, e del 9% all'esterno, si avranno nel 1935, 8 telefoni ogni cento abitanti nell'interno, 3-4 telefoni ogni cento abitanti nei dintorni.

Dovendo far fronte a un tale sviluppo telefonico, sarà necessaria la posa di nuove linee, per le quali si può prevedere una spesa totale di 280.000.000 di franchi, da spendere in dieci anni. A questa spesa vanno aggiunte, la spesa di 26.800.000 di franchi per nuovi apparecchi per abbonati e sostituzione dei vecchi con apparecchi automatici; e inoltre le spese di 60.000.000 per i posti d'abbonato e 280 milioni per linee ausiliarie e linee di abbonati, volendo la trasformazione completa del sistema manuale in automatico.

Considerando l'importanza dei capitali necessari per iniziare e realizzare simili lavori, si comprende la necessità di studi economici che permettano la determinazione della soluzione tecnica più vantaggiosa, quando siano fissate a priori la qualità di servizio desiderato (durata media per stabilire una comunicazione, e numero di chiamate non effettuate durante le ore di maggior traffico), e la qualità della trasmissione (volume di voce trasmessa e chiarezza della conversazione).

Nel progetto di massima della rete telefonica parigina verranno studiati i seguenti punti: a) Impianto di centrali necessarie per soddisfare nel modo più economico al servizio telefonico previsto: per ciascuna centrale sarà definita una zona nettamente delineata; b) Installazione di ciascuna centrale, relativa ad una determinata zona, nel miglior modo possibile, che permetta cioè di assicurare il servizio nelle condizioni più economiche riguardo al prezzo dei cavi sotterranei, al prezzo dei terreni, dei fabbricati, ecc.; c) Tracciati lungo i quali si dovranno posare fin dall'inizio condutture per linee sotterranee (che permettano di collegare fra loro le centrali e queste agli abbonati presenti e futuri nel modo più economico possibile) e numero di linee da espletare fin dall'inizio in ciascuno di questi cavi sotterranei; d) Tipo di cavi e di condutture aeree da impiegare in ciascun caso particolare per la costituzione di linee ausiliarie o per l'impianto di linee d'abbonato.

Alla base di tale progetto di massima deve stare uno studio commerciale dello sviluppo di una rete. Si dovrà prevedere per ciascun quartiere la popolazione futura e la sua distribuzione, il carattere di questa popolazione e il traffico commerciale che essa fornirà probabilmente dal punto di vista delle varie categorie del servizio telefonico. Le cifre ottenute da un censimento sulle condizioni attuali, messe a confronto con quelle degli ultimi dieci anni, permetteranno di descrivere le curve dello sviluppo telefonico durante gli ultimi dieci anni e di prevederne l'andamento nei dieci anni futuri.

Bisognerà quindi stabilire il tipo d'apparecchio (automatico, p. es.) che si collocherà presso tutti gli abbonati, apparecchio che dovrà soddisfare alle condizioni di efficacia e di chiarezza delle conversazioni e permettere una buona trasmissione e ricezione.

Altro studio tecnico da fare è quello del tipo di impianto da installare nell'Ufficio Centrale, con commutatore manuale o automatico, e in questo ultimo caso decidere il sistema che si adotterà in modo uniforme in tutta la rete urbana: meccanismo dei preselettori, selettori, organi registratori o ripetitori, ecc.

Scelto il tipo d'apparecchio per abbonato ed il sistema di comunicazione si fissa lo «standard di trasmissione» da realizzare nelle comunicazioni urbane e interurbane, e lo «standard di servizio» da realizzare nello svolgimento del traffico urbano. Si chiama «standard di trasmissione» l'attenuazione totale massima che deve esistere fra due abbonati qualunque, collegati per una comunicazione urbana, o tra un abbonato qualunque e la centrale interurbana nel caso di una comunicazione interurbana nazionale od internazionale.

Lo «standard di trasmissione» viene fissato in base a considerazioni economico-commerciali, ai bisogni del pubblico, e all'esperienza telefonica e la miglior soluzione del problema dal punto di vista del costo si ha soltanto dopo studi accurati ed esperimenti in laboratorio sui vari mezzi possibili per realizzare praticamente i vari standards di trasmissione previsti.

Tenuto presente che quanto minore è lo standard di trasmissione tanto migliore è la conversazione e tanto maggiore è il costo della trasmissione e difficile la sua realizzazione commerciale, sarà necessario adottare una trasmissione molto efficace per le comunicazioni urbane, e adottare uno standard di trasmissione maggiore per le interurbane.

A titolo d'esempio, gli standard di trasmissione adottati dall'Ufficio Britannico nella regione londinese sono:

a) Comunicazione urbana fra due abbonati di una stessa centrale: 20 miglia di cavo standard al massimo; fra due abbonati collegati a centrali differenti, distanti l'uno dall'altro dieci miglia a volo



d'uccello (15 km): 20 m. c. s. al massimo; fra due abbonati collegati a centrali differenti la cui distanza a volo d'uccello sia compresa fra 10 e 50 miglia (15 e 75 km): 30 m. c. s. al massimo.

b) Comunicazione interurbana: l'insieme dei circuiti colleganti un abbonato qualunque della regione londinese alla centrale interurbana non deve avere un equivalente superiore a 5 m. c. s. quando la somma delle distanze a volo d'uccello, fra l'abbonato e la centrale urbana e tra questa e la centrale interurbana è inferiore a 9 miglia (km 13,5); un equivalente di trasmissione superiore a 8 m. c. s. quando la somma di tali distanze supera le 9 miglia.

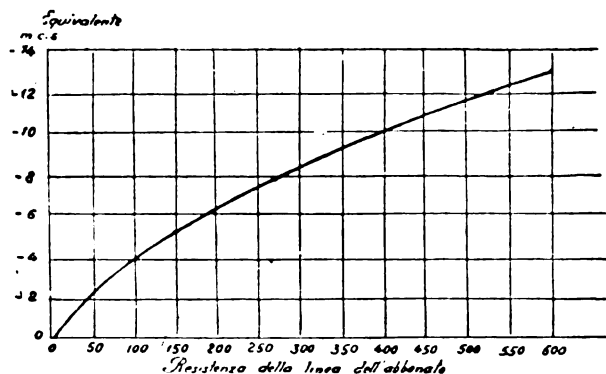


Fig. 1 - Equivalente relativo (alla trasmissione) dell'apparecchio francese a microfono fisso in funzione della resistenza della linea d'abbonato

Fig. 1.

Questa varietà di standard ha il vantaggio di migliorare la conversazione nelle comunicazioni di breve lunghezza, ma ha lo svantaggio di complicare eccessivamente l'installazione delle linee ausiliarie e delle linee di abbonato in zone dove si utilizzino secondo i casi due standard di trasmissioni.

Nello studio relativo a Parigi saranno perciò adottati due soli standard di trasmissione:

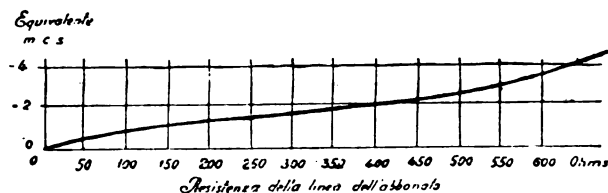


Fig. 2 - Equivalente relativo (alla ricezione) dell'apparecchio francese a microfono fisso in funzione della resistenza della linea d'abbonato

Fig. 2.

1) Uno standard urbano, come l'equivalente di trasmissione totale, comprese le perdite di trasmissione negli organi intermediari e le perdite per riflessione nei punti di giunzione, fra due abbonati qualunque della regione parigina tra i quali si svolge una comunicazione urbana.

2) Uno standard interurbano, ossia l'equivalente di trasmissione totale dovuto all'insieme di tutti i collegamenti che ci sono tra un abbonato qualunque e il punto di partenza di un circuito interurbano qualunque, collegato alla centrale interurbana di Parigi.

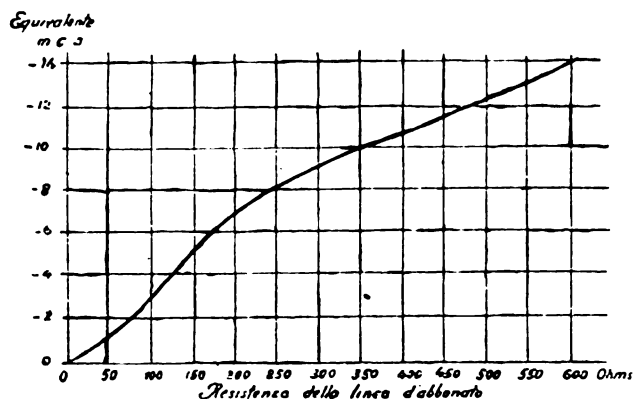


Fig. 3 - Equivalente relativo (alla trasmissione) dell'apparecchio francese a microfono combinato in funzione della resistenza della linea d'abbonato

Fig. 3.

Per lo standard urbano si adotterà un'attenuazione totale, espressa in unità naturali, eguale a 2,5, che è compresa fra i due standard britannici di 20 m. c. s. e 30 m. c. s. ed è di poco superiore allo standard di 23 m. c. s. ammesso fra due abbonati di centrali periferiche della regione di New York.

Per quanto riguarda lo standard interurbano, tenuto conto che il

Comitato Consultivo Internazionale delle Comunicazioni Telefoniche a grande distanza ha fissato che « l'attenuazione totale risultante dall'insieme dei collegamenti stabiliti fra un abbonato e la centrale internazionale del proprio paese, cioè la centrale che gli dà la comunicazione internazionale, non deve superare il valore di 1 (9,5 m. c. s.), comprese le perdite totali fino all'inizio della linea internazionale (ciò che corrisponde a un equivalente di trasmissione totale fra due abbonati internazionali di 32 m. c. s. (attenuazione totale 3,5), essendo 1,3 (pari a 12 m. c. s.) l'attenuazione ammessa per l'insieme dei circuiti internazionali interessati nella comunicazione) e tenuto conto del maggiore sviluppo che avranno le comunicazioni telefoniche internazionali e quindi dell'impossibilità di diminuire l'attenuazione, ammessa di 1,3 nei tratti internazionali e della necessità di diminuire quella ammessa nelle reti interurbane, si fisserà per queste ultime uno standard di 0,9 (circa 8,5 m. c. s.). Ammessa per le perdite di trasmissione nella centrale urbana dell'abbonato e nella centrale interurbana una attenuazione di 0,2 (2 m. c. s.) avremo per la linea dell'abbonato e per la linea di giunzione fra centrale urbana e interurbana un'attenuazione

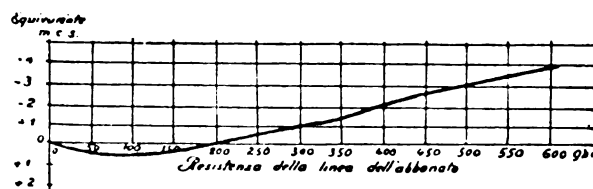


Fig. 4 - Equivalente relativo (alla ricezione) dell'apparecchio francese a microfono combinato in funzione della resistenza della linea d'abbonato

Fig. 4.

totale eguale a 0,7 (7 m. c. s.).

Fissati questi standard di trasmissione e noti gli apparecchi adottati per gli abbonati, resta fissato un limite massimo per la resistenza della linea dell'abbonato. Le figure 1, 2, 3, 4, rappresentano l'attitudine alla trasmissione e alla ricezione degli apparecchi automatici dell'Amministrazione P. T. T. francese, in funzione della resistenza della linea.

Sarà quindi necessario che la somma degli equivalenti alla trasmissione e ricezione degli abbonati corrispondenti, tenuto conto della resistenza della linea, sia al massimo due volte la parte dello standard di trasmissione interurbano riservato a ciascuna linea d'abbonato. Per es., per lo standard di trasmissione 0,9, la resistenza della linea di un abbonato della rete di Parigi deve essere minore di 450 ohm, utilizzando l'apparecchio a microtelefono combinato e di 500 ohm, utilizzando l'apparecchio a microfono fisso.

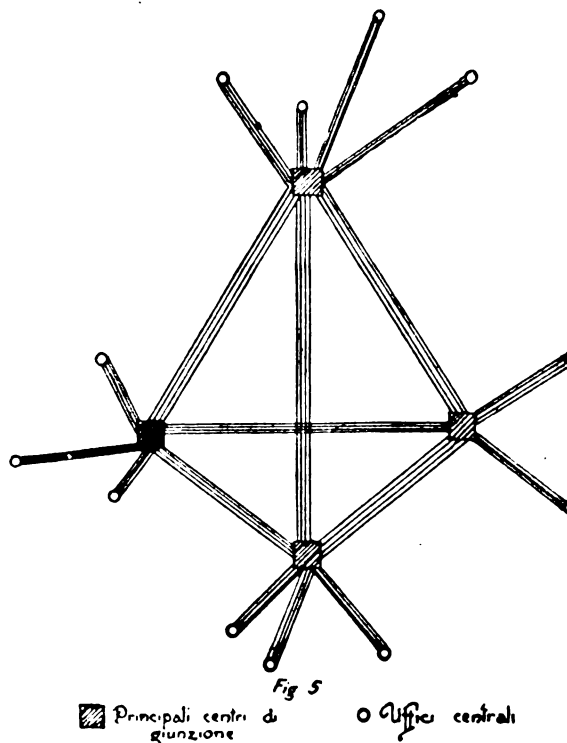


Fig. 5

■ Principali centri di giunzione  
○ Uffici centrali

Fig. 5.

E' necessario poi fissare i tipi di conduttori usati in cavi sotterranei o di conduttori aerei. E' necessario che tali conduttori siano standardizzati e gli autori riportano in una appendice i conduttori che si useranno per la regione parigina. Nel caso in cui, per mantenere lo standard di trasmissione interurbano, fosse impossibile utilizzare per uno degli abbonati, particolarmente lontano, uno dei tipi di conduttori prefissati, bisognerà rinunciare all'impiego della batteria centrale dell'ufficio telefonico e provvedere con un apparecchio a batteria locale, assicurandosi che la trasmissione dei segnali di chiamata automatica

si effettui in modo soddisfacente su una linea di grande resistenza ohmica.

Particolare attenzione andrà rivolta anche agli organi dei tavoli standard per abbonati, come anche alle linee che collegano i posti supplementari, che sussistono nel circuito di conversazione di una comunicazione, con la rete, poichè essi hanno un'influenza importante e spesso pregiudizievole sulla trasmissione telefonica.

Si tratta ora di realizzare tali standard di trasmissione con questi conduttori nel modo più economico. Considerate le varie soluzioni possibili si calcolerà per ciascuna di esse il costo annuale ossia la somma dell'interesse del capitale impiegato, dell'ammortamento annuale, dell'eventuale importo di assicurazione per anno, della spesa di manutenzione annuale, delle spese generali, e nel caso in cui l'impianto debba esser costruito in un certo numero di anni si prenderà in considerazione il valore presente del costo annuale, e si sceglierà la soluzione che dà il totale più basso.

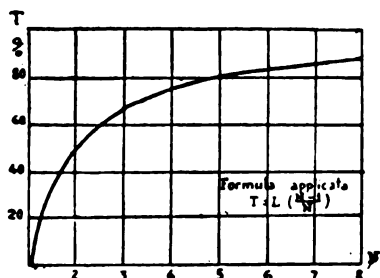


Fig. 6.  
Numero delle centrali previste nella zona della densità omogenea considerata. T, percentuale del traffico locale che diventa traffico di transito seguito dalla suddivisione della zona. L, traffico locale prima della divisione della zona.

Fig. 6.

Applichiamo uno di tali metodi allo studio del progetto fondamentale dell'impianto della rete di Parigi. Per una vasta regione urbana come questa, la disposizione più razionale e più economica, tanto dal punto di vista della trasmissione che dal punto di vista del traffico è rappresentata nella fig. 5.

Per lo svolgimento del traffico indiretto saranno sufficienti p. es. quattro principali centri di giunzione. Questi saranno collegati direttamente agli uffici centrali coi quali hanno maggiori relazioni di traffico. Tra ciascuna centrale e il suo centro di giunzione ci sono quattro gruppi di conduttori di piccolo diametro per le comunicazioni dirette fra la centrale e il centro di giunzione; un gruppo in arrivo e uno in partenza di conduttori di diametro più grande (e, se è il caso, pupinizzati) per il traffico urbano di transito e per il traffico interurbano. La posizione dei centri di giunzione viene determinata per mezzo degli studi tecnico-economici. Si tratterà, per mezzo di statistiche del traffico attuale e in base a previsioni sistematiche dell'ampliamento, una carta schematica delle grandi correnti del traffico telefonico nella zona di Parigi attraverso le principali vie, e nei dintorni e su di essa apparirà nettamente la posizione approssimata dei centri di giunzione principale.

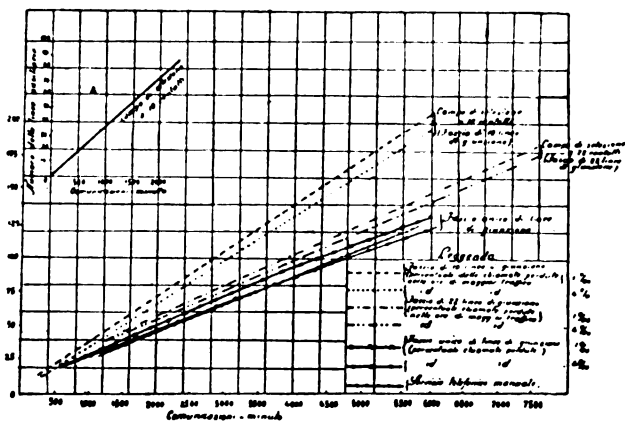


Fig. 7.

Definiti i centri di giunzione bisognerà fissare la posizione di tutte le centrali telefoniche previste in Parigi e dintorni.

Si dividerà la regione in zone di densità telefonica omogenea (numero di abbonati esistenti e previsti per km<sup>2</sup>), e in ciascuna zona si determinerà il numero più economico di centrali necessarie e la loro migliore installazione. Aumentando il numero delle centrali una parte del traffico locale diviene traffico attraverso linee di giunzione, ma le linee d'abbonato si fanno più brevi e per uno stesso standard di trasmissione si possono utilizzare conduttori di diametro minore, ciò che porta ad un costo minore della linea d'abbonato.

La fig. 6 mostra la percentuale di traffico locale che diviene traffico di transito di linee ausiliarie quando si aumenti il numero delle centrali. Questa curva permette di determinare, conoscendo lo standard di servizio che si vuol realizzare (percentuale delle chiamate non ef-

fettuate nelle ore di maggior traffico), e il modo come sono raggruppate le linee ausiliarie, la quantità di linee ausiliarie necessarie in una zona a densità omogenea determinata, in funzione delle centrali per essa previste.

Per quanto riguarda la telefonia automatica, la fig. 7 mostra come varia il numero delle linee ausiliarie da prevedere in funzione del numero delle comunicazioni-minuto (prodotto del numero delle comunicazioni per la loro durata) nelle ore di maggior traffico per vari campi di selezione e per vari standard di servizio. I signori Erlang, Christensen, Molina, O' Dell, ecc., hanno stabilito curve analoghe che permettono di calcolare il numero delle linee ausiliarie e degli organi di commutazione per una data zona in modo da realizzare un determinato standard di trasmissione.

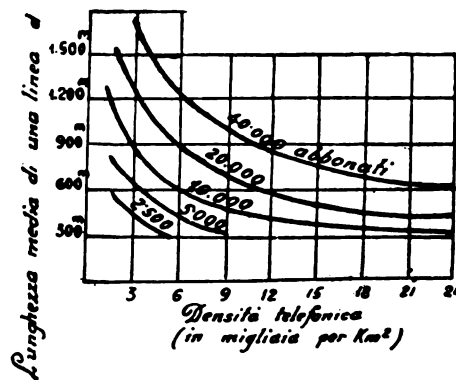


Fig. 8.

Determiniamo quindi per ciascuna zona anzitutto la lunghezza media e il costo annuale medio delle linee degli abbonati. Se C è la capacità di una centrale telefonica, e D la densità della zona considerata,

sarà  $\frac{C}{D}$  la superficie servita dalla centrale, e supposta questa superficie circolare sarà  $R = 0,565 \sqrt{\frac{C}{D}}$  la lunghezza massima di una linea d'abbonato; per avere la lunghezza media dovremo moltiplicare per 0,7, e per avere la lunghezza del tracciato reale moltiplicare ancora per 1,4; avremo quindi che la lunghezza reale media di una linea d'abbonato sarà data da:  $0,565 \sqrt{\frac{C}{D}} \times 0,7 \times 1,4 = 0,565 \sqrt{\frac{C}{D}}$ .

Le curve della fig. 8 danno la lunghezza media delle linee d'abbonato in funzione della densità telefonica per capacità diverse delle centrali. Supponendo quindi unico il tipo di conduttore usato si potrà tracciare la curva che dà il valore presente del costo annuale di ciascuna linea, valore calcolato supponendo p. es. un periodo di 15 anni, in funzione della lunghezza media della linea d'abbonato; nel calcolo del valore presente bisognerà prendere in considerazione che in un momento qualunque ci sarà sempre disponibile una certa percentuale delle coppie del cavo, p. es., il 25 per cento, come si ricava dall'esperienza americana, francese, inglese.

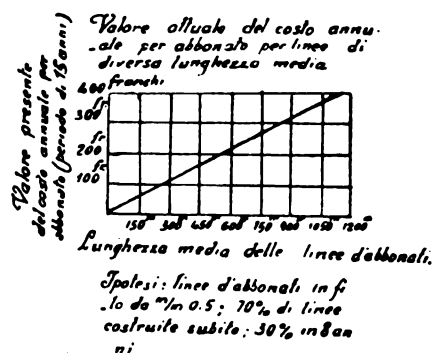


Fig. 9.

Veniamo ora a determinare il numero e il costo delle linee di giunzione. Il valore presente del costo annuale, per abbonato, delle linee di giunzione locali è dato da:

$$\frac{P \cdot C \cdot L \cdot J}{N} + \frac{P \cdot E \cdot J}{N}$$

dove C indica il costo annuale per km della linea di giunzione, tenuto conto delle linee disponibili non utilizzate; L la lunghezza chilometrica della linea di giunzione considerata; J il numero di linee di giunzione necessarie per soddisfare allo standard di trasmissione adottato; E il costo dell'equipaggiamento addizionale di ciascuna linea ausiliaria, N il numero totale delle linee d'abbonati della zona considerata; P un coefficiente che permette di convertire il costo annuale in valore presente secondo la data di installazione.

Bisognerà oltre a ciò calcolare il valore presente del costo annuale, per abbonato, dei terreni e delle costruzioni delle centrali tele-

foniche. La fig. 10 dà un'idea nel caso di Parigi, dei valori presenti, calcolati per una durata di 15 anni.

Fatta la somma dei diversi costi si può calcolare il prezzo di costo per abbonato per ciascuno dei diversi modi di distribuzione, e determinare la capacità *optimum* delle centrali e il numero *optimum* delle centrali telefoniche. La fig. 11 rappresenta il risultato di un tale studio per le reti telefoniche *automatiche* di una grande città moderna. Il numero *optimum* di centrali è maggiore nel caso di reti automatiche, perchè in queste reti le linee di giunzione sono relativamente meno costose non richiedendo forti spese di esercizio.

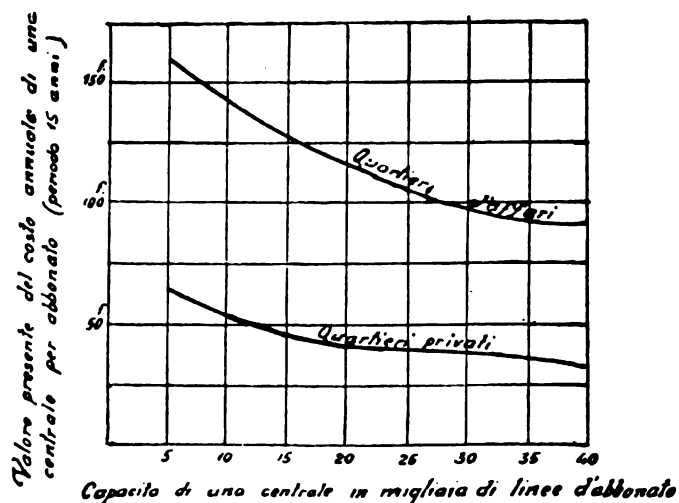


Fig. 10.

Si tratterà ora di determinare, fissati sulla carta i centri di giunzione, le centrali telefoniche urbane e gli uffici centrali interurbani, i conduttori da impiegarsi per i vari abbonati, e per le linee di giunzione in tutta la regione parigina, in modo da soddisfare allo standard di trasmissione ammesso in tutte le comunicazioni possibili urbane e interurbane.

Per risolvere questo complesso problema si può far uso di un metodo grafico. Si disegna il *diagramma di trasmissione* sul quale i quattro principali centri di giunzione sono disegnati a distanze pari agli equivalenti di trasmissione delle linee ausiliarie più efficaci. Da essi si dipartono per ogni centrale dei dintorni quattro segmenti di lunghezze pari agli equivalenti totali di trasmissione dei quattro tipi di collegamenti previsti tra un abbonato qualunque della centrale e il centro di giunzione stesso. Sarà quindi possibile verificare su questo diagramma se le comunicazioni urbane fra abbonati soddisfano allo standard di trasmissione ammesso. La stessa operazione si ripeterà per le comunicazioni interurbane.

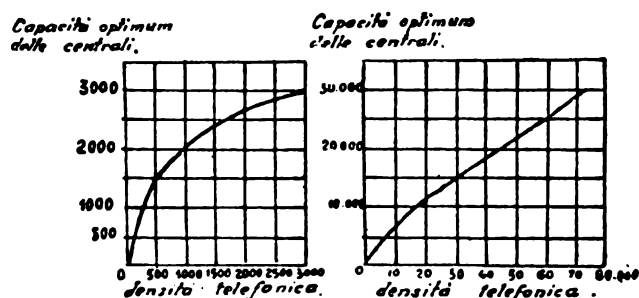


Fig. 11.

Negli equivalenti totali di trasmissione bisognerà tener conto anche delle perdite per riflessione che si hanno nelle giunzioni, nel caso in cui esse siano difettose e nelle linee pupinizzate. Queste riflessioni però possono diminuirsi con opportuni artifici.

In una appendice gli autori dimostrano, con esempi, come sia necessario che gli apparecchi per gli abbonati siano di una grande e costante efficacia nella trasmissione e nella ricezione. Notevoli perdite nei detti apparecchi costringerebbero a migliorare le condutture, e quindi aumenterebbero fortemente il costo delle linee. Gli apparecchi stessi devono essere poi simili fra loro dal punto di vista dell'efficacia, la quale non deve variare con la loro posizione geometrica; il microfono non deve riscaldarsi in modo eccessivo, non dar luogo a «fritture», nè presentare in modo marcato l'effetto Larsen. E. G.

## :: :: CRONACA :: ::

### CONDUTTURE.

Sulle condizioni di sicurezza meccanica relativa nelle linee di trasmissione aeree con conduttori di diversi metalli è pubblicato uno studio comparativo nell'E. T. Z. del 17 marzo, pag. 355. Per ciascun tipo di conduttura viene determinato il sovraccarico che esso può sopportare prima che si raggiunga nel metallo una sollecitazione unitaria pericolosa: tale sovraccarico viene determinato tenendo conto della sezione dei conduttori, della lunghezza delle campate e della tensione meccanica nelle condizioni normali. Dallo studio risulta evidente la superiorità, sotto questo aspetto, dei conduttori a struttura mista con anima in acciaio.

### ELETTROFISICA.

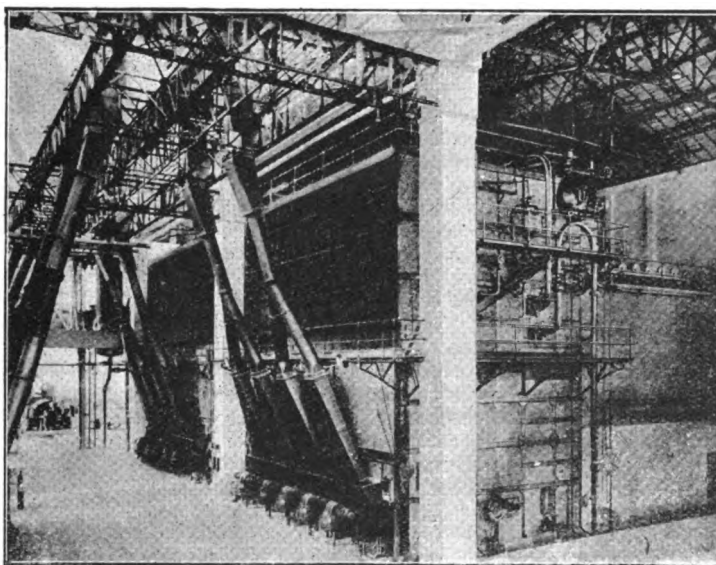
Esperienze intorno alle correnti circolanti nel suolo sono riportate nei Akad. Wissens. Ber. di Vienna, 1926, n. 3-4. Vennero eseguite delle misurazioni delle grandezze e della direzione della forza elettromotrice esistente fra due punti del suolo, in diverse località delle Alpi. A tale scopo si affondavano delle prese di terra in punti distanti da 700 a 1000 metri e si misurava la differenza di potenziale mediante un potenziometro e un metodo di riduzione a zero. Si riconobbe l'esistenza di una forza elettromotrice compresa fra 0,18 e 0,50 volt per chilometro; la componente verticale sembra costante ed eguale a 0,4 volt per chilometro di differenza d'altitudine. Vennero anche studiate le diverse influenze delle condizioni dell'atmosfera e dei fenomeni meteorologici.

\*

Sulla conduttività dell'atmosfera, sono state eseguite delle esperienze negli anni 1924, 25 e 26 in Islanda e all'osservatorio di Amburgo. Esse sono descritte nella Physikal Zeits. del dicembre 1926, pagina 755. Per le esperienze serviva un elettrometro Benndorf registratore che segnava una indicazione ogni cinque minuti; ogni 30 minuti veniva rinnovata la carica sul conduttore. Si riconobbe l'esistenza di una variazione periodica giornaliera nella conduttività atmosferica, con un massimo fra le ore 4 e le 6, a seconda dei luoghi. Si è rilevata anche l'esistenza di una variazione a periodo annuale: in primavera il massimo della mattina è meno accentuato mentre si manifesta un massimo secondario intorno alla mezzanotte. Tale periodicità sembra non dipenda dalle condizioni di temperatura, pressione e stato igrometrico.

### GENERATORI PRIMI.

Due grandi caldaie multitubolari da 1200 metri quadrati di superficie riscaldata sono state recentemente installate nella nuova centrale termoelettrica di Mestre della Società Adriatica di Elettricità. Le due caldaie fornite dalla Soc. An. Franco Tosi di Legnano, sono del tipo marino a tubi suborizzontali ad elementi ondulati con rivesti-



Caldaie da 1200 metri quadrati di superficie nella centrale termo-elettrica di Mestre.

mento in muratura. La pressione normale di funzionamento è di 30 atmosfere e il vapore viene surriscaldato a 400° circa. Ogni caldaia è munita di un surriscaldatore di 420 metri quadrati di superficie. Il combustibile usato è il carbone che viene bruciato su griglie automatiche. L'annessa figura rappresenta appunto queste due caldaie di recente installazione.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**



## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Intorno alle variazioni dell'illuminazione naturale durante il giorno e alla loro influenza sulla illuminazione nell'interno di locali d'abitazione è pubblicato uno studio molto dettagliato in «Trans. of Illuminating Engineering Soc.» del marzo 1927. Si tratta del riassunto dei risultati di quasi 50.000 osservazioni eseguite in una scuola di Hagerstown (S. U. Md.) durante l'anno scolastico. Viene studiato l'effetto delle nubi e del grado di splendore del cielo sul grado di illuminazione nell'interno dei locali. Si è riconosciuto fra il grado di illuminazione nei locali e quello all'aperto non corre una relazione costante: il rapporto fra i due valori può variare nelle diverse condizioni secondo tre leggi diverse che vengono enunciate nei loro termini generali.

## IMPIANTI.

Nell'impianto idroelettrico di Balch (California) è entrato in servizio il primo gruppo da 33.000 kVA. La centrale, prevista per quattro gruppi analoghi, fa parte del piano di sfruttamento del Kings River studiato dalla S. Joaquin Light and Pow. Co. che permetterà di realizzare 300.000 kW. Il gruppo ora installato è composto di un alternatore trifase 33.000 kVA, 13.200 V, 60 periodi, 360 giri azionato da due ruote Pelton coassiali, una da una parte e una dall'altra dell'alternatore. La centrale utilizza un salto di circa 750 m, il più alto sfruttato negli impianti americani. La condotta forzata è in tubi saldati e blindati. L'edificio della centrale si trova sulla riva opposta del fiume che la condotta forzata attraversa annegata completamente in una gettata di calcestruzzo eseguita sul letto del fiume. L'energia generata viene elevata a 132.000 V mediante una terna di trasformatori monofasi. Gran parte dei circuiti del quadro si svolge all'aperto.

\*

Dall'Electr. World del 18 dicembre 1926 si hanno notizie sull'impianto per prove a due milioni di volt costruito in America dalla Università Stanford colla spesa di 275 mila dollari cui hanno largamente contribuito le industrie americane: così la General Electric da sola ha donato i sei trasformatori da 350 kV. L'edificio copre un'area di  $24,5 \times 53$  m e i conduttori di alta tensione hanno una distanza di sicurezza di oltre 6 m. Non vi sono finestre, ma soltanto grandi porte scorrevoli che permettono la prova di oggetti posti all'esterno. Vi sono annessi locali per macchinari, un salone e piccoli laboratori.

L'Istituto dispone inoltre di un tratto di terreno largo 92 m e lungo 11 km per esperienze su condutture. Con sei trasformatori da 2,3/350 kV riuniti in serie si può avere 1030 kV contro terra o 2100 kV tra gli estremi. Con aggruppamento a coppie si può pure ottenere un sistema trifase con 1212 kV tra le fasi. Un programma di numerose e importanti ricerche è stato preparato per i prossimi anni.

\*

Una nuova grande centrale svizzera. — La Kraftwerke Oberhasli A. G. ha iniziato i lavori di tre centrali, le più grandi della Svizzera, e costituite dagli impianti di Handeck, Boden e Innetkirchen, i quali utilizzano in tre salti l'energia idrica del bacino dell'alto Aare, in unione a grandiosi serbatoi di regolazione.

La centrale superiore di Handeck, la più potente, è già in stato di costruzione avanzata, comprenderà, a lavori finiti, quattro gruppi verticali da 28.000-32.000 kVA, 500 giri, 11.000 volt. Gli alternatori, che vengono costruiti dalla Casa Oerlikon, sono di tipo a due supporti con la girante della turbina montata a sbalzo sull'estremità inferiore dell'albero. La velocità periferica normale dei rotori è di 72 metri al 1", e quella periferica di fuga di 137 m al 1". L'altezza di un alternatore con eccitatrice principale ed ausiliaria raggiunge i 10 metri. Il peso di un rotore, senza la girante della turbina è di 68 tonn., e il peso totale di un alternatore è di 165 tonnellate.

## MATERIALI.

Gommalacca naturale e artificiale. — W. Nagel nella Siemens Zeitschrift (marzo 1927, pag. 174), fa un'esposizione delle ricerche sperimentali sulla gommalacca. Egli distingue tra gommalacca naturale ottenuta da certe resine indiane, che si producono sotto l'azione di determinati insetti sulla pianta stessa, e gommalacca ottenuta artificialmente. Tenendo conto unicamente delle qualità che hanno reale importanza, l'A. si è preoccupato di determinare la composizione chimica dei vari aggregati formanti la gommalacca naturale e di studiarne la sintesi. Egli è giunto anzitutto al risultato, che le parti cristalline hanno importanza secondaria, e che tutte le qualità utili dipendono dalla parte amorfa.

La qualità, che maggiormente interessa nella pratica riguardo alla gommalacca, è la sua solubilità. Nell'industria elettrica la gommalacca è adoperata in soluzioni alcooliche di varia concentrazione; ma si danno casi in cui diventa insolubile, come ad esempio la gommalacca schiarita che serve per la verniciatura di certi legnami, la quale se è stata alcun tempo all'asciutto, diventa insolubile. Non è tuttavia da confondersi con questa insolubilità naturale, quella ottenuta artificialmente col riscaldamento a varie temperature od ancora per distillazione in autoclavi.

Confrontando poi i surrogati della gommalacca con quella naturale, si trova in questi, oltre a varie diversità, un difetto comune, os-

sia la fragilità. Non si è ancora riusciti ad avere, come nella resina naturale, la durezza unita a flessibilità, trasparenza, solubilità. Tali pregi, che si riscontrano in certe cellulose ed affini, non possono in queste venire sfruttati, perchè esse sono igroscopiche, nè possono essere indurite.

Se si fanno evaporare soluzioni alcooliche di pellicole di gommalacca sopra mercurio, si vede che il prodotto naturale cede l'alcool molto più adagio che non la gommalacca artificiale e conserva quindi assai più a lungo la sua flessibilità. Inoltre mentre una pellicola di gommalacca naturale può dopo sei mesi esser ancor comunque piegata, quelle artificiali si rompono facilmente. Di più i surrogati, a differenza del prodotto naturale, sono appiccicati.

E' però desiderabile di poter migliorare anche nella gommalacca naturale le qualità elettriche ai fini industriali, scopo che si spera di raggiungere mediante ulteriori ricerche.

C. Ga.

## MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un apparecchio per la determinazione della curva della caduta di tensione alle spazzole è descritto nell'E. u. M. del 13 marzo 1927, pag. 201. Tale caduta di tensione, che è la causa del dannoso fenomeno dello scintillamento, si compone di una parte costante e di una parte variabile con legge alternativa.

L'apparecchio in questione permette di determinare e registrare i massimi di tale caduta di tensione alternativi, i quali sono i valori praticamente interessanti. Il principio sul quale l'apparecchio è costruito è schematicamente rappresentato da una valvola a tre elettrodi colla griglia direttamente connessa alla placca mentre fra questa e il filamento è inserito un condensatore. Esso si carica fino al valor massimo della tensione alternativa applicata alla lampada, e si scarica poi in un galvanometro balistico molto sensibile. Per quanto esistano degli errori sistematici, l'apparecchio permette di eseguire misure con approssimazione praticamente soddisfacente, e permette di confrontare utilmente fra loro i diversi tipi di spazzole.

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

La propulsione elettrica per le navi mercantili avrà una applicazione notevolissima in un piroscafo in costruzione per la Compagnia inglese «Peninsular and Oriental». Si tratta di un bastimento da 19 mila tonnellate, che farà servizio per l'India; esso porterà 400 passeggeri di prima classe e 300 di seconda classe. La velocità è prevista in 19 nodi (35 chilometri all'ora). Saranno installati dei gruppi turbogeneratori, con le turbine alimentate a vapore a  $26,5 \text{ kg/cm}^2$ . Sarà questo forse il più grande bastimento a propulsione elettrica. Altri esempi importanti sono quelli del «California» da 13.700 tonnellate che sta per entrare in servizio per conto di una Compagnia americana.

## :: :: NOTE LEGALI :: ::

## La distinzione giuridica tra linee di trasmissione e linee di distribuzione di energia elettrica e la relativa distribuzione di competenza.

Una recente decisione del Consiglio di Stato (IV<sup>a</sup> sezione 17 Giugno 1927) per la prima volta ci offre la definizione giuridica della differenza tra linea di trasmissione e linea di distribuzione di energia elettrica.

Commentando altra decisione del Consiglio di Stato sulla questione della concessione di linee elettriche e sull'incompetenza dei Comuni in materia ebbero già a scrivere: «Resta così eliminato pure l'equivoco di distinguere fra impianto di trasmissione ed esercizio di distribuzione; colla legislazione 1894-95 sostenevano infatti «taluni che il consentire la trasmissione era di competenza governativa, ma che per contro il permettere la distribuzione era fatta coltà dei Comuni, poichè la nuova legge parla sia di distribuzione che di trasmissione». (nota a pag. 781 del 1925).

Tale distinzione era stata appunto sostenuta dai Giuristi favorevoli alla competenza comunale in materia di concessioni di linee elettriche e, pur affermando essi, che sulle linee di trasmissione nessuna competenza avevano i Comuni sostenevano per contro la ingerenza di questi sugli impianti di distribuzione del territorio comunale.

Questa distinzione veniva a cadere dopo la pubblicazione del decreto 22 Febbraio 1917 riguardante però la sola energia idroelettrica e del quale appunto la mia nota sopracitata si occupava in occasione della sua conversione in Legge 17 Aprile 1925.

Di poi, in occasione della pubblicazione del decreto 16 Dicembre 1926 (note a pag. 381 e 561 del 1927) il Ministero dei Lavori Pubblici, aveva accolto, se pure non precisamente col decreto, ma colla circolare di esso integrativa ed esplicativa, la distinzione tra linee di distribuzione e linee di trasmissione, riservandosi per l'impianto di queste ultime l'autorizzazione e demandando ai Prefetti la competenza per la autorizzazione di quelle di distribuzione.

Interviene oggi la giurisprudenza a definire, in linea di diritto, quali siano le linee di trasmissione e quelle di distribuzione.

Anche ai profani è facile distinguere tra il fenomeno della trasmissione e quello della distribuzione ma è ovvio che debbano esistere punti intermedi la determinazione del carattere dei quali può dar luogo a controversie.

Tali controversie sono eliminabili però se si pensi e si contrapponga il concetto di trasmissione a quello di distribuzione.

Partendo da tale concetto, ne deriverà che linea di distribuzione è quella che distribuisce direttamente l'energia al consumatore senza pericolo pubblico mentre linea di trasmissione è quella che serve a trasportare l'energia dalle sue fonti alla rete di diretta utilizzazione.

Ne deriva che le linee intermedie di collegamento, tra linee di trasmissione e tra queste e le linee di distribuzione debbono considerarsi tutte linee di trasmissione con la relativa competenza del Ministero dei Lavori Pubblici. Seguendo perciò questo ragionamento, il Consiglio di Stato ha così motivato la sua decisione:

« Sono reti di distribuzione dell'energia elettrica, in contrapposito alle reti di trasmissione, quelle sole che possono direttamente allacciarsi, senza pericolo per il pubblico, agli apparecchi utilizzatori. Conservano perciò il carattere di reti di trasmissione anche quelle che interponendosi fra reti ad alta tensione e reti di distribuzione e avendo un voltaggio minore delle prime non servono direttamente alla distribuzione ».

Tale decisione per la sua notevole importanza pratica e giuridica ha richiamato subito l'attenzione dei più insigni Giuristi ed essa ha già avuto l'onore di un commento del Prof. Cammeo (Giurisprudenza Italiana, 21-9-27 pag. 203 parte terza).

La questione è importante agli effetti del Diritto, specialmente per la nota controversia circa la Competenza.

E' oggi indiscusso che la competenza alla autorizzazione delle linee di trasporto e di collegamento (linee queste sussidiarie delle prime e colleganti diversi impianti) sia del Ministero dei Lavori Pubblici.

E' pure indiscusso, a mio modesto parere, che la competenza in materia di linee di distribuzione sia riservata ai Prefetti (a tale questione non accenna però la decisione del Consiglio di Stato oggi commentata) benchè tale delega di competenza sia, secondo il Professor Cammeo, per lo meno dubbia.

Mi conforta nella mia tesi la circolare esplicativa del decreto 16-12-26 e la Legislazione 1894-95, che, se modificata di poi per quanto riguarda le linee di trasporto, non è stata modificata per quanto riguarda le linee di distribuzione ed infine il fatto che, se urgeva accentrare in un organo solo del Potere Centrale le linee di trasmissione della energia che oggi attraversano intere regioni e trasportano l'energia per centinaia di chilometri (per tacere di quelle Internazionali) non altrettanto era urgente fare ciò per le linee di distribuzione la cui sfera di influenza non si è molto allargata da quella che già la Legge 1894 prevedeva, Legge che per contro non poteva certo prevedere il trasporto a grandi distanze dell'energia e l'immenso sviluppo delle linee di trasporto.

Mi associo però all'augurio del Prof. Cammeo, che, nell'interesse della nostra industria elettrica, in un prossimo avvenire tutte le linee sia di trasmissione, come quelle di distribuzione siano da autorizzarsi dal Ministero dei Lavori Pubblici, esclusa in ogni caso la Competenza Prefettizia.

E se a ciò non si potesse arrivare specialmente, per non caricare di troppo lavoro un organo centrale, e per il noto criterio del decentramento amministrativo, che la competenza sia almeno certa e secondo criteri tassativi, per cui non succeda l'inconveniente che, autorizzata dal Ministero una linea di trasmissione, essa divenga inutile perchè un Prefetto ispirandosi a ragioni locali o particolari, ostacoli l'impianto delle linee di distribuzione.

Come già dicemmo a pagina 314 dell'annata in corso, un grande passo avanti è stato fatto, per la unificazione delle competenze col decreto 16 dicembre 1926; occorre ora seguire sulla stessa via per eliminare le ultime incongruenze.

Si pensi per esempio ad una linea di distribuzione che attraversi due o più provincie, possibilità che specialmente oggi, che si sono create molte nuove provincie, non può escludersi; in tal caso, in base alla legislazione 1894-95 la competenza sarebbe del Ministero della Economia Nazionale, esclusa quella Prefettizia e quella del Ministero dei Lavori Pubblici.

Avv. LEONE PESCI.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

G. DE MARCHI. — *La produzione di energia elettrica in Italia nel 1926*. — Pubblicazione n. 11 del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, fasc. 2 — Libreria dello Stato, 1927 - Prezzo L. 10.

Lo sviluppo e le manifestazioni dell'industria di produzione di energia elettrica in Italia, vengono attentamente seguite fino dal 1920 da parte del Servizio Idrografico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Come per gli anni precedenti, i dati raccolti nel 1926 sono riassunti in uno speciale fascicolo della pubblicazione 11 del Servizio, dal quale si ricavano interessanti elementi che caratterizzano gli aspetti più salienti di detta importantissima industria.

L'esame statistico nel 1926, si è esteso a 872 centrali elettriche produttrici (710 idriche e 162 termiche) nelle quali è installata una potenza elettrica complessiva di 2.672.200 kW. Di questa potenza il 79 % è di origini idrica, e il rimanente 21 % è di origine termica.

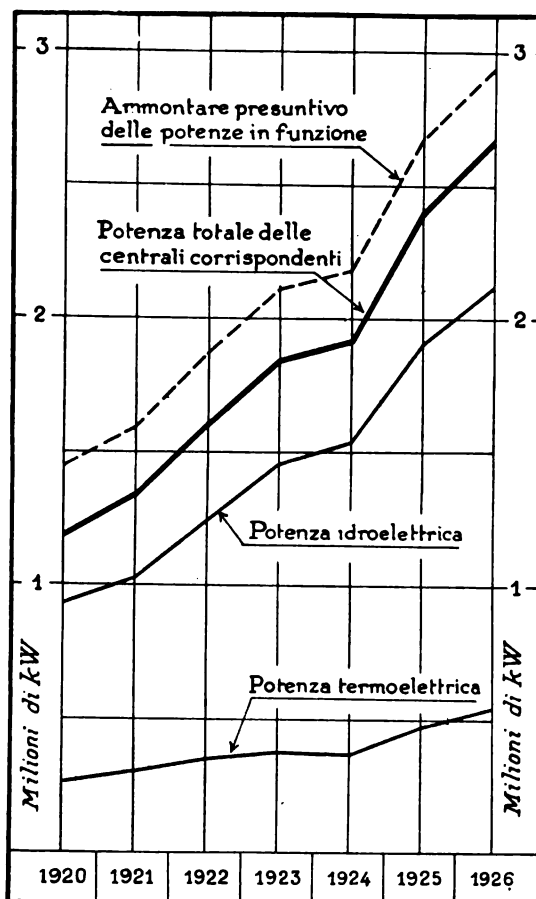


Fig. 1. — Potenza installata nelle centrali termo e idroelettriche negli anni dal 1920 al 1926.

Le notizie raccolte per l'anno precedente (1925) riguardavano solo kW 2.392.160, come dimostra la fig. 1 la quale fornisce la potenza installata nelle centrali partecipanti alla statistica, per ogni anno dal 1920 in poi. Essa mette in rilievo lo sviluppo rilevantisissimo che la industria ebbe nel dopo guerra, nel periodo 1920-1926.

L'aumento dal 1925 al 1926 deriva più specialmente da nuovi impianti entrati in funzione durante il 1926: infatti la potenza elettrica installata nelle grandi utilizzazioni idrauliche (con potenza media teorica superiore a 300 cavalli) entrata in funzione entro il 1926 stesso ammontava a 187.000 kW, mentre l'incremento della potenza delle centrali idroelettriche partecipanti alla statistica superava di non molto i 200.000 kW.

La produzione di energia idroelettrica segnalata nell'anno 1926 raggiunse la cospicua cifra di 7.280,5 milioni di kWh, mentre la produzione termoelettrica ammontava a 363 milioni di kWh. Nel 1925 si erano avute invece le seguenti quantità: energia idroelettrica 6.193,5 milioni di kWh, energia termoelettrica 351,5 milioni di kWh. Mentre, quindi, il quantitativo di energia termoelettrica rimaneva pressochè stazionario, la energia idrica subiva un aumento per oltre un miliardo di kWh.

Ammessi, come è lecito, che le centrali delle quali sono stati raccolti i dati di produzione rappresentino circa il 90 % della potenza totale funzionante in Italia alla fine del 1926, si deve ritenere che l'energia totale prodotta effettivamente durante l'anno abbia raggiunto (fig. 2) 8,5 miliardi di kWh.

Per completare il quadro occorre mettere in conto anche l'impor-

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti,unti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20%, per spese di Amministrazione.

tazione di energia, che assume nel bilancio nazionale una certa importanza. Infatti il quantitativo importato (esclusivamente dalla Svizzera) durante l'anno ammontò a 223 milioni di kWh, i quali corrispondono al 2,6 % della produzione nazionale complessiva, e debbono essere aggiunti alla produzione piemontese e lombarda. Poco più di un milione di kWh (termoelettrici) venne invece esportato, da Fiume, attraverso la frontiera Jugoslava. L'ammontare complessivo della energia elettrica consumata in Italia durante l'anno (compresa almeno in gran parte, la frazione dissipata per trasformazione, trasporto e distribuzione) deve quindi ritenersi poco inferiore a 9 miliardi di kWh.

La pubblicazione considera in modo speciale il funzionamento della grandissima parte dei serbatoi stagionati; si tratta, infatti, complessivamente di 48 serbatoi con capacità utile totale di 795 milioni di m<sup>3</sup>, che passando dalle condizioni di massimo invaso al completo svuotamento, potrebbero fornire nelle centrali esistenti 579 milioni di kWh. L'utilizzazione della capacità e della potenza nel 1926 superò alquanto i valori verificati nel 1925, per tutta la zona continentale. L'escursione fra la massima e la minima quantità d'energia accumulata nei serbatoi per la regione Alpina arrivava al 70 % della riserva teorica.

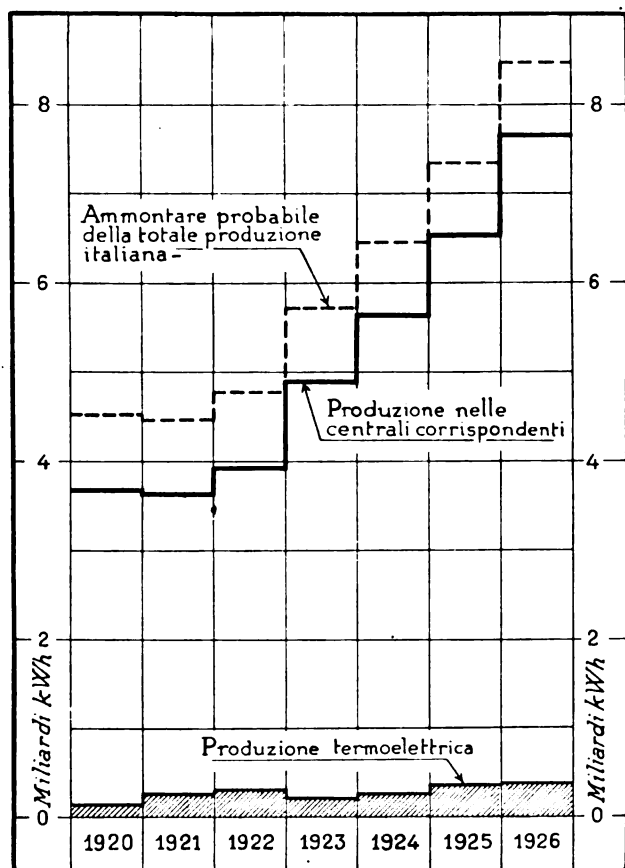


Fig. 2. — Sviluppo della produzione di energia dal 1920 al 1926.

E' stato possibile raccogliere, anche notizie abbastanza approssimate sull'impiego dell'energia prodotta. Essa risulta così ripartita a grandi linee: Illuminazione e riscaldamento (12 %); Forza motrice (esclusa la trazione) (61 %); Trazione (ferrovie e tramvie) (9 %); Industrie chimiche minerarie e metallurgiche (18 %). Differenze non trascurabili sussistono peraltro tra regione e regione.

Il consumo di carbon fossile nelle centrali termoelettriche nel 1926 può valutarsi in 200.000 tonnellate che rappresentano meno del 2 % del quantitativo importato nell'anno; il consumo medio unitario risulta ancora assai elevato, ammontando a circa 1,3 kg. per kWh. Tale cifra trova peraltro una giustificazione nella funzione riservata presso di noi alla produzione termoelettrica.

Poichè, come si disse, la produzione idroelettrica nell'anno ammontò complessivamente a poco più di 8 miliardi di kWh, l'intera produzione del 1926 avrebbe richiesto oltre 9 milioni di tonnellate di buon carbon fossile, pari a oltre 3/4 della totale importazione, e la spesa corrispondente, con i prezzi elevatissimi raggiunti nel 1926, sarebbe stata poco inferiore ai 3 miliardi di lire.

Tutti questi dati provano l'importante sviluppo della produzione di energia idroelettrica nel nostro Paese, sviluppo che ha pochi confronti in altre manifestazioni del movimento industriale della Nazione.

\*

ERNESTO SIMON. — *Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della radiotelegrafia*, (Roma. A cura dell'Ufficio Storico della R. Marina, 1927, pag. 105).

Col maggiore compiacimento segnaliamo questa monografia pubblicata molto opportunamente dall'Ufficio Storico della Marina. Che in essa Marconi abbia trovato fin dagli inizi il più efficace appoggio e la più intelligente comprensione, è ben noto. Meno generalmente noto è

il contributo notevolissimo di genialità, di ardimenti e di pazienti energie che la Marina ha portato al diffondersi e all'affermarsi della grande invenzione.

Per questo il libro è anche una alta opera di italianità ed è bene sia largamente conosciuto. Tanto più che esso riesce di lettura piacevole e appassionante poichè fa seguire passo per passo il sorgere e lo svilupparsi rapidissimo e quasi fantastico della invenzione che è gloria del nostro Paese.

\*

E. RUMMEL. — *Die Asynchronmotoren*. — Springer - Berlino, 1926. pag. 108. — Prezzo marchi 6,30.

E' un trattato di proporzioni molto ridotte, nel quale, presupponendo nel lettore la conoscenza della teoria del motore asincrono, l'Autore ne sviluppa unicamente i criteri di progetto, richiamando le formule a ciò strettamente necessarie, fornendo numerosi dati numerici desunti dalla miglior pratica costruttiva, e mostrandone l'applicazione in sei esempi di calcolo di motori di vario tipo.

Tratta sia i trifasi che i mono e i bifasi, dando naturalmente maggior importanza ai primi: non mancano esempi di calcolo di macchine speciali, quali i motori chiusi e quelli per servizio intermittente.

Sono infine raccolti alcuni disegni di motori effettivamente costruiti e sono riprodotti due interessanti grafici riassuntivi le dimensioni fondamentali di motori di serie da 1 a 250 kW: questi grafici potranno essere di notevole aiuto ai progettisti.

L'opera, pur essendo di natura così particolare, ci sembra degna di notevole diffusione, oltre che nel campo ristretto degli specialisti, anche fra gli studiosi e i tecnici in genere.

\*

A. SCHWAIGER. — *Elektrische Festigkeitslehre*. — Springer - Berlino, 1925, pag. 473, senza indicazione di prezzo.

Lo studio dei fenomeni elettrostatici va assumendo, da alcuni anni, una importanza sempre più grande nella tecnica costruttiva, in relazione al rapido aumento delle tensioni di esercizio degli impianti.

Moltissimi sono gli articoli, relativi a problemi particolari, apparsi sui giornali tecnici; esistono anche dei libri, fra cui alcuni assai pregevoli (basterà citare quello del Peek), ma anch'essi generalmente con scopi circoscritti.

La loro consultazione rappresenta però una notevole difficoltà per chi voglia farsi una cultura il più possibile priva di lacune su questo argomento; è senza dubbio assai utile un libro, come questo di cui ci occupiamo, che ha carattere più generale, tratta con metodo tutte le questioni fondamentali, approfondendole sufficientemente; anche l'analisi dei casi particolari interessanti nella pratica vi ha un adeguato sviluppo.

Esso si occupa specialmente dello studio dei campi elettrici in stretta relazione con i problemi costruttivi riguardanti l'isolamento (avvolgimenti, isolatori, linee, cavi).

In esso la parte analitica ha un notevole sviluppo, specialmente nello studio della ripartizione del potenziale e delle sollecitazioni in campi di forme geometriche semplici, alle quali con discreta approssimazione sono riducibili molti casi della pratica.

La parte sperimentale prende il sopravvento quando l'Autore abborda lo studio di problemi più difficili, come le tensioni di scarica fra conduttori cilindrici incrociatisi ad angolo retto, la distribuzione del potenziale alla superficie degli isolatori, sia passanti che portanti, la ripartizione della tensione sui vari elementi di una catena di isolatori.

Anche la parte descrittiva è abbastanza vasta: l'Autore cita le principali disposizioni costruttive proposte o adottate per la soluzione di determinati problemi (trasformatori ad altissime tensioni, passanti a condensatore).

La struttura generale dell'opera è improntata a una estremamente metodica ripartizione della materia, caratteristica questa di grande pregio, specialmente in questo caso, dato che si tratta di argomenti ancora assai poco conosciuti.

L'Autore, dopo una breve introduzione che riassume alcuni concetti fondamentali relativi ai campi elettrici, suddivide la trattazione in due parti: la scarica perforante e la scarica superficiale. In ciascuna di esse studia successivamente: il comportamento dei materiali isolanti, la distribuzione della tensione in campi di forma più o meno semplice, e infine la cosiddetta scarica incompleta (cioè la perforazione parziale dell'isolante senza che la scarica superi tutto lo spazio interposto fra gli elettrodi). La considerazione di questo tipo di scarica (che si può assimilare all'effetto corona) dà luogo a importanti deduzioni ed applicazioni.

La terza ed ultima parte è un'interessante rassegna, abbastanza aggiornata, delle applicazioni costruttive: è così suddivisa: gli spinetrometri (per misure, per prove di materiali, per protezione); i cavi e le linee ad alta tensione; gli avvolgimenti delle macchine e dei trasformatori; gli isolatori (passanti, portanti per interno e per esterno, a sospensione); la prova degli isolatori; infine sono descritte alcune sale per prove ad alta tensione.

Seguono alcune tabelle contenenti dati d'orientamento relativi alla costante dielettrica, all'angolo di perdita e alla rigidità dielettrica di quasi tutti i più usati materiali isolanti, e altri dati numerici vari.

Il volume è ricchissimo di figure, in grande prevalenza grafici sperimentali, ed è opportunamente completato di un indice bibliografico suddiviso in capitoli, corrispondenti a quelli dell'opera.





## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### L'opera svolta dal "Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento", nel 3° anno del suo funzionamento.

#### 3ª Relazione annuale agli Enti Statali

ed alle Presidenze delle Associazioni rappresentate in seno al Comitato  
Aprile 1927.

1° - Analogamente a quanto era già avvenuto nel 2° anno (1926), l'opera del Comitato nel 1927 ha avuto essenzialmente lo scopo di completare i lavori già iniziati <sup>(1)</sup> e di estendere la propria attività ai campi affini.

Pur essendosi ancora svolta per corrispondenza la maggior parte del lavoro del Comitato, nel corso dell'anno sono state tenute due sedute plenarie a Bologna (in occasione del Congresso Annuale della A.I.G.A.) ed a Milano.

2° - Il programma elaborato dal Comitato nei riguardi della diffusione dei concetti relativi alla buona illuminazione comprendeva (v. 2ª Relazione Annuale, § 3), fra altro, la preparazione:

- a) d'un opuscolo di carattere generale;
- b) d'un opuscolo, destinato agli installatori, il quale, presupposte le nozioni fondamentali illustrate nell'opuscolo a), e premessi brevi richiami, fornisse le istruzioni, sufficientemente particolareggiate, necessarie alla messa in pratica, almeno nei casi più frequenti, dei concetti fondamentali.

L'opuscolo a) è stato effettivamente pubblicato sin dal 1925, raggiungendo rapidamente (come verrà accennato) una diffusione molto notevole; la pubblicazione dell'opuscolo b) è stato invece uno dei lavori principali del Comitato nello scorso anno. Elaborando, come di consueto, un primo schema <sup>(2)</sup>, esso è stato poi ripetutamente discusso e ritoccato dai Membri del Comitato; fra coloro che maggiormente hanno contribuito alla redazione finale si citano <sup>(3)</sup> i Signori Ingg. Ceradini, Civita, Clerici, Danesi, Peri, Semenza e la Presidenza. Per la parte illustrativa, alcuni clichés sono stati cortesemente offerti da varie Ditte <sup>(4)</sup>.

Approvato dal Comitato nella seduta plenaria di Milano, questo opuscolo (n. 7) è stato pubblicato col titolo

*« Brevi nozioni di Tecnica della illuminazione »*  
(ad uso degli Installatori).

3° - Ha pure dato i suoi primi frutti il lavoro di preparazione che, nel campo dell'industria del gas, il Comitato aveva iniziato sin dall'anno 1925.

Riconosciuto che, allo stato attuale delle cose, il gas è certamente, fra i combustibili adatti per l'uso domestico, quello che meglio consente il raggiungimento dei vari scopi col minor sciupio di calore e con la maggiore comodità, pur senza condurre a spese notevolmente più alte che con altri combustibili; riconosciuto, quindi, che convenga oggi favorirne la diffusione, i contatti del Comitato con i maggiori tecnici dell'industria del gas hanno convinto che una delle ragioni della ancora scarsa diffusione dell'uso del gas sta nella deficienza d'un adatto materiale illustrativo di propaganda.

Le discussioni animate che hanno avuto luogo su questo argomento a Bologna in seno al Congresso dell'A.I.G.A., hanno mostrato quali difficoltà trovino in pratica, nella preparazione di questo materiale, le Aziende del Gas, specie non grandissime; ed hanno indotto il Comitato ad affrettare il lavoro, pubblicando, a guisa d'esempio, due opuscoli e cioè:

*« Qual'è il miglior combustibile domestico? »*  
(Pubbl. N. 5).

*« Le caldaie a gas nei piccoli impianti di riscaldamento »*  
(Pubbl. N. 6).

Naturalmente, anche questi opuscoli <sup>(5)</sup>, prima della pubblicazione, sono stati esaminati e ritoccati dai Membri del Comitato; fra coloro che maggiormente vi hanno contribuito si citano i Signori Ingg. Böhm, Pacchioni, Via.

<sup>(1)</sup> Si veggano la 1ª e 2ª Relazione annuale.

<sup>(2)</sup> Per il quale il Comitato si è valso anche dell'opera del Signor Ing. A. Canocchi.

<sup>(3)</sup> In ordine alfabetico.

<sup>(4)</sup> Edison-Clerici; Körting e Mathiesen; « Holophane »; Zeiss.

<sup>(5)</sup> Per la elaborazione d'un primo schema di questi due opuscoli, il Comitato si è valso anche dell'opera del Sig. Ing. G. Musso.

Il « tono » di questi opuscoli, necessariamente diverso da quello delle precedenti pubblicazioni, è in relazione al genere della propaganda che si tratta di fare. Non solo essi si prestano, così come sono, ad una immediata distribuzione fra gli interessati; ma da essi possono estrarsi assai facilmente opuscoli o fogli di propaganda ancor più succinti e più economici, eliminando quelle parti che, a causa delle circostanze locali, si giudicassero superflue o poco adatte.

In sostanza, il Comitato, con la preparazione di questi opuscoli, non soltanto ha voluto mettere a disposizione delle Aziende del gas un materiale di propaganda già pronto; ma ha voluto altresì facilitare la preparazione, che sarebbe meno conforme all'indole del Comitato, di quei fogli di propaganda più spicciola che pure sono così utili in tanti casi.

4° - L'accoglienza che da varie parti è stata fatta alle pubblicazioni del Comitato è indubbiamente assai confortante.

Dell'opuscolo N. 4 pubblicato nel 1925, sono state sino ad oggi richieste, da Enti pubblici e privati, circa 13.000 copie; e quello che è più notevole, è che, diffusasi la notizia della esistenza dell'opuscolo, sono arrivate al Comitato numerose richieste da parte di singoli privati disseminati in tutte le parti d'Italia ed anche all'Estero; sono arrivate richieste persino dal Giappone e dall'America del Sud.

Rilevante è stata altresì la diffusione raggiunta in pochi mesi dagli opuscoli N. 5 e N. 6, sopra accennati; se ne sono già tirate 9000 copie del N. 5 e copie 4000 del N. 6.

Continuano altresì le richieste di copie degli opuscoli precedenti. Quanto all'opuscolo N. 7, di pubblicazione recentissima, vi sono già richieste per oltre 1500 copie, cifra assai notevole se si pensa alla cerchia ristretta di persone alla quale l'opuscolo è destinato.

5° - La pubblicazione dell'opuscolo N. 3 (« Norme per la fornitura ed il collaudo delle lampade ad incandescenza ») sul giornale « L'Elettrotecnica » non ha dato luogo a nessuna osservazione o proposta di modificazione da parte delle parti interessate.

In conformità delle intese già prese da questa Presidenza con la Presidenza Generale dell'A.E.I., le « Norme » stesse saranno sottoposte all'esame della A.E.I. con le identiche modalità che si seguono per i lavori del Comitato Elettrotecnico Italiano; e data la assenza, già indicata, di osservazioni da parte di terzi, è da presumere che la sanzione sarà data senz'altro, alla prima occasione <sup>(6)</sup>.

6° - I principali lavori che il Comitato ha in corso attualmente sono:

a) La preparazione di norme razionali riguardanti la illuminazione dei tipi d'ambiente aventi importanza sociale ed industriale (opifici di vario genere, scuole, ecc.). All'Estero già molto si è fatto in questo campo, sia pure con criteri rispondenti alle condizioni locali; in alcuni Paesi è lo stesso Stato che, sentiti i competenti in materia, è intervenuto col rendere obbligatoria l'osservanza d'un certo complesso di « Norme » (« Codici della illuminazione »). Raccolte le necessarie informazioni sopra i risultati dell'esperienza fatta altrove, il Comitato sta elaborando qualche cosa che sia, ad un tempo, razionale ed adatto al nostro Paese; anche per fornire una base solida ad eventuali provvedimenti statali.

b) La preparazione delle norme per la prova degli apparecchi termici d'uso domestico, prove che vengono comunemente omesse o fatte nei modi più diversi, con risultati naturalmente di scarso significato concreto.

La importanza di queste prove deriva anche dal fatto che, una volta ch'esse siano fissate, sarà possibile dare un giudizio fondato sul valore effettivo degli apparecchi provati. E' intenzione del Comitato di occuparsi specialmente, in un primo tempo, degli apparecchi a gas e di quelli elettrici.

c) La favorevole accoglienza fatta agli opuscoli di propaganda (N. 2, 4, 5, 6) induce il Comitato a completarne la serie sia per quanto riguarda la illuminazione che per quanto riguarda l'uso del gas.

7° - Tutto ciò che sopra è stato accennato, e in particolare il lavoro di preparazione di pubblicazioni, di vario genere, costituisce la parte più visibile dell'attività del Comitato, ma non la sola.

Il vivo interessamento destinato dalla diffusione di idee razionali relative alla illuminazione ha permesso al Comitato di iniziare accordi ufficiosi con vari importanti Enti privati, occupantisi della distribuzione d'energia elettrica, per un miglioramento (nel campo della illuminazione) della cultura tecnica di coloro che eseguono d'ordinario gli impianti di illuminazione. Ed è appunto per facilitare questo risultato che il Comitato ha predisposto l'opuscolo N. 7. Come primo risultato, un corso di conferenze per gli installatori locali sarà tenuto a Roma, nella primavera 1927, a cura della Società Elettrocità e Gas; interessanti corsi di conferenze saranno tenute a Milano sotto gli auspici della Edison; iniziative analoghe sono allo studio in altre città (Livorno, Torino, Modena). Non occorre illustrare diffusamente quale grande importanza abbiano queste iniziative; in quanto per la diffusione di impianti razionali non basta che l'utente ne abbia il desiderio (come comincia ora a verificarsi in conseguenza del crescente interessamento generale a questi problemi), ma è altresì necessario che gli installatori siano in grado di eseguirli.

Nel promuovere queste iniziative, il Comitato ha agito indipendentemente, ma parallelamente agli sforzi di altri Enti privati

<sup>(6)</sup> Le « Norme » in questione sono state effettivamente sanzionate dal Consiglio Generale dell'A.E.I. nella seduta tenuta a Milano il 25 febbraio 1927.

che si propongono fini dello stesso genere (la A.N.S.I., la Società Osram, ecc.).

E' altresì caratteristica la crescente frequenza di richieste che da tutte le parti d'Italia, da Enti industriali come da tecnici privati, vengono fatte per chiarimenti intorno a questioni riguardanti la illuminazione; richieste indirizzate sia ad alcuni dei Membri del Comitato sia, più specialmente, alla Segreteria del Comitato stesso. Il Comitato ha sempre risposto nel modo più esauriente possibile; ma ben altra importanza potrebbe assumere, con vantaggio generale, questa specie di consulenza, se il Comitato fosse in grado di affrontare anche le spese relative a prove o ricerche che occorrerebbe istituire per rispondere in modo più completo a talune richieste, relative a questioni nuove, di non dubbia importanza tecnica.

8° - Nel corrente anno 1927 parte dell'attività del Comitato sarà necessariamente assorbita, oltrechè dallo svolgimento del programma di cui al N. 6, dalla preparazione del Congresso della « International Commission on Illumination », congresso che si terrà a Bellagio (Como) ai primi di settembre. Il Comitato ha fiducia che, con la valida collaborazione dei suoi Membri e l'aiuto degli Enti pubblici e privati che sono rappresentati nel suo seno, sarà possibile al nostro Paese di figurare degnamente anche in questo fecondo campo dell'attività intellettuale.

Roma, aprile 1927.

Il Segretario  
G. VIA

Il Presidente  
U. BORDONI

### PUBBLICAZIONI DEL COMITATO.

- N. 1. - *Vocabolario della Illuminazione* (parte I<sup>a</sup>) - (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 1800).
- N. 2. - *Consigli pratici per la scelta e l'uso razionale dei principali tipi di apparecchi a gas per uso domestico* (Ing. G. Via), 1925. (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 3200).
- N. 3. - *Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampade elettriche*. (Sanzionate dal Consiglio Generale dell'A.E.I. il 26 febbraio 1927). (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 500; le « Norme » stesse sono state integralmente riprodotte nel giornale « L'Elettrotecnica », la cui tiratura è di circa 6500 copie).
- N. 4. - *Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo*, 1925. (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 13.000).
- N. 5. - *Qual'è il miglior combustibile domestico*, 1926. (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 9000).
- N. 6. - *La caldaia a gas nei piccoli impianti di riscaldamento*, 1926. (Copie richieste al Comitato sino alla fine del 1926: circa 4000).
- N. 7. - *Brevi nozioni di tecnica della illuminazione* (ad uso degli installatori) 1927. (Copie prenotate al Comitato sino alla fine del 1926: circa 1500).

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI TORINO.

#### Sedute del 25 maggio e del 4 giugno 1927.

La sera di mercoledì 25 maggio nei locali sociali, l'Ing. Giovanni Oglietti, direttore tecnico della STIPEL, teneva una interessantissima Conferenza « *Sui moderni sistemi Telefonici Automatici* ».

Lo presentava al numeroso uditorio il Presidente Ing. Arigo, il quale riteneva doveroso rivolgere un elogio alla Stipel che è riuscita a mettere in brevissimo tempo l'intera rete Piemonte-Lombardia in condizioni da corrispondere nel modo migliore alla esigenze del pubblico, adottando tutte le più recenti ed utili innovazioni per rendere più consono ai bisogni ed alla comodità degli utenti il servizio telefonico.

Dopodichè il Conferenziere partendo dalle prime applicazioni della telefonia passava in rapidissima rassegna i progressi da essa compiuti specie nel campo dell'automatismo, verso il quale, specie per i servizi urbani si vanno orientando le tendenze odierne. E qui l'oratore fa una dotta esposizione sui vari tipi di selettori che maggiormente si sono imposti per le loro peculiarità, dal più semplice a sistema diretto (Strawger-Siemens) che è quello applicato nella Centrale di Torino, a quelli a sistema indiretto (Penneltripe, Ericsson, Rotarij) che, se sono come concezione più complessi, portano in effetto ad una riduzione nel numero dei relais necessari. Questi ultimi sono particolarmente diffusi in America.

Dall'analisi dei singolo selettore si passa al congegno completo di una Centrale automatica con moltiplicatori, preselettori e i vari selettori di gruppo, di linea, ecc.; il tutto è reso chiarissimo mediante l'ausilio di disegni dimostrativi e di modelli. Alla fine una cinematografia illustrava tutto questo complesso in azione e dava inoltre modo di conoscere alcune applicazioni date al telefono in alcuni paesi esteri dove esso è portato ad un grado estremo di perfezione.

Con particolare interesse venne seguita l'enunciazione di alcuni problemi che si studia di risolvere col telefono automatico quale

ad es. il controllo del numero delle comunicazioni fruite da ogni utente sul quale basare la tarifficazione, ecc.

La mattina seguente venne effettuata una visita agli impianti della Centrale di Torino, ormai completamente automatica sotto la guida del conferenziere il che permise a tutti gli intervenuti anche ai non specialisti in materia di farsi il più chiaro concetto del funzionamento del telefono automatico ed avere una completa visione del grado di perfezione a cui è stato portato.

Il Conferenziere venne vivamente ringraziato ed applaudito.

\*

Il 4 giugno 1927 l'Ing. Maurice Deloraine tenne nei locali dell'Auditorium della S.T.I.P.E.L. (Torino) una conferenza sul tema: Radiotelefonia transatlantica.

L'oratore, Ing. della Standard Elec. Co. comincia col ricordare che l'idea dell'attuazione di un regolare servizio di radiotelefonia ad uso pubblico attraverso l'Atlantico venne immediatamente dopo e come conseguenza degli esperimenti fortunati da parte degli Ingegneri del Sistema Eell, con i quali nel 1915 si riuscì ad ottenere una ricezione intelligibile di parole in Parigi e Honolulu trasmesse da una stazione vicina a Washington. Lo scoppio della guerra mondiale ebbe per effetto da un lato di ritardare molti altri esperimenti del genere e dall'altro di fare sì che a guerra finita si poterono riprendere gli studi, partendo da una serie di conquiste nel campo radio che la guerra aveva in parte accelerato.

Uno dei primi requisiti del servizio fu quello di una stazione trasmittente sufficiente per far varcare ai segnali l'Atlantico.

Per questo si usarono tubi a vuoto raffreddati ad acqua della potenza unitaria di circa 10 kW.

Secondo, mentre nella radiotelefonia normale come è usata nel broad casting, la radiazione consiste nell'onda normale di trasporto con le due bande di frequenza, nella radiotransatlantica si trasmette soltanto una banda di frequenza. Poichè la difficoltà di filtrare le frequenze è minore a bassa frequenza che ad alta, così la modulazione avviene sull'onda portante di 20 kilocicli, che viene poi inviata a modulare a sua volta un'altra corrente a 90 kilocicli, ottenendosi per differenza 60 kilocicli, frequenza che si è dimostrata la più idonea a superare efficacemente l'Atlantico. Fu così impiantato a Rocky Point (Long Island) da parte del Sistema Bell d'accordo con la Radio Corporation of America una stazione trasmittente, mentre vicino a Londra fu impiantata una ricevente, e già nel gennaio 1923 si constatò praticamente che una conversazione telefonica ad una via era già praticamente possibile. Per interessamento del P. O. inglese poi venne installata una stazione regolare ricevente a Rugby. Con questo impianto furono fatti numerosi esperimenti per constatare le variazioni della trasmissione durante le varie ore del giorno e dell'anno.

Le statistiche hanno dimostrato che la forza dei segnali varia fortemente, essendo maggiore di notte; i rumori crescono verso sera e inoltre d'estate sono maggiori che d'inverno. Il mese peggiore è il mese di Giugno. Per vincere i rumori e non andare al di là di certe potenze di stazione furono usati accorgimenti speciali nelle stazioni riceventi (filtri ad alta selettività, antenne direzionali, unione di varie antenne, ecc.).

La detezione dei segnali viene fatta con mezzi molto simili a quelli usuali salvo a passare anche qui dai 60 kilocicli ai 30 con la corrente differenziale di 90. Ai principi del 1926 le due stazioni di Rocky Point e di Rugby furono rispettivamente collegate con filo a New York ed a Londra.

A questo punto sorse l'altro problema della trasmissione simultanea nei due sensi e ciò fu ottenuto prima su due differenti frequenze; poi con una frequenza unica, quella di 60 kilocicli. Per mantenere il rapporto tra i segnali ed i rumori nei limiti voluti la amplificazione in partenza ed in arrivo furono evidentemente variate a seconda della potenza in giuoco.

Attualmente il funzionamento di una comunicazione è il seguente: quando nessuno sta parlando le vie di passaggio della corrente di trasmissione sono chiuse ad entrambe le estremità sia a Londra che a New York, mentre sono aperte le vie di ricezione fino all'orecchio dell'abbonato. Appena uno parla per es. in America, la sua voce fa agire un dispositivo che blocca la propria via di ricezione. Appena l'America ha finito di parlare gli apparecchi da quel lato ritornano alle posizioni di ricezione e quindi la voce dell'Europa può arrivare sino all'America. Dispositivi speciali di blocco reciproco automatico evitano il miscuglio di due conversazioni contemporanee.

Il servizio attualmente è di piena soddisfazione del pubblico ed è stato esteso a molte città degli Stati Uniti e in Europa a Berlino, a Parigi, ecc. La chiamata da parte di qualunque utente avviene nel modo solito con la prenotazione e successiva chiamata dall'interurbana, come se si trattasse di una linea con filo normale.

Il Conferenziere oltre a molti diagrammi e schemi, presentò alcune diapositive con i principali impianti ed apparecchi di controllo delle Stazioni, soffermandosi in particolare su alcune difficoltà pratiche costruttive superate quali ad es.; il raffreddamento con acqua dell'anodo alla tensione di 10.000 V; il collegamento dell'anodo di rame al tubo di vetro; l'isolamento dei piloni sopportanti le antenne, la messa in parallelo di molti tubi a vuoto, il mantenimento della frequenza fondamentale con uno scarto minimo, ecc.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA  
ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

## Fatevi Soci vitalizi!

Il richiamo che compare frequentemente in queste colonne merita di essere particolarmente rilevato qui, ancora una volta. La intensificata propaganda per le iscrizioni a vitalizio, intrapresa dalla attuale Presidenza subito dopo le elezioni, ha già avuto notevoli risultati, cosicchè nell'Annuario 1927, pubblicatosi per le note ragioni, solo ai primi di maggio, l'elenco dei soci vitalizi poté apparire incomparabilmente più numeroso di quello dell'Annuario precedente. Ma ognuno di noi, scorrendo l'elenco generale dei Soci, nota decine e decine di nomi che potrebbero certamente e senza difficoltà aspirare al « libro d'oro » dell'A.E.I. Sono molto spesso nomi di antichi Soci, sinceramente affezionati al nostro Sodalizio, ai quali quindi è semplicemente mancato quel piccolo impulso necessario a provocare la decisione. A costoro particolarmente rivolgiamo qui il nostro appello: Fatevi Soci vitalizi! L'Annuario 1928 si pubblicherà puntualmente ai primi di Gennaio e la Presidenza generale giustamente vorrebbe che in esso l'elenco dei Soci benemeriti dell'Associazione apparisse imponente ed adeguato ad esprimere quelle grandi correnti di simpatia che il nostro sodalizio, colla sua attività spesso poco appariscente ma perseverante, ha saputo suscitare e di cui continuamente ci giungono prove ben manifeste. Fatevi Soci vitalizi!

## Ancora tarifficazione e fattore di potenza.

A brevissima distanza dall'articolo del Righi, pubblichiamo oggi uno scritto dell'Ing. BIFFI sull'argomento delle tariffe di vendita dell'energia che tengono conto del fattore di potenza dell'utente. Vogliamo subito dichiarare, per la verità, che il manoscritto dell'Ing. Biffi ci pervenne parecchi mesi or sono e che la sua pubblicazione dovette essere ritardata, come tante altre, per dar passo alle memorie destinate alla riunione di Como. Ma il fortuito riavvicinamento dello studio del Biffi a quello del Righi, non è privo di significato, e conferma quanto dicevamo recentemente sulla evidente attualità del problema. A differenza del Righi, il Biffi, dopo una prima parte introduttiva, nella quale richiama formule e nozioni note da tempo, affronta l'arduo problema della dipendenza del prezzo dell'energia dal fattore di potenza dell'utente, esponendo il suo personale punto di vista sull'argomento già tanto dibattuto, ed anch'egli conclude proponendo una sua forma di tariffa basata sull'uso di uno speciale amperometro, in aggiunta all'ordinario contatore, per dedurre l'entità delle perdite per effetto Joule, provocato dall'utente per il suo servizio.

Noi ci augureremmo che questi notevoli lavori del Righi e del Biffi dessero luogo ad un'ampia discussione presso le Sezioni dell'A.E.I. o nelle nostre colonne. Come già dicemmo, l'argomento sarà all'ordine del giorno della prossima Sessione (1929) della Conférence des Grands Reseaux e sarebbe bene che l'Italia potesse presentare un importante contributo, scaturito da un'ampia ed esauriente discussione del problema.

## Perni Michell.

Pure con grande ritardo, di cui chiediamo venia all'autore, pubblichiamo oggi il testo di una notevole comunicazione dell'Ing. ROSSI alla Sezione di Genova, che si ricollega a quella tenuta dall'Ing. Ratti alla Sezione di Milano. L'argomento, per quanto di pura meccanica, interessa da vicino gli elettrotecnici, per le grandi applicazioni che i perni Michell hanno avuto nei grandi gruppi idroelettrici, ad asse verticale.

LA REDAZIONE.

## PERNI MICHELL ED ALTRI SOPPORTI PER CARICHI ELEVATI

L. V. ROSSI



Comunicazione tenuta alla Sezione di Genova  
il 12 maggio 1927

### Introduzione.

I sopporti cosiddetti Michell, e gli altri tipi derivati o non derivati da essi, rispondono ad una esigenza manifestatasi nella tecnica delle macchine rotanti man mano che ne cresceva la potenza e la velocità si da rendere insufficienti e inadatti i precedenti tipi di sopporto, e risolvono il problema partendo da un principio teorico completamente nuovo.

Dirò subito per fissare le idee che i casi pratici in cui si verificano così elevate pressioni e velocità da consigliare l'adozione di questi sopporti speciali si possono in linea di massima ed allo stadio attuale della tecnica ridurre a due; i gruppi turbina-alternatore ad asse verticale, nei quali vi è appunto un unico sopporto portante e di spinta su cui grava e ruota tutto il peso della parte rotante, e le navi molto grandi o molto veloci, in cui la spinta dell'asse porta eliche è sostenuta da un apposito sopporto soggetto a grandissimi carichi. Anzi si può dire senz'altro che se oggi i gruppi turbina-alternatore ad asse verticale sono così largamente entrati nella pratica, ciò si deve alla brillante soluzione data al problema della sospensione da questi nuovi tipi di sopporto, di cui tutte le più importanti Case costruttrici del mondo hanno fatto in modo di ottenere dalla Michell Bearings Limited di Londra, detentrica del brevetto originale, la licenza di costruzione o di studiare qualcosa di analogo.

Nelle installazioni ad asse verticale turbina-alternatore sostenuti in sommità da perno Michell, il perno sorregge tutta la parte rotante tanto dell'alternatore quanto della turbina ed è unico, mentre lungo l'albero vi sono alcuni sopporti di guida che però per la simmetria di tutto l'insieme sono soggetti a limitatissimi sforzi.

E' chiaro il vantaggio rispetto al caso di macchine orizzontali. Un vantaggio idraulico consiste nell'avere il tubo di aspirazione rettilineo non percorso dal prolungamento dell'albero e perfettamente simmetrico rispetto all'efflusso dell'acqua. Infatti, a parità di altre condizioni, si raggiungono nelle turbine verticali rendimenti migliori di una ed anche due unità che non nelle orizzontali, e aspirazioni più alte. Un vantaggio costruttivo si ha nella perfetta simmetria di tutti gli organi con diminuzione del diametro dell'albero, soggetto alla sola torsione dovuta alla potenza da trasmettere ed alla trazione dovuta ai pesi, ma senza alcun carico che lo solleciti a flessione. Si ha vantaggio nel montaggio essendo abolite tutte le questioni relative ai livellamenti ed agli allineamenti dei vari sopporti, alla disuniforme ripartizione dei carichi fra di essi per azioni di gravità, magnetiche, idrauliche e via dicendo. Si ha poi notevole vantaggio nell'ingombro generale del gruppo e quindi nelle dimensioni della centrale, giacchè mentre lo spazio in senso verticale non costa si può dire nulla, in senso orizzontale costa molto, perchè le centrali sono generalmente nei tratti più a monte dei corsi d'acqua, in località rocciose ed impervie, dove i lavori di scavo e muratura riescono assai costosi.



Tutti questi vantaggi si debbono, come abbiamo visto, alla possibilità di costruire un adatto supporto portante che sorregga girante della turbina e rotore dell'alternatore. Ecco quindi spiegata l'importanza dei perni Michell, che, fra altro, non solo sono preziosi in queste applicazioni ed in quelle suaccennate di bordo, ma vengono tuttora impiegati in certi casi di speciale importanza anche come supporti portanti o di spinta nelle normali macchine orizzontali.

### Principio del perno Michell.

Come si è detto si è ricorsi ad un principio teorico completamente nuovo. Esso si deve inizialmente all'inglese Osborn

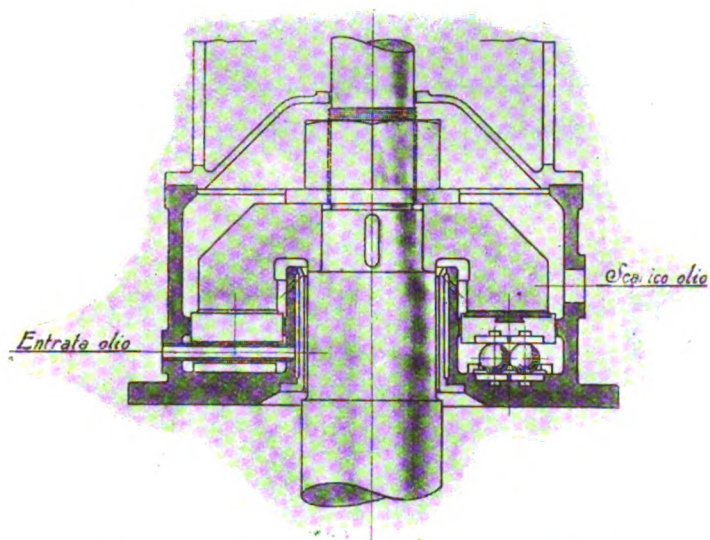


Fig. 1. — Disegno schematico del perno Michell.

ne Reynolds, il quale nel 1886 ha pubblicato un suo studio sulla teoria della lubrificazione, in cui ha dimostrato per il primo che è possibile ottenere un nastro continuo di liquido lu-

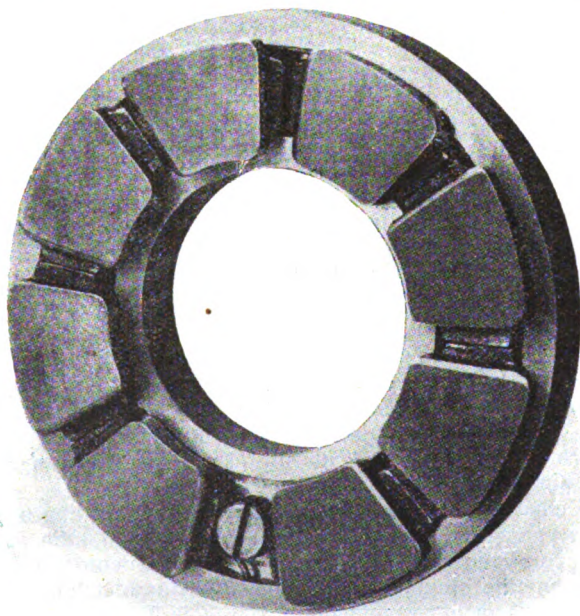


Fig. 2. — Insieme dei settori oscillanti.

brificante fra due superfici striscianti l'una sull'altra senza che sia necessario condurre l'olio sotto pressione, unicamente per effetto del movimento relativo delle superfici e della viscosità del liquido, o in altri termini che questo strato d'olio genera spontaneamente una pressione interna che gli permette di sostenere un carico. Ciò però ad una condizione, e cioè che le due superfici solide non siano parallele fra di loro ma siano inclinate l'una rispetto all'altra. In particolare esiste un determinato valore dell'inclinazione per il quale, a parità di altre condizioni, il carico sopportato è il massimo, e questa inclinazione è nei casi pratici piuttosto limitata. Tale teoria non diede luogo per lungo tempo ad applicazioni pratiche, anche perchè era

stata sviluppata matematicamente facendo varie ipotesi semplificative e restrittive che non si realizzano nei casi concreti, quando un altro inglese, Antonio Michell, partendo dalla teoria di Reynolds e giovandosi anche degli studi del russo Petroff e del tedesco Sommerfeld, pubblicò nel 1905 un suo articolo nel quale concretava praticamente tali teorie proponendo un nuovo tipo di supporto.

Il disegno schematico (fig. 1) mostra in sezione un supporto verticale di costruzione San Giorgio, basato precisamente sulla teoria del Michell. Esso è costituito di una ralla piana, girevole collegata all'albero ed alla parte rotante e di una superficie portante piana anulare formata da tanti settori fra loro indipendenti. Ciascun settore non è fisso, ma può oscillare intorno ad un asse orizzontale passante pel centro dell'albero e che non è asse di simmetria del settore stesso, disponendosi obliquamente rispetto al piano del disco mobile. In questo caso la cosa è realizzata costruttivamente appoggiando ciascun settore su due sfere, e la congiungente dei centri di queste costituisce l'asse di oscillazione di esso.

La fig. 2 mostra l'insieme dei settori oscillanti. Orbene: durante il movimento l'olio viene trascinato dal disco mobile per aderenza fra esso e la superficie portante e i segmenti oscillanti si dispongono tutti con una certa inclinazione che rimane stabile durante il moto, costituendo così quegli spazi cuneiformi sui quali per la teoria di Reynolds l'olio assume spontaneamente il carico. L'inclinazione che i settori assumono automaticamente è precisamente quella che, alla velocità con cui ruota il disco mobile e per il particolare valore della viscosità dell'olio impiegato, determina in esso quella pressione che equilibra il carico.

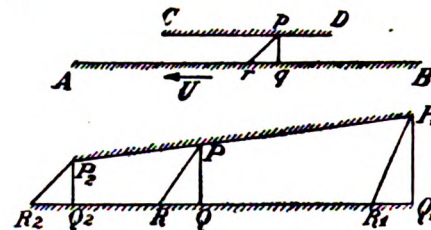


Fig. 3a e 3b. — Superficie mobile e superficie fissa parallele od inclinate.

Consideriamo la fig. 3a e supponiamo di avere le due superfici parallele  $CD$  ed  $AB$  e che la seconda sia scorrevole rispetto alla prima nel senso indicato dalla freccia con una velocità  $v$ . Se si introduce fra le due superfici uno strato di lubrificante, esso tende ad aderire ad entrambe le superfici ed è soggetto ad un'azione radente che tende a separare lo strato in due parti; l'una che si allontana con la superficie mobile e l'altra che resta aderente alla superficie fissa. Se però si applica un carico l'olio è senz'altro scacciato e le due superfici vanno a contatto. Ma se le due superfici sono inclinate l'una rispetto all'altra come in figura 3b man mano che l'olio, trascinato per aderenza dalla superficie mobile, entra attraverso la sezione  $P_1 Q_1$  e si sposta verso la sezione  $P_2 Q_2$ , trova sempre minore spazio a disposizione, ed essendo pressochè incompressibile agisce come da cuneo e spinge contro le due superfici, equilibrando con la propria pressione il carico eventualmente applicato ad una delle superfici. Se poi una delle superfici è ad inclinazione variabile, e per esempio la  $P_1 P_2$  è impernata intorno al punto  $P$ , si comprende come essa assuma precisamente quella posizione che determina nell'olio la pressione atta ad equilibrare il carico, e si comprende altresì come il punto  $P$  non possa essere il punto di mezzo del segmento  $P_1 P_2$ , ma debba essere necessariamente spostato verso lo spigolo di uscita.

Infatti perchè sussista l'equilibrio occorre che il momento risultante delle pressioni nei singoli punti del tratto  $P_1 P$  e quello delle pressioni nel tratto  $P P_2$ , presi entrambi rispetto a  $P$ , risultino eguali, ed essendo le pressioni del tratto  $P P_2$  più elevate di quelle dell'altro tratto, il loro braccio deve risultare minore, e cioè  $P$  deve essere più vicino a  $P_2$  che a  $P_1$ . Per questa ragione, come abbiamo detto, i settori oscillanti s'impennano eccentricamente in avanti nella direzione del moto.

### Un po' di teoria.

La teoria matematica del fenomeno è stata recentemente esposta su questo giornale in un articolo dell'Ing. N. Ratti (*L'Elettrotecnica*, vol. XIV, n. 13 del 5 maggio 1927, pag. 274) e ad esso rimandiamo il lettore.



Altri riferimenti bibliografici sono riportati in Nota <sup>(1)</sup>.

Ci limitiamo qui a riassumere le conclusioni principali della teoria.

Supponiamo di considerare un supporto fondato sul principio di Osborne Reynolds e sulla relativa applicazione di Michell.

Esprimendo analiticamente le condizioni d'equilibrio del fluido in moto (olio) e del segmento oscillante del supporto ed introducendo naturalmente, ove occorra, opportune ipotesi semplificative, si giunge alle seguenti conclusioni.

Se si suppone che tutte le particelle d'olio compiano il loro percorso sul pattino nella direzione del moto, e cioè entrino dallo spigolo d'ingresso ed escano da quello d'uscita, senza che vi sia alcuna fuoriuscita d'olio in senso radiale, il che tradotto in linguaggio matematico corrisponde a supporre il pattino finito nel senso del moto ed infinito nel senso ad esso perpendicolare, e se si trascurano alcune influenze secondarie che accennerò in seguito, si trova che per consentire allo strato di olio di assumere il carico è necessario che il suo spessore sia variabile, e cioè che i segmenti si inclinino. A tale scopo occorre che essi siano imperniati eccentricamente e l'eccentricità sia nel senso del moto.

L'inclinazione assunta dai segmenti in condizione di equilibrio dipende esclusivamente dalla eccentricità ed è indipendente dalla pressione e dalla velocità.

La inclinazione, o, che fa lo stesso, l'eccentricità sono fattore preponderante nel valore delle pressioni in ciascun punto, della pressione media e della pressione totale, che dipendono però anche dalla velocità, dalle dimensioni del perno e dalla viscosità dell'olio.

La resistenza di attrito, e quindi anche il coefficiente di attrito, dipende invece da tre fattori, l'uno dei quali è funzione dell'inclinazione, il secondo è la radice quadrata del coefficiente di viscosità dell'olio, il terzo è proporzionale alla radice quadrata del prodotto della pressione per la velocità. Si noti che questa relazione è assai diversa da quella di Newton per lo strisciamento senza lubrificazione fra due superfici lisce, in base alla quale la resistenza d'attrito è proporzionale al carico ed indipendente dalla velocità, e ciò in quanto siamo in presenza di un fenomeno fisico nettamente differente.

Ritornando al perno Michell ed alla sua resistenza d'attrito, poichè carico, velocità, viscosità dell'olio sono, nei vari casi, dati dal problema, per diminuire il coefficiente d'attrito occorre giuocare sull'inclinazione e cioè scegliere opportunamente il punto in cui imperniare i segmenti. E si può infatti agevolmente calcolare il valore della eccentricità cui corrisponde il valore minimo della resistenza di attrito.

La quantità di calore che si produce per attrito, che è equivalente alla resistenza d'attrito moltiplicata per la velocità, risulta anch'essa prodotto di tre fattori, l'uno funzione dell'inclinazione, l'altro dato dalla radice quadrata del coefficiente di viscosità dell'olio ed il terzo proporzionale alla radice quadrata del prodotto del carico per il cubo della velocità.

Pertanto, se si ammette, come è razionale, che il lavoro di attrito trasformato in calore sia misura della capacità di carico del supporto, occorre basarsi non più sul prodotto del carico per la velocità come per i supporti di antico tipo, ma sulla radice quadrata del prodotto del carico per il cubo della velocità.

Tutte le considerazioni suesposte che abbiamo dedotto seguendo la teoria di Osborne Reynolds prescindono però, come ho detto sopra, da alcune influenze secondarie che ne modificano alquanto i risultati, a cui accennerò brevemente.

La prima si è il fatto che si sono supposti i segmenti di dimensioni infinite nel senso radiale e cioè si è trascurata la fuoriuscita laterale dell'olio. Al contrario normalmente la larghezza e la lunghezza di ciascun pattino sono dello stesso ordine di grandezza, e non tutto l'olio che è trascinato per aderenza alla ralla girevole sopra ciascun pattino percorre tutto il pattino ed esce dallo spigolo radiale opposto, ma una parte

esce prima dagli altri due spigoli e cessa di concorrere alla formazione della pressione. Si comprende quindi come questa diminuisca notevolmente nel senso perpendicolare al moto, e la capacità di carico del supporto diminuisca in corrispondenza. Questa diminuzione sarà tanto maggiore quanto più piccola è la larghezza in confronto alla lunghezza o, per esprimersi più esattamente, quanto più piccolo è il rapporto della dimensione perpendicolare alla direzione del moto alla dimensione ad essa parallela.

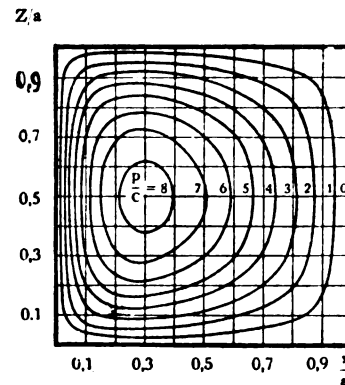


Fig. 4. — Distribuzione delle pressioni in un segmento quadrato.

Si dimostra altresì che al diminuire di questo rapporto cresce rapidamente il coefficiente di attrito e la resistenza di attrito e cresce anche il valore dell'eccentricità, cioè occorre spostare il perno verso lo spigolo di uscita dell'olio.



Fig. 5. — Distribuzione delle pressioni in un segmento di larghezza eguale ad un terzo della lunghezza.

Le figure 4 e 5 danno le distribuzioni delle pressioni in un segmento quadrato ed in un segmento di larghezza eguale ad un terzo della lunghezza secondo il tracciamento originale di Michell. Senza entrare nel valore delle unità di misura ed in certe altre osservazioni che si dovrebbero fare, mi pare che le fi-

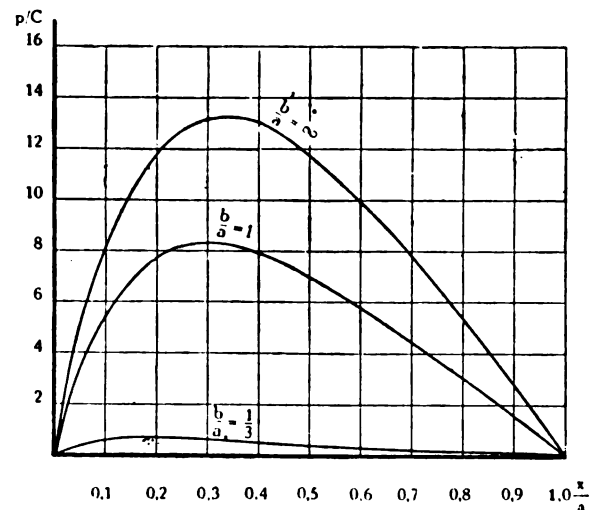


Fig. 6. — Diagramma comparativo dell'andamento delle pressioni.

gure bastino a dare un'idea di queste pressioni. La figura 6 dà comparativamente l'andamento delle pressioni sulla linea mediana in un segmento di dimensione trasversale infinita, uguale e pari ad un terzo di quella secondo il moto. La tabella I dà in cifre nei tre casi precedenti i rapporti fra carichi  $P$ , coefficienti di attrito  $\mu$ , ed eccentricità  $e/a$ , e per un certo particolare valore della inclinazione da cui dipende  $m$ . Si può pertanto concludere che in un supporto Michell conviene frazionare per quanto possibile l'anello d'appoggio in numerosi segmenti per diminuire la dimensione secondo la direzione del moto in confronto a quella radiale. Ciò naturalmente è limitato da condizioni pratiche, come quella del maggior costo e del rapporto

(1) OSBORNE REYNOLDS: On the Theory of Lubrication and its Application to Mr. Beauchamp Tower's Experiments. Phil. Trans. R. Soc. of London 1886, oppure: Scientific Papers, vol. II.

ANTONY G. M. MICHELL: The Lubrication of Plane Surfaces. Zeitschrift für Mathematik und Physik 1905, vol. 52.

— The Theory of the Michell Bearing. Engineering, 30 luglio 1915 e segg.

DE F (Ri): Paliers de butée modernes - Revue B. B. C., gennaio e febbraio 1917.

HAROLD MEDWAY MARTIN: The Theory of the Michell Thrust Bearing «Engineering», 20 febbraio 1920.

R. O. BOSWELL: The correct interpretation of Michell Thrust Bearing experiments - Engineering 5 gennaio 1923.

fra superfici occupate dai segmenti e superfici libere per la circolazione dell'olio.

TABELLA I.

$m = 1$			
	$\frac{b}{a} = \infty$	$\frac{b}{a} = 1$	$\frac{b}{a} = 1/2$
$P$	$P_0$	$0,422 P_0$	$0,031 P_0$
$\mu$	$\mu_0$	$2,22 \mu_0$	$9,8 \mu_0$
$c/t$	0,07	0,03	0,11

Un'altra causa che modifica le conclusioni della teoria di Osborne Reynolds è la variazione del coefficiente di viscosità (che si era supposto costante) provocato dal riscaldamento dell'olio per attrito nel passare lungo il pattino. Sebbene il coefficiente di attrito sia minimo, il riscaldamento è nei casi pratici relativamente notevole e si hanno fra l'entrata e l'uscita dell'olio lungo il segmento differenze di temperatura di alcune decine di gradi. La variazione del coefficiente di viscosità con la temperatura è anch'essa assai notevole; passando da una temperatura all'ingresso di 55° ad una temperatura all'uscita di 90°-100° C. il coefficiente di viscosità si riduce ad un terzo od un quarto.

Siccome la pressione è proporzionale alla viscosità e questa decresce man mano che si passa dallo spigolo d'entrata a quello d'uscita perchè in tal senso avviene l'aumento di temperatura dell'olio, si ha innanzi tutto una diminuzione della pressione totale cioè del carico, e poi uno spostamento della risultante delle pressioni verso lo spigolo d'entrata. Ciò provoca un aumento d'inclinazione del segmento se rimane costante l'eccentricità, o una diminuzione di questa se si vuol mantenere costante l'inclinazione.

Si spiega così l'importante risultato sperimentale che, contrariamente alla teoria, perni costituiti da segmenti impernati al loro centro sono capaci di sostenere carichi rilevanti senza che il loro coefficiente d'attrito assuma valori più elevati di quelli dei segmenti impernati eccentricamente. Si hanno così perni che possono girare in entrambi i sensi. Anzi per valori molto piccoli dell'inclinazione (e quindi carichi ridotti) si riesce ad ottenere un funzionamento possibile anche con segmenti ad eccentricità negativa, o in altri termini si può ottenere l'inversione di marcia, naturalmente a velocità ridotta, anche se i segmenti sono impernati eccentricamente, e ciò al contrario di quanto faceva prevedere la teoria.

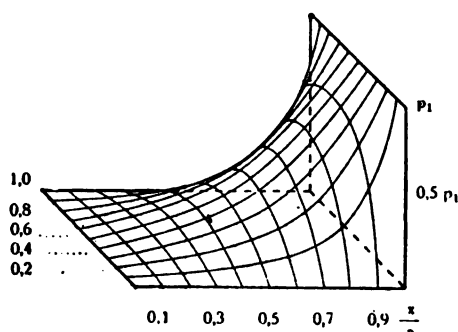


Fig. 7. — Influenza dell'arrotondamento dello spigolo d'ingresso sulle pressioni.

Un'altra influenza che agisce nel medesimo senso di quella della temperatura diminuendo e anche annullando o invertendo l'eccentricità e rendendo quindi possibile l'inversione del senso di rotazione è l'adozione di un arrotondamento dello spigolo di ingresso del segmento. Essa però, anziché diminuire la pressione totale cioè la capacità di carico come fa il riscaldamento dell'olio, provoca un aumento nella pressione totale, perchè lo spigolo arrotondato è già per suo conto un piccolo segmento Michell sicchè l'olio entra sul pattino già in pressione, od anche, per ricorrere ad una spiegazione fisica, perchè l'olio, trovando anziché uno spigolo vivo un raccordo, è assai meglio invitato e guidato nell'entrare sotto la ralla girevole.

La figura 7 mostra l'andamento dell'aumento di pressione dovuto all'arrotondamento dello spigolo per un particolare caso

e per segmento quadrato. Questa specie di falda di paraboloide iperbolico va poi sommata a quella specie di segmento ellissoide obliquo che risulta dalla figura 4. Si vede chiaramente che la presenza dell'arrotondamento sposta la risultante delle pressioni verso l'ingresso dell'olio.

### Conferme sperimentali.

Tutte le anzi accennate considerazioni teoriche sono state confermate da numerose esperienze specialmente inglesi che sarebbe qui lungo enumerare.

Accennerò a qualcuna delle più interessanti. Per esempio l'esistenza del nastro continuo d'olio fra la ralla girevole ed i pattini si prova con misure di resistenza elettrica, e si può, ma con minore certezza, determinarne così lo spessore medio.

Importante è la ricerca del valore del coefficiente d'attrito. Gli inglesi parlano di coefficienti dell'ordine di un millesimo mentre per supporti ordinari si sta sui tre o quattro centesimi. A questo proposito credo interessante riferire alcune misure eseguite dalla San Giorgio su supporto di sua costruzione per carico 18 tonn. e 500 giri.

Per convenzione anche in questo caso il coefficiente di attrito si considera, secondo la formula di Newton, come il rapporto fra la resistenza passiva ed il carico. Per determinare la resistenza passiva si è ricorsi alla determinazione del lavoro di attrito. Questo si trasforma in calore, il quale parzialmente viene dissipato per irradiazione e convezione dalla superficie esterna della cassa ed in parte preponderante viene asportato dall'olio, che in questo caso viene estratto dalla cassa del supporto mediante una pompa di circolazione e mandato a raffreddarsi in altra cassa con serpentino di refrigerazione.

Per determinare il calore perduto per irradiazione si è preso il perno fermo, e si è immersa nel suo olio una resistenza elettrica, facendo in modo che la temperatura restasse costante ed eguale a quella di regime del perno in funzione. Misurando i watt necessari a mantenere la temperatura di regime si è saputo quanto calore la cassa trasmetteva per irradiazione e quale era in corrispondenza il lavoro di attrito che risultò di 62 kgm/sec.

Il calore asportato dall'olio si determinò misurando la portata dell'olio che circolava e la differenza di temperatura fra l'entrata nel perno e l'uscita da esso. Essendo nota la qualità dell'olio, e cioè il suo peso specifico e calore specifico alle temperature in giuoco, moltiplicando queste due quantità per la portata e per la differenza di temperatura si ebbe la quantità di calore assorbita dall'olio e quindi il corrispondente lavoro di attrito che risultò di 880 kgm/sec.

Sommando questi due lavori e cioè 880 + 62 = 942 kgm/sec e dividendo per la velocità media che era di 12,2 m/sec. si aveva una resistenza di attrito di kg. 77 che rapportata al carico di 18 tonn. dà un coefficiente di attrito del 0,0042.

Come si vede, pur trattandosi di una macchina di media potenza e con velocità periferica limitata, si ha già un coefficiente di quattro millesimi, che se è superiore al millesimo degli sperimentatori inglesi, è di gran lunga più basso dei coefficienti d'attrito dei comuni supporti che sono dell'ordine dei centesimi.

### Olio.

Poichè come abbiamo visto il compito principale in questi supporti è affidato all'olio, occorre la massima cura nella sua scelta e nella sua manutenzione. Dote essenziale del lubrificante è la cosiddetta viscosità, che corrisponde poi a due diverse qualità, il suo potere di adesione alle superfici metalliche che lo mette in grado di esser trascinato fra le superfici stesse, e la sua riluttanza a scorrere che gli consente di generare la pressione per mezzo della quale riesce a sostenere il carico. Questa viscosità apparisce in tutte le formule relative al calcolo dei supporti e dipende oltre che dalla qualità dell'olio anche dalla sua temperatura.

Esistono al riguardo parecchi studi e metodi di misura, ed occorre in caso di progetto o di ordinazione esaminare attentamente la questione dell'olio e della sua viscosità. Si può ritenere che il valor medio del coefficiente di viscosità dell'olio che s'impiega normalmente sia di circa 0,0012 kg. sec/m<sup>2</sup> alla temperatura di 55° C.

La quantità di olio richiesta dal supporto e di conseguenza le dimensioni della relativa cassa vengono fissate in base alle condizioni di raffreddamento. Infatti pur essendo come detto assai limitato il coefficiente di attrito, tuttavia una certa quantità di calore viene necessariamente generata ed essa viene



quasi completamente trasportata via dall'olio che circola fra le superfici metalliche, essendo assai scarsa la dissipazione di calore attraverso queste, ed essendo comunque anch'esse immerse nell'olio. In definitiva tutta questa quantità di calore va a riscaldare la cassa del sopporto.

Per moderati carichi e velocità la cassa basta a dissipare per irradiazione il calore nell'ambiente esterno, e ciò influisce sulle dimensioni di essa e quindi sulla quantità d'olio. Per velocità e carichi maggiori l'irradiazione naturale non basta più, e bisogna provvedere un ulteriore mezzo di raffreddamento. Questo può essere di due specie, o un serpentino interno alla cassa d'olio in cui si faccia circolar dell'acqua fredda, oppure una tubazione con una pompa che colleghi la cassa con un refrigerante esterno in modo che l'olio caldo esca dalla cassa, vada al refrigerante e ritorni nella cassa fredda. E' importante ricordare che, come si è detto, la pressione che si genera nell'olio, e quindi il carico sopportato è proporzionale al coefficiente di viscosità dell'olio. Ora siccome quest'ultimo decresce al crescere della temperatura, è indispensabile che la circolazione, dell'olio ed il suo raffreddamento siano predisposti in modo che la temperatura non oltrepassi i limiti assegnati, perchè altrimenti si rischia che il sopporto non riesca a portare il carico prefissato. In compenso provvedendo ad un'adeguata circolazione e refrigerazione dell'olio, non vi è alcun limite, almeno teoricamente, alla velocità ed al carico assegnabile ai sopporti Michell. Un altro fenomeno che può avere sfavorevoli ripercussioni è il deterioramento dell'olio in servizio, che può avvenire per cause varie come sovrariscaldamento, azioni fisico-chimiche dell'olio in dipendenza della temperatura o della pressione, entrata in circolazione di corpi estranei, impurità, umidità, ecc. A questo scopo occorrono periodiche sostituzioni dell'olio, filtrazione, essiccazione, e simili analoghi provvedimenti. In installazioni importanti si può far uso di una centrifuga di tipo De Laval per la depurazione continua dell'olio.

#### Lavorazione e montaggio.

Infine occorre fare una considerazione assai importante. Il meccanismo per il quale si genera la pressione spontanea nell'olio è basato sul continuo restringimento di sezione dall'entrata all'uscita di ogni singolo pattino. Ciò presuppone che l'olio non possa sfuggire lateralmente cioè radialmente, che se ciò avvenisse completamente non si genererebbe alcuna pressione. E' quindi necessaria una lavorazione accuratissima ed un perfetto montaggio giacchè giuochi laterali superiori al previsto permettendo la sfuggita radiale dell'olio ostacolano la generazione delle pressioni, e quindi diminuiscono l'efficienza del sopporto. Ciò a prescindere dalle trepidazioni, irregolarità di marcia ed altri simili gravi inconvenienti che per deficiente centratura, o altre imperfezioni di costruzione o di montaggio possono verificarsi, ed è anzi questo l'unico punto debole dei sopporti Michell originali, che ha indotto, come vedremo, a modificarli, e recentemente, specie in America, a sostituirli con tipi basati su altri concetti.

#### Alcuni impianti con perni Michell e derivati.

Citerò alcuni dati relativi ad impianti in cui i perni basati sulle suesposte teorie sono stati adottati.

Premetto che ciascuna Casa costruttrice ha suoi particolari costruttivi, sui quali sarebbe lungo diffondersi, e che spesso sono riservati.

Cominciamo dal più importante impianto italiano e probabilmente europeo, quello di Galleto della Società Terni, ancora in costruzione e che si ritiene vada in esercizio nel corrente inverno. Esso comprende tre gruppi turbina-alternatore ad asse verticale composti di turbine Francis di costruzione De Pretto-Escher Wyss da 36.800 kW cadauna con 190 m di caduta, e di alternatori del Tecnomasio Italiano 35.000 kVA, 337/375 giri al 1', 45 ÷ 50 periodi al 1'.

Il perno è di costruzione della Brown-Boveri ed è di tipo quasi esattamente corrispondente al Michell originale, con raffreddamento dell'olio mediante circolazione esterna. In questo caso però i segmenti sono situati su sfere per ripartire esattamente le pressioni fra i vari segmenti che alcune cause accidentali di costruzione, di montaggio o di esercizio potrebbero tendere a perturbare. Inoltre, data la larga dimensione radiale, è prevista anche una equilibratura in questo senso per assicurare la ripartizione del carico su tutta la superficie del segmento. Il carico è di 240 tonn.; con questo tipo si può giungere sino a 800 tonn.

La figura 8 mostra il particolare del tipo di sopporto.

Un altro importante impianto della Società Terni di un gruppo turbina-alternatore ad asse verticale è quello del Velino. Anche qui la turbina che è da 18.000 kW a 450/500 giri è De Pretto-Escher Wyss e l'alternatore è del Tecnomasio Italiano (potenza 22.000 kVA). Il perno, che sopporta un carico di 110 tonnellate alla velocità di 450/500 giri, qui però è Escher Wyss e pur essendo fondato sullo stesso principio dei Michell è leggermente diverso. L'anello fisso è inferiormente piano e riposa liberamente sul fondo della cassa dell'olio senza però ruotare ed è diviso radialmente mediante alcune scanalature in tanti segmenti. La loro superficie è in principio inclinata, salvo a divenire al termine parallela all'anello rotante. Quest'ultimo invece, che è fissato all'albero, è completamente piano e sprovvisto di scanalature, e trascina nel suo moto l'olio per adesione lungo i piani inclinati dei segmenti fino a comprimerlo fra le superfici orizzontali, determinando la formazione del nastro continuo d'olio e la generazione spontanea della pressione. Infatti secondo dati sperimentali riferiti dalla Casa costruttrice la pressione specifica può raggiungere fino a 150 kg/cm<sup>2</sup> ed il

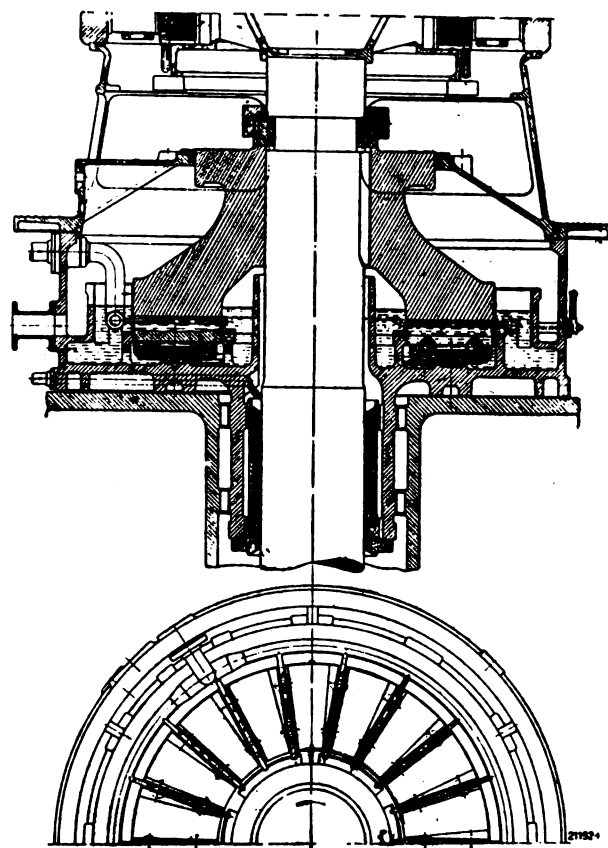


Fig. 8. — Sopporto di spinta dell'alternatore da 35.000 kVA della Centrale Galleto.

coefficiente d'attrito 0,0014. Questi valori confrontati con quelli sopra citati per i Michell originali dimostrerebbero che questo tipo derivato è meno favorevole. E' però molto più semplice la lavorazione e più sicuro il montaggio, vantaggi questi non trascurabili. La Escher Wyss ha adottato tale disposizione anche per le turbine Pelton a 4 getti (Impianto Campello della Società Adamello).

Costruiscono invece, per quanto mi consta, secondo i brevetti originali Michell le seguenti Case Italiane:

Costruzioni Meccaniche Riva, Milano - Terni (Stabilimento Vickers, Spezia) - Ufficio Impianti Idroelettrici (Franco Tosi - San Giorgio) - Milano.

Fra le più importanti costruzioni della Tosi vanno ricordati i perni dell'impianto d'Acquoria con un carico di 150 tonn. a 550 giri, e fra quelle della Riva il perno della turbina dell'impianto di Mori con carico di 160 tonn. a 150 giri, nonché i perni delle quattro turbine dell'impianto Isarco con carico di 250 tonn. a 300 giri.

Però la Ditta Tosi per più recenti costruzioni, e precisamente per le tre turbine dell'impianto di Mori con perno da 170 tonn. a 150 giri e per una turbina dell'impianto Isarco (perno da 70 tonn. a 250 giri) ha abbandonato il tipo Michell originale, considerando eccessivamente delicata, complicata e costosa la

sua costruzione, che richiede lavorazione e montaggio accuratissimi, ed ha adottato un tipo più semplice e di costruzione più facile fondato sullo stesso concetto, ma diversamente applicato. Questo perno è del cosiddetto tipo Charmilles, dal nome della Ditta Ateliers des Charmilles già Piccard Pictet e C. di Ginevra.

Tali perni sono costituiti dal consueto disco piano rotante collegato all'albero, e dall'anello di base riposante sulla cassa con appoggio sferico e diviso alla superficie su cui ruota il disco mobile in tanti segmenti fissi piani separati l'uno dall'altro in modo che l'olio che ha attraversato un segmento ricada nella vasca mentre sotto il segmento successivo entri altro olio fresco. I segmenti come detto, sono piani e fissi; essi però non sono di pezzo con l'anello di base ma sono appoggiati su mensole riportate e fissate sull'anello di base, che hanno la parte di sbalzo in corrispondenza dello spigolo d'entrata dell'olio, e la parte appoggiata in corrispondenza dello spigolo d'uscita. Ora sotto l'azione del carico la parte in isbalzo s'infilette e si abbassa assai più della parte appoggiata, sicchè si crea automaticamente quella inclinazione dei segmenti che produce a sua volta il nastro continuo d'olio e la generazione spontanea della pressione in esso.

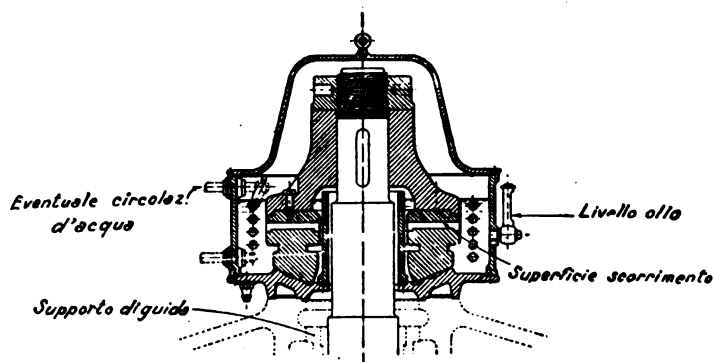


Fig. 9. — Disegno schematico del perno tipo Charmilles.

Naturalmente anche qui ove occorra si applica la refrigerazione dell'olio. Le figure 9 e 10 mostrano chiaramente questo tipo di perno.

Secondo dati riferitimi da un tecnico estraneo alla Ditta Charmilles, si è raggiunto in sala prova, naturalmente in condizioni di funzionamento particolarmente favorevoli, una pressione specifica di 50 kg/cm<sup>2</sup> con una velocità periferica di 40 m/sec., e si è constatata una pressione nello strato d'olio di 100 atmosfere.

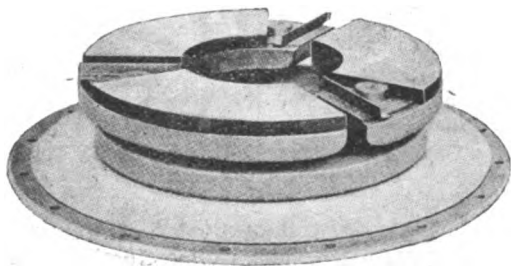


Fig. 10. — Pattini fissi del perno di cui a figura precedente (supposto asportato il disco mobile).

Su tali tipi di perni esiste un interessante articolo sulla « Schweizerische Bauzeitung » dell'8 e 15 maggio 1926. Per tali supporti si può però ripetere in linea di massima quanto già detto per quelli Escher Wyss nel confrontarli con i Michell originali.

### Supporti a molle.

La Compagnia Generale di Elettricità di Milano, invece di impiegare i supporti di tipo Michell o derivati, adopera supporti a molle, i quali, a differenza dei precedenti, non danno sovrachia preoccupazione circa la perfetta lavorazione e l'esatto montaggio, perchè hanno un appoggio elastico su molle che assicura sempre una buona ripartizione del carico indipendentemente da eventuali piccoli errori di costruzione o di messa in opera.

La figura 11 mostra chiaramente il sistema. La superficie d'appoggio è costituita da un anello d'acciaio che ha spessore limitato, ed è completamente tagliato in un punto secondo un raggio ed ha in sette altri punti simmetrici altrettante scanala-

ture radiali, e quindi è quasi altrettanto elastico ed adattabile alla superficie del disco mobile che se fosse costituito da tanti segmenti staccati. Ora il disco appoggia sopra una serie di molle, perciò qualunque irregolarità vi sia nella perpendicolarità dei piani, nella centratura degli anelli o nel loro spessore, e comunque nella distribuzione degli sforzi lungo la superficie d'appoggio, ciascuna molla reagisce elasticamente per quella frazione di carico che viene a gravare su di essa, il che equivale praticamente ad avere una ripartizione uniforme del carico su tutta la superficie portante.

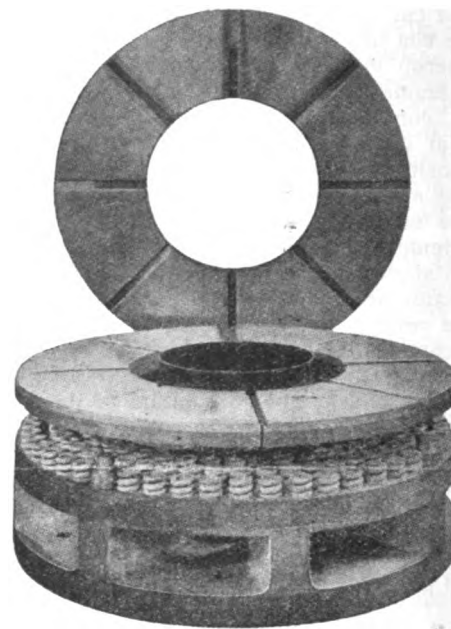


Fig. 11. — Supporto di spinta a molle (il disco di appoggio è alquanto sollevato per mostrare le molle nonchè i perni di fissaggio del disco).

Nella figura il disco di appoggio è alquanto sollevato per mostrare le molle, nonchè i perni che fissano il disco, impedendogli di girare, ma non di subire piccoli spostamenti verticali. Il disco girevole è anch'esso scanalato per facilitare il trascinamento dell'olio fra le superfici metalliche.

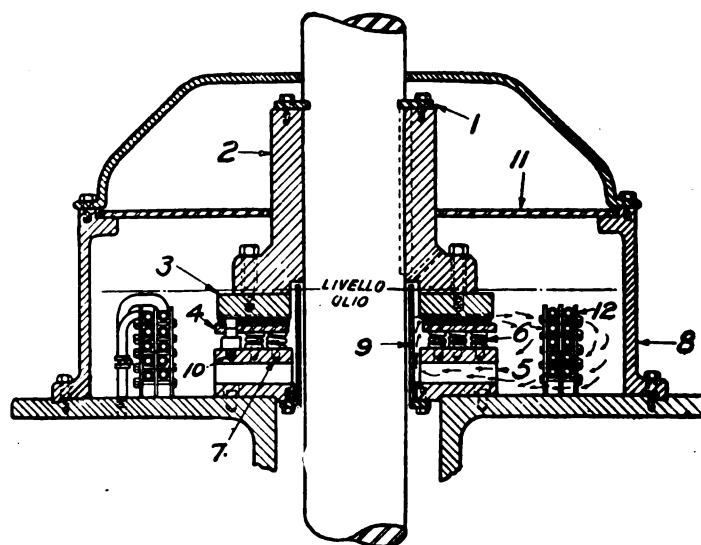


Fig. 12. — Sezione schematica del supporto di spinta a molle.

1 anello di ritenuta - 2 collare portante - 3 disco rotante - 4 disco fisso  
5 disco di base - 6 molle - 7 perni centrali delle molle - 8 cassa del supporto  
9 boccola di tenuta dell'olio - 10 perni di fissaggio del disco fisso  
11 coperchio interno - 12 serpentino refrigerante.

Anche il disegno figura 12 mostra la disposizione di questi supporti, nei quali generalmente si adotta un raffreddamento a circolazione d'acqua nell'interno della cassa del supporto. La figura si riferisce ad un gruppo turbina-alternatore installato nel Canada. L'alternatore è da 10.000 kVA a 55,6 giri al primo, ed il supporto ha un carico di 250 tonn.

I più grandi perni di questo tipo, installati in Italia sono, che io sappia, quelli degli alternatori costruiti dalla Compagnia

Generale di Eletticità per la Società Anonima Costruzioni Idroelettriche-Centrale di Tavagnasco, i quali sopportano 90 tonnellate a 167 giri. Interessante è anche un'applicazione della Generale a motori sincroni lenti per comando di idrovore di costruzione Riva, fatto nella Bonifica Renana. Per questi cuscinetti con appoggio elastico a molle, che vengono spesso detti, non molto propriamente, di tipo Kingsbury, non mi consta che esista alcuna pubblicazione o studio speciale che fornisca i principi teorici con cui calcolarli. Essi sono costruiti in base ai criteri generali della meccanica, e per la loro riuscita conta soprattutto l'esperienza nel disegnarli, la pratica nello scegliere i materiali e la perfezione nel costruirli. Naturalmente però l'attitudine dell'olio a formare un nastro continuo in pressione fra anello fisso ed anello girevole discende dal fatto che lo spessore è variabile, secondo la teoria di Osborne Reynolds.

### Confronto fra i vari tipi.

Si potrebbe domandare un giudizio sintetico comparativo fra i vari tipi di perni sopra descritti. La questione praticamente non ha grande interesse per chi acquista il macchinario e non si può certo basare nella scelta sul tipo di perno, che, per quanto importante, è in sostanza un dettaglio, ma si limita a chiedere una garanzia alla Casa costruttrice. Tale questione avrebbe invece interesse per le Case costruttrici; ma in tal caso essa non è posta nei veri termini, perchè il preferire un tipo piuttosto che un altro dipende assai poco da criteri teorici o tecnici e molto di più dai propri brevetti, dalla propria esperienza, dalla propria attrezzatura, da costi di materiale e di lavorazione e simili, tanto è vero che le varie Ditte impiegano tipi sostanzialmente diversi.

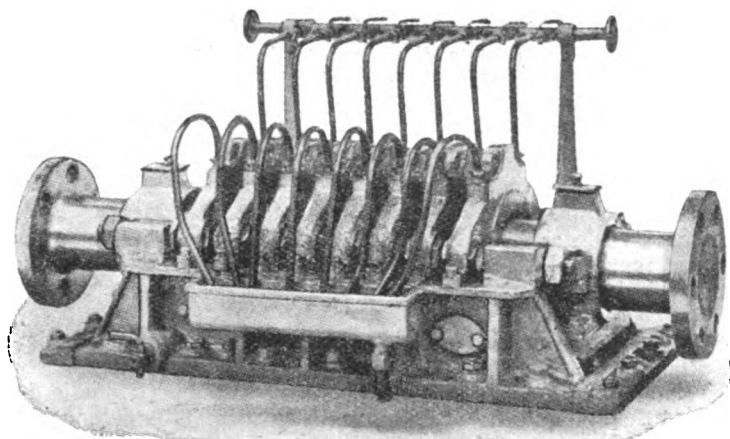


Fig. 13. — Sopporto multicollare per boroio.

Se una conclusione si può trarre ed arrischiare un giudizio, si può dire che i vari tipi debbono in complesso pressochè equivalersi, perchè in caso contrario ci sarebbe un deciso orientamento verso uno di essi, e che se un certo orientamento si manifesta, esso è piuttosto verso i tipi a molle seguendo le orme degli Americani, mentre i Michell originali, che del resto sono un po' più antichi, vanno passando di moda. Ma, ripeto, quest'orientamento è tutt'altro che deciso, come dimostra l'impianto della Terni che ho citato e che è recentissimo, il quale ha un sopporto a segmenti oscillanti fondato sul principio Michell, ed anzi probabilmente, per velocità periferiche elevate, bisogna ricorrere ancora al tipo Michell perchè quello a molle risulta meno opportuno.

### I Michell a bordo.

A bordo invece trionfano ancora e sempre i Michell originali, che hanno sostituito con vantaggio i precedenti tipi multicollari portando un effettivo incremento alla tecnica navale, e ciò non solo per i maggiori carichi che si possono sopportare con minor coefficiente d'attrito, ma anche per la notevole diminuzione d'ingombro e per la possibilità di applicare un meccanismo indicatore di spinta, le cui determinazioni confrontate con i cavalli indicati della turbina, con i consumi del combustibile, ecc. costituiscono un elemento prezioso per determinare le condizioni in cui la propulsione si svolge.

Le figure 13 e 14 mostrano un sopporto multicollare per bordo ed il Michell equivalente. Secondo calcoli della Ditta Michell Bearings Limited, tenendo presente il carico massimo per unità di superficie che poteva sopportare il sopporto di

spinta multicollare in confronto al carico che ammette il Michell si ottiene per quest'ultimo una superficie del 0,18 dell'altro. Inoltre il coefficiente d'attrito è 0,3 dell'altro, sicchè la resistenza totale d'attrito si riduce 0,054 e cioè ad un diciottesimo. Si vede chiaramente il risparmio d'ingombro. Vi è poi un'economia nel lubrificante che è in quantità minore e quindi si deteriora meno, nonchè nella manutenzione, che negli antichi tipi era assai notevole.

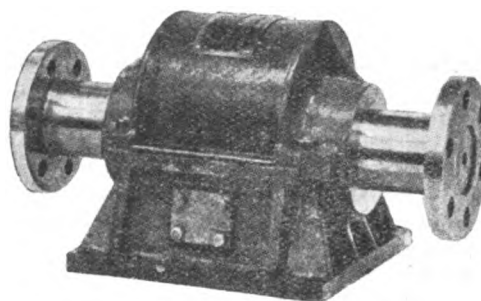


Fig. 14. — Sopporto Michell per bordo equivalente a quello multicollare della figura precedente.

Inoltre quest'ultimi, che per navi di una certa importanza andavano per lo più male, costituivano spesso un impedimento a far funzionare la nave a piena velocità, perchè si rischiava di farli scaldare eccessivamente. Con i Michell il pericolo è eliminato.

Seguendo gli anzidetti calcoli con opportune ipotesi e computando il risparmio di combustibile dovuto alla minor perdita di attrito, si riesce a dimostrare che in un anno o al massimo in due, questo risparmio eguaglia il maggior costo del Michell in confronto al tipo multicollare.

Alla nave da guerra inglese « Mackay » è stato applicato un sopporto marino che è contemporaneamente portante e di spinta nei due sensi. Questo sopporto è per albero di diametro di 14 1/2 che fa 350 giri al minuto e trasmette 20.000 cavalli-asse. La sopra elevazione di temperatura in esercizio è di 35° C; la lubrificazione avviene senza alcuna circolazione nè di acqua nè di olio. La ralla centrale nelle facce piane serve per la spinta nei due sensi e nella superficie cilindrica serve a scaricare il peso.

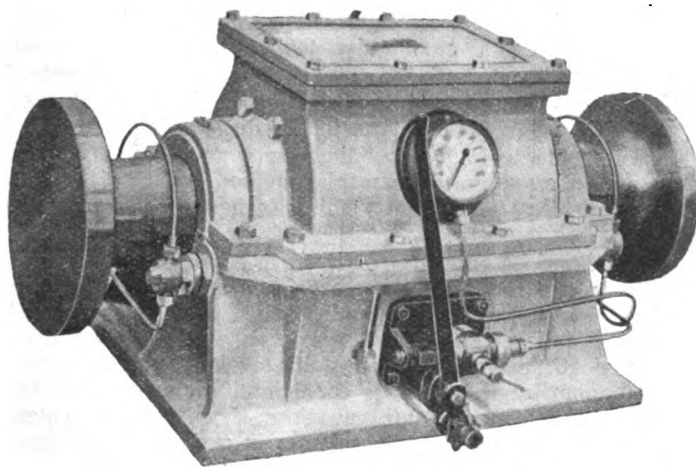


Fig. 15. — Sopporto di spinta Michell per bordo con dispositivo per la indicazione della spinta.

La fig. 15 mostra un sopporto munito del meccanismo indicatore di spinta dianzi accennato. Infatti, siccome tutta la spinta trasmessa al sopporto viene completamente sostenuta in due punti, per misurarla basta disporre in corrispondenza di questi punti d'appoggio due piccoli stantuffi idraulici che si possono mettere in pressione mediante una piccola pompa d'olio a mano sino ad ottenere di equilibrare la spinta e di vincerla di tanto quanto basta ad avere un leggero spostamento dell'albero. La pressione raggiunta dalla pompa, che si legge su apposito manometro, dà senz'altro la spinta sul sopporto in quel momento. Questo semplice espediente permette un diretto paragone fra il combustibile consumato ed il lavoro fatto per muovere la nave. Esso può venir poi utilmente confrontato con il diagramma dei cavalli indicati dalla motrice, con i risultati dei dinamometri di torsione, ecc., permettendo come già detto di rendersi esatto conto del comportamento del macchinario di propulsione.



## LO SFASAMENTO DEGLI IMPIANTI DI UTILIZZAZIONE NELLA VENDITA DELL'ENERGIA ELETTRICA □ □ □ □

E. BIFFI

La corrente elettrica rappresenta finora il sistema tecnicamente ed economicamente migliore per utilizzare e trasportare a distanza le altre forme di energia esistenti in natura. Per questo l'energia ricavabile in gran quantità cogli impianti idraulici, viene trasformata in energia elettrica, la quale, trasportata con apposite linee nei luoghi di utilizzazione, viene alla sua volta trasformata in quelle forme di energia adatte alle varie applicazioni industriali.

In queste applicazioni ha importanza soltanto la quantità di energia elettrica che si preleva, per cui, dal punto di vista dell'utente, soltanto questo quantitativo dovrebbe servire a determinare il compenso dovuto alla società fornitrice per il suo servizio. Invece da parte delle società elettriche si è sempre giustamente ritenuto che il solo quantitativo di energia fornita non sia in generale sufficiente a stabilire tale compenso, perchè devono contribuire pure altri elementi importanti, quali la massima potenza prelevata dall'impianto di utilizzazione e l'orario con cui l'utilizzazione stessa si compie.

Difatti gran parte dell'energia elettrica viene prodotta sfruttando salti d'acqua a deflusso continuo ed in queste condizioni il servizio di fornitura più che dal quantitativo di energia è vincolato alla necessità che in nessun caso la somma delle potenze richieste dagli utenti superi la potenza totale che la fornitrice può produrre nelle sue centrali.

Inoltre dalla massima potenza prelevata da un utente dipende il costo di tutto l'impianto necessario per produrre e trasportare poi l'energia al luogo di utilizzazione. E' quindi giustificato il criterio di far dipendere in certi casi la vendita dell'energia principalmente dalla massima potenza richiesta.

In sostanza si può ritenere che i due elementi su cui specialmente è basata la tarifficazione delle più importanti forniture di energia sono la massima potenza prelevata dall'impianto di utilizzazione ed il quantitativo totale di energia consumato.

Però negli impianti a corrente alternata, specialmente da qualche anno a questa parte si tien conto anche di un altro elemento, vale a dire del cosiddetto fattore di potenza.

Sono note le ragioni che indussero a considerare questo elemento nella vendita dell'energia, ma cercherò di riassumerle brevemente, data l'importanza che esse hanno per l'argomento trattato.

Nei circuiti a corrente continua, la potenza elettrica prelevata da un apparecchio ed in generale da un impianto di utilizzazione, è eguale al prodotto dei valori contemporanei della tensione e della corrente. Invece con correnti alternate il prodotto analogo dei valori efficaci della tensione e della corrente (tenuto conto degli eventuali coefficienti numerici dipendenti dal sistema) è generalmente superiore al valore della potenza corrispondente e ne è eguale soltanto in casi speciali. Come è noto tale prodotto si suole denominare potenza apparente.

E' importante che ad una data potenza prelevata corrisponda la minima potenza apparente, perchè da questo elemento dipende il costo di tutto l'impianto elettrico che serve a trasportare l'energia dal luogo di produzione (compresi i generatori elettrici), al luogo di utilizzazione (compresi i motori e gli altri apparecchi di utilizzazione).

Inoltre, poichè la produzione, il trasporto e la distribuzione dell'energia si fa a tensione almeno nominalmente costante, la potenza apparente risulta proporzionale alla corrente prelevata, e dalla corrente dipendono esclusivamente le perdite per effetto Joule che si producono nell'impianto elettrico. Tali perdite si sogliono rappresentare coll'espressione  $R I^2$ , dove  $R$  ed  $I$  sono i valori equivalenti della resistenza ohmica e della corrente.

Con corrente alternata è dunque importante di considerare nella vendita dell'energia anche il rapporto tra la potenza effettivamente prelevata dall'utente e la potenza apparente. A tale rapporto si dà il nome di fattore di potenza.

In realtà il fattore di potenza così definito non ebbe effettiva applicazione nella vendita dell'energia, soprattutto per la dif-

ficoltà di poter disporre di strumenti atti alla misura della potenza apparente.

Tale misura si può compiere soltanto in via approssimata, supponendo costante e noto il valore della tensione; determinando allora il solo valore della corrente, si può facilmente ricavare quello della corrispondente potenza apparente.

Invece è praticamente impossibile di potere misurare il fattore di potenza definito nel modo sopra indicato, anche in modo approssimato, in corrispondenza ai carichi variabili con cui generalmente viene prelevata l'energia da parte degli utenti.

E' doveroso però ricordare che il Prof. ARNO da molti anni ha ideato (\*) dei sistemi di misura, sia della potenza apparente, sia di una potenza convenzionale, ottenuta tenendo conto di determinate proporzioni della potenza reale e della potenza apparente.

Le difficoltà di poter misurare il fattore di potenza definito nel modo sopra indicato indussero i tecnici a proporre un altro metodo per definire il fattore di potenza, basato sul concetto della potenza reattiva. Le grandezze elettriche che si hanno nei circuiti industriali percorsi da correnti alternate si possono ritenere con sufficiente approssimazione variabili sinusoidalmente col tempo.

In queste condizioni si può come è noto scomporre idealmente la corrente che percorre un dato circuito in due correnti componenti, pur esse di forma sinusoidale, ma l'una in fase colla sinusoide che rappresenta i valori istantanei della tensione e l'altra spostata di un quarto di periodo rispetto ad essa. Facendo corrispondere l'intervallo di tempo di un intero periodo all'angolo di  $360^\circ$ , gli spostamenti di fase reciproci delle diverse grandezze si possono rappresentare con angoli. In tal modo in un circuito monofase, se  $\varphi$  è l'angolo che corrisponde allo spostamento di fase esistente tra la tensione e la corrente, la componente della corrente in fase colla tensione risulta  $I \cos \varphi$  e quella spostata di un quarto di periodo  $I \sin \varphi$ .

La componente  $I \cos \varphi$  è la sola che agendo colla tensione produca un lavoro elettrico e difatti il prodotto  $V I \cos \varphi$  ( $V$  ed  $I$  valori efficaci) dà il valore della potenza.

La componente  $I \sin \varphi$  invece è una corrente che non produce un lavoro reale agendo colla tensione, per cui è praticamente inutile. Però, per analogia coll'espressione che dà la potenza reale si è pensato di chiamare potenza swattata o potenza reattiva l'espressione  $V I \sin \varphi$ , vale a dire il prodotto dei valori efficaci della tensione  $V$  e della componente  $I \sin \varphi$  della corrente.

Con questo artificio convenzionale si giunge a risultati importanti.

Innanzitutto si può semplificare in molti casi lo studio dei circuiti complessi che si hanno nella pratica. Difatti, considerando separatamente in un circuito tutte le potenze reali e tutte le potenze reattive, le potenze della stessa categoria risultano grandezze tra di loro omogenee e scalari. Quindi in un circuito elettrico chiuso, comunque complesso, si avrà che ad ogni istante le somme algebriche delle potenze reali e delle potenze reattive saranno sempre separatamente eguali a zero. Perciò i generatori dovranno produrre tanta potenza reale e tanta potenza reattiva quanto sono quelle assorbite dai circuiti e dagli apparecchi di utilizzazione che essi alimentano.

Inoltre si possono facilmente costruire degli strumenti capaci di misurare sia la potenza o l'energia reattiva, sia l'elemento fattore di potenza definito nel modo convenzionale che vedremo. Da rilevare che nel caso di un circuito monofase questo elemento coincide col fattore di potenza espresso come il rapporto tra la potenza reale e la potenza apparente.

Nel caso di circuiti complessi si è valse di questa analogia per definire in un nuovo modo il fattore di potenza.

Un impianto di utilizzazione attinge ad ogni istante dalla rete della società fornitrice un complesso di potenze reali ed un complesso di potenze reattive.

Qualunque sia l'impianto, esso si potrà sempre considerare come l'insieme di più circuiti monofasi, in ognuno dei quali la potenza reale è espressa da  $V I \cos \varphi$  e la potenza reattiva di  $V I \sin \varphi$ .

(\*) Prof. RICCARDO ARNO'. — *Watt - Voltamperometri elettrodinamici e ad induzione*. - Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche - Torino 1911.

— *Di una soluzione del problema della compra-vendita dell'energia*. - Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche - Torino 1911.

— *Nuovi metodi di misure industriali*. - Atti dell'A.E.I., pag. 101 - Anno 1910.

— *Apparecchi di controllo del fattore di potenza e metodi di misura relativi* - *L'Elettrotecnica*, anno 1921, pag. 142.

Si avrà quindi in ogni circuito monofase:

$$\frac{\text{potenza reattiva}}{\text{potenza reale}} = \tan \varphi,$$

in cui  $\varphi$  è l'angolo di sfasamento tra tensione e corrente; il suo coseno coincide col fattore di potenza definito come il rapporto tra la potenza reale e la potenza apparente.

In un circuito complesso, formato come si è detto dall'insieme di più circuiti monofasi, le potenze reali sono quantità omogenee e si possono sommare algebricamente tra di loro, e lo stesso si può fare per le potenze reattive.

Si è considerata allora l'espressione:

$$\tan \Phi = \frac{\sum \text{potenze reattive}}{\sum \text{potenze reali}}$$

e per analogia coi circuiti monofasi si è definito come fattore di potenza del circuito complesso il coseno dell'angolo  $\Phi$  che ha per tangente l'espressione ora indicata.

Procedendo in questo modo si è resa possibile la misura della nuova grandezza nel caso di un circuito complesso, ma a nostro parere tale grandezza ha un legame molto indiretto e spesso di nessun valore pratico coi danni prodotti alle società fornitrici dagli sfasamenti degli impianti di utilizzazione.

#### Valori pratici del fattore di potenza dei vari impianti di utilizzazione.

I soli impianti per i quali abbia praticamente importanza il fattore di potenza sono quelli per forza motrice, per l'impiego in essi ormai generale del motore asincrono.

Questo motore ha molti vantaggi pratici ed economici rispetto agli altri motori a corrente alternata, ma presenta l'inconveniente di funzionare con fattore di potenza sensibilmente inferiore all'unità e variabile col carico, colla tensione e colla frequenza.

Il fattore di potenza è tanto minore quanto più piccolo è il carico, elevata la tensione di alimentazione e piccola la frequenza.

In generale però si può affermare che se il motore asincrono non è di piccolissima potenza (inferiore a 5 HP), non ha molti poli (più di 6 poli) e viene fatto funzionare almeno a metà carico con valori normali della tensione e della frequenza, esso dovrebbe avere un comportamento praticamente sufficiente dal punto di vista del fattore di potenza.

Difatti in queste condizioni un motore ordinario, anche funzionando a metà carico, dovrebbe avere un fattore di potenza di almeno 0,80; questo valore aumenta poi col carico fino ad essere 0,86-0,90 a pieno carico, secondo la potenza.

In uno stabilimento che abbia una lavorazione in serie, se la distribuzione dei motori azionanti le macchine operatrici è stata fatta razionalmente, è difficile che il carico dei motori possa variare durante la lavorazione entro limiti maggiori che tra il 50/100 ed il 100/100 del pieno carico. Si può perciò ritenere che in condizioni normali, il fattore di potenza di un impianto forza motrice, misurato alla tensione di alimentazione dei motori, dovrebbe essere sempre superiore a 0,80, senza ricorrere, per ottenere questo risultato, all'impiego di speciali dispositivi rifasatori.

Dovrebbero appartenere a questa categoria gli stabilimenti di filatura e di tessitura (cotone, lino, canapa, lana, juta, seta, ecc.), i molini e le pilerie, le cementerie, i zuccherifici, le cartiere, i calzifici, i maglifici, gli impianti di sollevamento dell'acqua, gli impianti frigoriferi, ecc.

Vi sono però degli stabilimenti industriali in cui il fattore di potenza dell'impianto forza motrice, per il modo con cui si svolge la lavorazione, non può raggiungere che dei valori molto minori, generalmente compresi fra 0,60 e 0,70.

Tale è il caso di impianti costituiti prevalentemente da piccoli motori, fino a 3 ÷ 5 HP, o da motori funzionanti con carichi grandemente variabili, per cui è necessario installare dei motori di potenza esuberante rispetto a quella media richiesta dalle macchine lavoratrici.

Gli stabilimenti industriali che per necessità di lavorazione si trovano generalmente in cattive condizioni dal punto di vista del fattore di potenza sono i laminatoi, le officine meccaniche in genere ed in particolare quelle di riparazione ed i reparti attrezzeria, i pastifici, le concerie, le tintorie, le tipografie, le fabbriche di lavorazione del legno, le fabbriche di laterizi, le fabbriche di lavorazione della gomma, ecc.

E' frequente il caso di dover constatare dei valori del fat-

tore di potenza molto minori di quelli che comporterebbe la natura dell'industria, in causa di difetti di installazione dei motori elettrici, perchè le macchine lavoratrici sono azionate con motori inutilmente esuberanti, o perchè i motori impiegati sono di costruzione difettosa ed assorbono una eccessiva potenza reattiva.

Una causa pure frequente del basso valore del fattore di potenza dei motori sono le condizioni alle quali viene fatta la fornitura dell'energia.

In generale le società elettriche si premuniscono contro ogni reclamo stabilendo nei loro contratti di fornitura dell'energia delle ampie tolleranze nella variazione della tensione.

Ora è noto che i motori asincroni sono molto sensibili alle variazioni della tensione, sia perchè la massima coppia che essi possono sviluppare è proporzionale al quadrato della tensione, sia perchè la potenza reattiva da essi prelevata cresce rapidamente coll'aumentare della tensione.

Negli impianti in cui si verificano dei notevoli abbassamenti del valore della tensione, non si possono adoperare dei motori che funzionino permanentemente a pieno carico, perchè se si producesse un abbassamento sensibile della tensione, i motori non sarebbero allora più in grado di sviluppare la loro coppia massima normale e quindi di funzionare. Occorrerà quindi adoperare dei motori esuberanti in previsione di simili inconvenienti e ciò produce una diminuzione del fattore di potenza dell'impianto.

Inoltre, prove pratiche hanno dimostrato che in generale nei motori asincroni, variando la tensione di alimentazione, varia in senso inverso il fattore di potenza. Ciò del resto è naturale, perchè variando la tensione varia la corrente magnetizzante necessaria a produrre il campo magnetico del motore.

Da prove eseguite in impianti di forza motrice, i cui motori asincroni venivano alimentati con alternatori azionati da turbine a vapore od idrauliche, ho potuto ricavare alcuni diagrammi sul modo con cui varia il fattore di potenza dell'impianto col variare della tensione di alimentazione dei motori, essendosi mantenuta rigorosamente costante la frequenza.

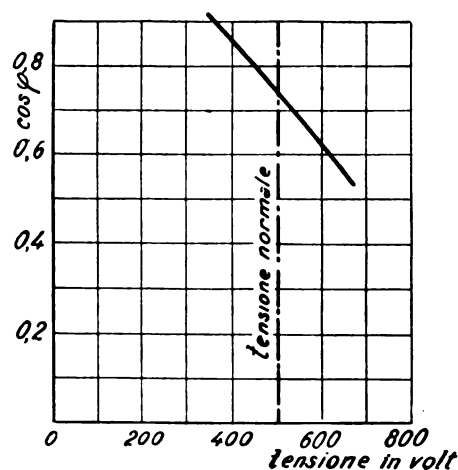


Fig. 1.

La fig. 1 rappresenta appunto un diagramma del genere in un impianto con motori e 500 V, 50 periodi, in cui il valore del fattore di potenza con tensione e frequenza normali era di circa 0,73. Dal diagramma risulta che in queste condizioni, le variazioni del valore normale della tensione producono delle variazioni percentuali eguali, ma in senso inverso del fattore di potenza. Quindi in un contratto in cui siano tollerate determinate variazioni della tensione di alimentazione dell'impianto, dovrebbero logicamente tollerare anche delle equivalenti variazioni del fattore di potenza.

E' un peccato che le nostre norme per l'ordinazione ed il collaudo delle Macchine Elettriche non si occupino delle correnti assorbite a vuoto dai motori asincroni e dai trasformatori, alimentati a tensione e frequenza normali, ora che la questione del fattore di potenza viene contemplata in tutti i contratti di fornitura dell'energia. La corrente assorbita a vuoto da un motore o da un trasformatore assume in queste condizioni una grande importanza economica, maggiore dello stesso rendimento delle macchine elettriche e del loro riscaldamento. Nei motori asincroni il fattore di potenza a carico dipende anche dai flussi di fuga degli avvolgimenti dello statore e del rotore, ma il valore della corrente magnetizzante assorbita a vuoto è sem-

pre uno degli elementi principali da cui dipende il fattore di potenza del motore.

Come regola pratica, riscontrata attendibile in molti casi, si può ritenere che un motore asincrono sia regolare dal punto di vista del fattore di potenza, se esso a vuoto assorbe una corrente compresa tra  $1/3$  ed  $1/4$  del valore della corrente di pieno carico.

Riguardo ai trasformatori, essi si possono considerare di costruzione regolare quando la corrente assorbita a vuoto a tensione e frequenza normali non superi il 5 % della corrente di pieno carico per potenza fino a 100 kVA. Per potenze superiori si dovrebbero richiedere delle correnti a vuoto ancora minori.

Come si vedrà, il valore della corrente magnetizzante richiesta per il funzionamento dei trasformatori e dei motori è l'elemento da cui principalmente dipende l'aggravio prodotto dal fattore di potenza dell'impianto, ed è necessario limitarlo al minimo.

In tutti gli impianti di forza motrice, il sistema più razionale per avere un buon valore del fattore di potenza è quello di predisporre dei trasformatori e dei motori asincroni di costruzione regolare e di potenza compatibile al loro servizio, tenendo presente che il motore asincrono contrariamente ai motori a scoppio ed alle motrici a vapore, ha una certa elasticità di funzionamento e può fornire per qualche istante anche una potenza notevolmente superiore di quella nominale.

Se l'impianto fosse già esistente e risultasse difettoso dal punto di vista del fattore di potenza è sempre consigliabile, prima di procedere all'installazione di speciali dispositivi rifasatori, di verificare le cause che producono il basso valore del fattore di potenza, esaminando il funzionamento dei trasformatori e dei principali motori, perchè è spesso possibile, soltanto con opportuni spostamenti ed adattamenti, di migliorare sensibilmente il fattore di potenza.

Nei casi in cui non fosse possibile per necessità di lavorazione, o risultasse troppo complesso di migliorare tale valore col sistema ora indicato, si potrà allora ricorrere a speciali dispositivi rifasatori dell'impianto.

Come è noto questi dispositivi sono macchine od apparecchi capaci di produrre l'energia reattiva necessaria al funzionamento dell'impianto, scaricando così la rete della società elettrica.

Vari sono i compensatori di fase che la tecnica ora fornisce per il miglioramento del fattore di potenza degli impianti industriali. Essi sono in generale in grado di produrre qualsiasi rifasamento, ma presentano tutti l'inconveniente di essere costosi, specialmente per le piccole potenze.

La letteratura tecnica è ricca di studi e di descrizioni dei vari tipi di compensatori di fase, per cui non è il caso di menzionarli. Ricordo soltanto che è giudicato conveniente negli impianti di utilizzazione il loro impiego qualora siano capaci di funzionare anche da motori a carico (tranne per i piccolissimi impianti, di pochi kW, nei quali si deve ricorrere ai condensatori statici), mentre l'impiego dei rifasatori funzionanti a vuoto (condensatori rotanti) viene ritenuto conveniente soltanto nelle grandi sottostazioni delle Società fornitrici.

Della necessità di impiego dei condensatori rotanti presso le grandi sottostazioni si accennerà in seguito, quando si esaminerà nel suo complesso il problema del rifasamento degli impianti di produzione, di trasporto e di distribuzione dell'energia.

Si ritiene invece opportuno il far rilevare come non sia sempre razionale ed economicamente conveniente il far funzionare presso l'utente un motore sincrono per migliorare il fattore di potenza dell'impianto.

A parte la questione che per il funzionamento del sincrono occorre consumare un certo quantitativo di energia corrispondente alle sue perdite, in quei casi in cui il pagamento del consumo di energia si fa in base alla massima potenza prelevata, calcolata mediante le indicazioni amperometriche di appositi strumenti (Wrights, amperometri registratori, ecc.), è generalmente sconsigliabile il rifasamento dell'impianto coll'impiego di motori sincroni.

Difatti potendo essere il funzionamento del sincrono indipendente da quello dell'impianto forza motrice, è facile che per brevi periodi, alla fine od all'inizio del lavoro, e specialmente in seguito ad interruzione di corrente, l'impianto forza motrice funzioni senza motore sincrono, o con motore sincrono poco eccitato. In queste condizioni l'impianto funziona con basso fattore di potenza e generalmente al massimo carico, perchè si mettono in marcia sotto carico contemporaneamente tutte le macchine; la corrente prelevata risulterà la massima e servirà

poi di base per il pagamento dell'energia. In qualche caso è anche avvenuto che avendo il funzionamento del sincrono migliorato il fattore di potenza medio mensile dell'impianto, la società fornitrice ha preso questo valore, risultato superiore a quello contrattuale, per la determinazione della potenza determinata convenzionalmente dalle registrazioni amperometriche, aumentando così ancora il danno dell'utente.

### Tarifficazioni basate sulla determinazione del fattore di potenza.

Il miglioramento del fattore di potenza degli impianti elettrici è considerato come un importante problema della distribuzione dell'energia, perchè nel nostro paese gli impianti di produzione sono generalmente situati in località remote (impianti idroelettrici), e l'energia per essere utilizzata deve trasportarsi nei centri cittadini, mediante lunghe linee di trasmissione.

Il basso fattore di potenza degli impianti di utilizzazione, producendo un aumento della corrente prelevata, contribuisce a dover aumentare la capacità degli impianti elettrici di produzione, di trasporto e di distribuzione ed inoltre aumenta le perdite in essi per effetto Joule.

Le Società fornitrici hanno giustamente cercato di premunirsi contro questi inconvenienti applicando nella vendita dell'energia delle tariffe che tengono conto del fattore di potenza, per indurre gli utenti a migliorare la loro utilizzazione.

A mio parere però i metodi finora adottati non corrispondono allo scopo di far pagare all'utente in giusta misura il danno da esso prodotto alla Società fornitrice.

L'effetto dannoso del basso fattore di potenza ha importanza specialmente ai massimi carichi.

Difatti lo sfasamento esistente tra tensione e corrente fa aumentare la massima potenza apparente prelevata dall'utente, in base alla quale si devono dimensionare gli impianti di produzione e di distribuzione e le linee di trasporto.

Inoltre detto sfasamento, aumentando la corrente necessaria, rende particolarmente sensibili le perdite per effetto Joule ai massimi carichi, perchè tali perdite dipendono dal quadrato della corrente.

Vediamo come si possa valutare il prezzo della fornitura di energia all'utente, tenendo conto degli effetti del fattore di potenza del suo impianto.

Dalla massima potenza reale prelevata, aumentata delle perdite che si producono dalla centrale al luogo di consegna, dipende la porzione di impianto termico od idraulico che la società produttrice deve mettere a disposizione dell'utente; invece, dalla massima potenza apparente prelevata dipende la porzione di impianto elettrico che la fornitrice deve mettere a disposizione, o costruire appositamente per l'utente.

Le perdite che si producono per trasportare l'energia dalla centrale al luogo di consegna comprendono una parte dipendente dal valore della tensione (perdite nei dielettrici, perdite nel ferro dei trasformatori, ecc.), che si può ritenere costante, ed una parte che dipende dal quadrato della corrente, dovuta alle perdite Joule.

Le perdite cosiddette costanti sono note una volta costruito l'impianto e fissate le modalità della fornitura; esse sono indipendenti dal fattore di potenza e vedremo come si possa tener conto di esse nelle vendite dell'energia.

In una fornitura razionale la fatturazione di consumi dovrebbe essere eguale al costo di produzione dell'energia in centrale, aumentato di tutte le spese di distribuzione. Il primo dipende principalmente dal quantitativo di energia e dalla potenza massima, le seconde dalla potenza apparente.

L'energia prodotta in centrale è eguale alla somma delle energie parziali consumate dai singoli utenti, aumentata di tutte le perdite che si sono verificate a monte del luogo di consegna.

Indicando con  $P_{max}$  la massima potenza reale prelevata da un singolo utente, con  $p_{max}$  le perdite a monte del luogo di consegna, con  $\cos \varphi$  il fattore di potenza relativo, con  $P$  e  $p$  i valori momentanei della potenza e delle perdite, la spesa totale  $S$  dell'utente per il suo consumo di energia elettrica dovrebbe essere data da una relazione della forma seguente:

$$S = f(P_{max} + p_{max}) + \Phi \left( \frac{P_{max}}{\cos \varphi} + \Psi \right) \int (P + p) dt$$

Vale a dire, la spesa che dovrebbe sostenere l'utente dovrebbe dipendere da questi 3 elementi:



1° - Dalla massima potenza reale prelevata, misurata in centrale.

2° - Dalla massima potenza apparente prelevata, misurata nel luogo di consegna.

3° - Dal quantitativo di energia reale prelevato, misurato in centrale.

Premesso questo, vediamo come si tenga generalmente conto nella tarifficazione dell'energia, del danno prodotto alle Società fornitrici dal basso fattore di potenza di un utente.

In Francia, in Svizzera ed anche in Italia la tarifficazione dell'energia è ormai orientata nel senso di misurare presso l'utente, oltre all'energia reale, anche il fattore di potenza medio dell'impianto, oppure il valore dell'energia reattiva. Queste due misure praticamente si equivalgono.

Per misurare il fattore di potenza medio dell'impianto si ricorre generalmente all'impiego di due contatori monofasi, installati presso l'utente. Supponendo il carico trifase equilibrato, dalle loro registrazioni si ricava il fattore di potenza medio. Da questo valore e dal quantitativo di energia reale si potrebbe facilmente determinare il quantitativo di energia reattiva prelevata insieme a quella reale.

Però, per la misura dell'energia reattiva si ricorre generalmente all'impiego di uno speciale contatore trifase, installato presso l'utente insieme al contatore di energia reale.

Come si vede dalla relazione generale precedente, sulla spesa  $S$  dell'utente non contribuisce affatto nè l'energia reattiva, nè il valore medio del fattore di potenza, ma soltanto in parte il fattore di potenza relativo alla massima potenza prelevata, specialmente se questa coincide col massimo carico delle centrali.

Una Società fornitrice deve preoccuparsi che di giorno, nei periodi di massimo carico sui suoi impianti, gli utenti funzionino con un ottimo fattore di potenza, mentre invece di notte, quando le linee e le centrali sono pressochè scariche, la questione del fattore di potenza non ha praticamente nessuna importanza. Non è raro difatti che le Società fornitrici facciano di notte funzionare i motori sincroni posti all'arrivo delle grandi linee di trasporto con poca eccitazione, in modo che essi prelevino delle sensibili potenze reattive, per produrre così quelle cadute di tensione necessarie per mantenere entro determinati limiti le tensioni dei centri di distribuzione.

E' probabile che qualche volta il massimo carico di un utente non coincida col massimo carico della centrale, ma ciò deve ritenersi piuttosto una eccezione che non una regola; per cui, quando si volesse tener conto del fattore di potenza dell'utente, il sistema più razionale è di considerarlo in corrispondenza al massimo carico.

Invece, applicando un sistema di tarifficazione che tenga conto soltanto del fattore di potenza medio dell'impianto, o che tratti alla stessa stregua gli sfasamenti tanto a pieno che a piccolo carico, risulteranno degli aumenti insufficienti per i massimi carichi e degli aumenti esagerati ai piccoli carichi.

Si supponga difatti che la fornitura dell'energia avvenga a tensione  $V$  praticamente costante, come è d'ordinario, e siano  $P_0$ ,  $I_0$  e  $\cos \varphi_0$  la potenza, la corrente ed il fattore di potenza relativi al massimo carico. Se si indica con  $R$  il valore della resistenza ohmica equivalente di tutto il circuito elettrico di alimentazione, dalla centrale al luogo di consegna, la perdita relativa per effetto Joule sarà:

$$p = \frac{R I_0^2}{P_0} = \frac{R I_0}{V \times \cos \varphi_0}$$

Si voglia ora considerare il danno che può produrre alla Società fornitrice un utente quando funziona ai piccoli carichi, per effetto del suo fattore di potenza.

La potenza apparente prelevata in queste condizioni sarà certamente minore di quella prelevata a pieno carico, essendo sempre in ogni caso  $I < I_0$ , dove  $I$  è il valore momentaneo della corrente.

Nei contratti di fornitura dell'energia per forza motrice è generalmente fissata la potenza massima che la fornitrice deve mettere a disposizione dell'utente, per la quale è anche determinato un certo canone.

Se quindi l'utente non preleva tutta la potenza impegnata, come avviene ai piccoli carichi, ciò costituirà un vantaggio per la fornitrice, o quanto meno, nessun danno essa ne subirà per quanto riguarda la disponibilità delle sue centrali.

In queste condizioni, il solo aggravio che può produrre il basso fattore di potenza ai piccoli carichi potrà dipendere dalle perdite per effetto Joule.

Indicando con  $P$ ,  $I$  e  $V$  i valori momentanei della potenza, della corrente e della tensione, con  $\cos \varphi$  il fattore di potenza, le perdite relative per effetto Joule che si producono in queste condizioni nelle linee e nelle macchine elettriche dal luogo di produzione al luogo di consegna risultano:

$$p = \frac{R I^2}{P} = \frac{R I}{V \cos \varphi}$$

Un basso fattore di potenza non fa che aumentare le perdite per effetto Joule, perchè quelle costanti dipendenti dalla tensione sono indipendenti dal fattore di potenza.

Per produrre lo stesso aggravio relativo tanto ai piccoli che ai massimi carichi occorre che sia:  $p = p_0$ , vale a dire:  $\frac{I}{\cos \varphi} = \frac{I_0}{\cos \varphi_0}$ ; e cioè:  $\frac{I}{\cos \varphi} = \frac{I_0}{\cos \varphi_0}$ .

Si vede quindi che per tener conto del danno che un utente a basso fattore di potenza produce alla sua fornitrice non è sufficiente di considerare il solo fattore di potenza, ma occorre tener presente anche il valore della corrente.

Poichè la corrente ai piccoli carichi è minima, il fattore di potenza può scendere a valori minimi, senza aumentare le perdite relative per effetto Joule, e quindi senza aumentare il danno alla fornitrice.

Prendendo ancora in esame le perdite Joule si giunge facilmente ad un interessante risultato riguardo al danno prodotto dal fattore di potenza di un impianto di utilizzazione.

Si consideri l'impianto forza motrice di uno stabilimento industriale, comprendente un certo numero di trasformatori e di motori, e si supponga che la tensione di alimentazione sia costante e che i motori elettrici in funzione siano presso a poco gli stessi, pur variando il loro carico colla lavorazione.

In queste condizioni si può ammettere in via di approssimazione che la corrente magnetizzante, necessaria per l'eccitazione dei trasformatori e dei motori si mantenga praticamente costante.

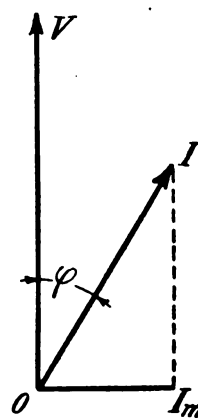


Fig. 2.

Se  $V$  ed  $I$  sono i valori efficaci della tensione e della corrente, rappresentati vettorialmente dalla fig. 2, e  $\varphi$  è il loro angolo di sfasamento, la componente  $I_m$  della corrente in quadratura colla tensione corrisponde alla predetta corrente di magnetizzazione e si riterrà praticamente costante.

In realtà ciò non è, perchè nei motori ad induzione la componente  $I$  della corrente in quadratura colla tensione è sempre maggiore della corrente magnetizzante, in causa dei flussi di dispersione degli avvolgimenti. Quindi l'ipotesi sopra indicata si riterrà soltanto come una prima approssimazione per le nostre considerazioni.

Dalla figura risulta:

$$I = \frac{I_m}{\sin \varphi}$$

e sostituendo questo valore nella relazione:

$$p = \frac{R I}{V \cos \varphi} \quad \text{si ha:} \quad p = \frac{2 R I_m}{V \sin 2 \varphi}$$

Ma le quantità  $R$ ,  $I_m$  e  $V$  sono praticamente costanti, per cui le perdite  $p$  in percento della potenza prelevata risultano dipendere esclusivamente dallo sfasamento  $\varphi$  esistente tra tensione e corrente. Tali perdite sono minime per:

per cui si può concludere che nelle ipotesi sopra indicate, un impianto forza motrice produce le minime perdite relative per effetto Joule, in percento della potenza prelevata, quando il fattore di potenza è:  $\cos \varphi = 0.71$ .

In realtà, come si è detto, coll'aumentare del carico dei motori la componente  $I_m$  della corrente principale che si trova in quadratura colla tensione tende ad aumentare, per cui le perdite relative tendono ad aumentare col carico anche per questa ragione.

Quindi, tenendo conto di questo fatto dapprima trascurato, ne risulta che le minori perdite percentuali in un impianto forza motrice che funzioni nelle condizioni sopra indicate, corrispondenti del resto ad una situazione pratica abbastanza comune, si hanno con valori del fattore di potenza ancora minori di 0.71.

Da queste semplici considerazioni si giunge a conclusioni assai importanti e che spesso non sono tenute presenti quando si studia di migliorare il fattore di potenza di un impianto forza motrice.

E' indispensabile cioè di ridurre al minimo, in ogni condizione di funzionamento dell'impianto, la corrente magnetizzante necessaria per il funzionamento a vuoto dei trasformatori e dei motori, togliendo dal servizio quei trasformatori e motori che senza necessità funzionassero a vuoto o che assorbissero delle potenze reattive esagerate.

Soltanto in questo modo si limita il danno prodotto dal basso fattore di potenza; invece l'aumento del carico reale in un impianto, allo scopo di migliorare il fattore di potenza non risulta di vantaggio alla Società fornitrice che finchè tale elemento non superi il valore di 0.71.

Inoltre resta confermato nuovamente che la semplice determinazione del fattore di potenza dell'impianto non è un elemento sufficiente per stabilire il danno prodotto dall'utente alla Società fornitrice per la sfasamento esistente tra tensione e corrente prelevata.

Alla stessa conclusione porta anche il seguente esempio.

Si consideri un impianto di forza motrice che prelevi una potenza reale  $P$  praticamente costante, con un fattore di potenza pure costante, per un numero  $A$  di ore giornaliere. Durante tale periodo la potenza reattiva  $P_r$  risulterà pur essa costante.

Si supponga inoltre che durante le restanti ore del giorno (24-A) l'impianto si fermi lasciando inseriti i soli trasformatori, i quali in queste condizioni (a vuoto), preleveranno una potenza reattiva  $a \times P_r$  ed una potenza reale (perdite nel ferro)  $\sigma \times P$ . Siano infine  $p$  e  $p'$  le perdite relative per effetto Joule, prodotte nell'impianto della fornitrice, per il trasporto delle potenze rispettivamente a carico ed a vuoto.

Nel periodo di un giorno completo (24 ore), il consumo di energia prodotto in centrale da addebitare all'utente dovrebbe essere:

$$C = A \times P (1 + p) + (24 - A) (1 + p') \times \sigma \times P.$$

Di solito è  $p' < p$ , pur non essendo questi due valori molto diversi tra di loro. Difatti è:

$$\frac{p'}{p} = \frac{I_m}{\cos \varphi} \times \frac{\cos \varphi}{I}$$

dove  $I_m$  ed  $I$ ,  $\varphi_m$  e  $\varphi$ , sono le correnti e gli sfasamenti a vuoto ed a carico. Trattandosi di ricavare una conclusione generale in cui interessa soltanto l'ordine di grandezza, si può per semplicità supporre:  $p' = p$ , per cui l'espressione precedente diventa:

$$C = A \times P (1 + p) \left\{ 1 + \sigma \left( \frac{24}{A} - 1 \right) \right\}.$$

Ma  $\sigma$  è piccolissimo, (dell'ordine di 0.01), per cui se  $A$  non è troppo piccolo, il termine  $\sigma \left( \frac{24}{A} - 1 \right)$  risulta praticamente trascurabile rispetto all'unità.

Ne risulta che in condizioni normali, con una tarifficazione razionale, l'utente dovrebbe avere pressochè la stessa spesa sia togliendo di notte i suoi trasformatori dalle reti, sia lasciandoli invece inseriti. Difatti in questo caso gli dovrebbe essere addebitato il consumo indicato nell'espressione precedente, mentre nel primo caso il consumo da addebitargli sarebbe:

$$C' = A \times P (1 + p)$$

L'aumento percentuale di energia che si avrebbe lasciando

sempre inseriti i trasformatori risulterebbe:

$$\frac{C - C'}{C'} = \sigma \left( \frac{24}{A} - 1 \right),$$

e colle premesse sopra indicate tale aumento sarebbe solamente di qualche per cento.

Invece ben diversa è la conclusione se si considera l'aumento di energia reattiva o la diminuzione del fattore di potenza medio, prodotti nell'impianto col mantenere inseriti i trasformatori dopo le  $A$  ore di lavoro giornaliero.

Difatti, lasciando sempre inseriti i trasformatori, l'energia reattiva prelevata in 24 ore risulterebbe:

$$D = A \times P_r + (24 - A) a \times P_r,$$

e staccandoli subito dopo finito il lavoro essa sarebbe:

$$D' = A \times P_r.$$

L'aumento relativo di energia reattiva risulta:

$$\frac{D - D'}{D'} = \frac{24 - A}{A} \times a.$$

Facendo il caso molto comune di  $A = 8$  ore e di  $a = \frac{1}{6}$  (trasformatore funzionante per 8 ore ai  $\frac{2}{3}$  del pieno carico e con  $\cos \varphi = 0.80$  sull'alta tensione), si ha:

$$\frac{D - D'}{D'} = 33\%.$$

Poichè dalla misura dell'energia reattiva dipende l'aggravio da applicare all'utente, si vede come in questo caso sia necessario togliere dalla rete i trasformatori appena finito il lavoro, altrimenti la penalità per il fattore di potenza risulterebbe sensibilmente aumentata. L'utente è così obbligato ad adottare dei provvedimenti, qualche volta dispendiosi, senza che la Società fornitrice abbia a risentire praticamente alcun vantaggio.

In altri casi invece l'utente può riuscire a migliorare notevolmente il fattore di potenza medio del suo impianto, senza che la fornitrice ne ricavi vantaggio. Ciò avverrebbe ad esempio se egli facesse funzionare ad intermittenza un dispositivo rifasatore (motore sincro od altro) e non in corrispondenza ai massimi carichi del suo impianto.

In sostanza ritengo di poter concludere che la tarifficazione che considera il consumo di energia reattiva dell'utente od il fattore di potenza medio mensile del suo impianto risolve la questione in modo puramente convenzionale, senza tener conto degli elementi sostanziali del problema.

#### Metodo di tarifficazione proposto.

Ad ovviare a questi inconvenienti si è studiato un sistema di tarifficazione basato sostanzialmente sul concetto di far pagare all'utente, oltre all'energia reale da lui effettivamente prelevata, anche l'energia corrispondente alle perdite per effetto Joule che la Società fornitrice deve sostenere nei suoi impianti per trasportare l'energia dal luogo di produzione a quello di consegna.

Come è noto, la fornitura dell'energia elettrica per uso di forza motrice, che è quella in cui soltanto ha importanza la questione del fattore di potenza, avviene d'ordinario colle seguenti modalità.

All'atto della stipulazione del contratto l'utente deve fissare il suo massimo prelievo di potenza ed in base ad esso deve pagare un canone fisso mensile, che gli dà diritto ad una certa utilizzazione della potenza stessa.

In questo modo la Società fornitrice si obbliga di mettere a disposizione del suo utente, quella parte dei propri impianti di produzione e di distribuzione che corrisponde alla potenza da lui impegnata ed al fattore di potenza previsto nel contratto.

Se il consumo effettivo dell'utente superasse il quantitativo di energia a cui ha diritto col pagamento del canone, la eccedenza gli verrebbe fatturata a contatore.

Nel caso che l'impianto di utilizzazione funzionasse con un fattore di potenza inferiore a quello previsto nel contratto, il danno che ne risentirebbe la Società fornitrice sarebbe sostanzialmente dovuto alle seguenti cause:

1° - L'impegno degli impianti elettrici di produzione e di distribuzione risulterebbe aumentato, se in corrispondenza ai massimi carichi il fattore di potenza risultasse minore del previsto.

2° - Le perdite per effetto Joule per trasportare l'energia dal luogo di produzione a quello di consegna risulterebbero aumentate.

L'influenza del fattore di potenza, per quanto riguarda l'impegno degli impianti della fornitrice e soprattutto del macchinario elettrico in centrale, ha importanza soltanto se gli impianti non potessero più funzionare in condizioni regolari per effetto del sovraccarico di corrente che esso produce.

Ritengo che un risultato di questo genere sia abbastanza difficile in pratica, perchè in previsione di sovraccarichi di corrente, indipendenti dal fattore di potenza, le sezioni dei conduttori e le capacità del macchinario elettrico devono venire dimensionate con una certa abbondanza: inoltre gli alternatori delle centrali dovrebbero sempre dimensionarsi in modo da poter funzionare anche con fattori di potenza piuttosto bassi ( $\cos \varphi = 0,6 \div 0,7$ ). Ma se anche si verificasse il caso che una centrale già esistente non potesse più funzionare colla massima efficienza dei suoi motori primi, perchè il carico in Voltampère degli alternatori ha già raggiunto il pieno valore con un fattore di potenza inferiore al previsto, la difficoltà si dovrebbe superare non coll'obbligare gli utenti a migliorare il fattore di potenza dei loro impianti, ma bensì coll'installare in punti opportuni dei centri di distribuzione dei condensatori rotanti, capaci di produrre l'energia reattiva che gli alternatori non sono più in grado di fornire, perchè sovraccaricati.

Naturalmente un servizio di questo genere, che la Società fornitrice dovrebbe sostenere per causa dei suoi utenti a basso fattore di potenza, dovrà venire compensato con opportuni aggravi dei consumi di energia.

Il funzionamento di grandi condensatori rotanti, installati in luoghi convenientemente scelti della rete di distribuzione, è di gran lunga più razionale che non l'affidare ai singoli utenti il rifasamento dei loro impianti difettosi.

Il servizio di rifasamento compiuto dagli utenti, indipendentemente l'uno dall'altro, riesce necessariamente slegato e non può portare quei vantaggi e quelle diminuzioni di perdite nelle grandi linee di trasporto, che si ottengono invece concentrando tale servizio in punti appropriati e agendo sulla totalità o su di una buona parte della potenza trasportata.

Inoltre il costo di pochi grossi motori sincroni è certamente molto minore che non la somma dei costi di molti piccoli motori compensatori, distribuiti presso gli utenti. Anche le perdite di energia, necessarie per il funzionamento dei rifasatori è molto minore nel primo caso che non nel secondo.

Non debbesi nemmeno dimenticare che per il funzionamento di speciali macchine od apparecchi rifasatori occorre del personale avente una certa competenza, del quale difficilmente possono disporre gli utenti di piccola, di media e qualche volta anche di grande potenza, mentre le Società fornitrici hanno sempre a loro disposizione, nelle grandi sottostazioni in cui si dovrebbero installare i motori sincroni, del personale specializzato a cui affidare in modo sicuro il buon funzionamento di tali macchine.

Non è raro il caso di riscontrare in impianti di utilizzazione un funzionamento inutile od insufficiente del macchinario rifasatore per incompetenza del personale.

Infine, l'impiego di condensatori rotanti all'estremità di arrivo delle grandi linee di trasporto permette di ottenere una migliore regolazione della tensione, e questo risultato è di grande importanza per la buona utilizzazione della energia.

In conclusione, il problema del rifasamento delle centrali e delle grandi linee di trasporto dell'energia deve essere affrontato dalle Società fornitrici e non dai singoli utenti, compensando la spesa di interesse e di ammortamento del capitale impiegato e la spesa di esercizio dei condensatori rotanti con opportuni aggravi sugli utenti funzionanti con basso fattore di potenza.

Ciò si potrebbe fare, ad esempio, aumentando la potenza reale prelevata dall'utente.

Essendo la tensione nominalmente costante tale aumento di potenza dovrebbe dipendere dal valore della massima corrente prelevata.

In tal modo la potenza da fatturare dovrebbe essere eguale a quella massima effettivamente prelevata, aumentata di una certa percentuale per tener conto della maggior corrente richiesta dallo sfasamento dell'impianto di utilizzazione.

Per stabilire la potenza da fatturare sarebbe quindi necessario di installare presso l'utente un registratore di massima potenza ed un registratore di massima corrente e potersi assicurare che le registrazioni dei due strumenti avvengano con-

temporaneamente. Però per semplificare la misura ritengo si possa senza grave pregiudizio caricare la spesa del funzionamento dei sincroni rifasatori delle centrali di produzione e delle grandi linee di trasporto sulle perdite per effetto Joule, misurate presso gli utenti nel modo che vedremo.

Resta da considerare il maggior impegno che un utente a basso fattore di potenza produce nelle reti di distribuzione e nelle cabine di trasformazione delle Società fornitrici.

Ma, come è noto, in queste installazioni le potenze del macchinario e degli apparecchi, le sezioni dei conduttori delle linee aeree e dei cavi, vengono determinate soltanto in modo approssimato, per cui si può comprendere in tale indeterminazione anche l'incertezza relativa al valore del fattore di potenza.

Scegliendo ad esempio questo valore intorno a  $\cos \varphi = 0,75$ , le massime differenze che si potranno in esso riscontrare a pieno carico non potranno generalmente superare il  $\pm 15\%$  del valore presunto; questi limiti sono praticamente piccoli rispetto alle incertezze sulle future variazioni della potenzialità dell'impianto.

In conclusione mi sembra che misurando semplicemente la potenza massima prelevata dall'utente si possa in questo modo determinare con sufficiente approssimazione anche l'impegno degli impianti elettrici della Società fornitrice dalla centrale al luogo di consegna, rendendosi così superflua l'installazione di un indicatore di massima corrente.

Vediamo ora come si possano misurare le perdite che la Società fornitrice deve sostenere in causa del basso fattore di potenza dell'utente, per trasportare l'energia dalla centrale al luogo di consegna. Tali perdite costituiscono in realtà il solo danno tangibile che l'utente arreca alla Società fornitrice per il suo basso fattore di potenza e per ciò si è cercato di studiare un sistema speciale di misura.

Le perdite dipendenti dalla tensione (perdite nel ferro, di isolamento, per effetto corona, ecc.) si possono ritenere praticamente costanti, perchè la distribuzione è fatta a tensioni costanti. D'altra parte esse sono vincolate alla condizione che la Società fornitrice, impegnandosi a fornire con un dato orario giornaliero l'energia all'utente, deve provvedere a mantenere in tensione i suoi impianti ed a subire tali perdite. Mi sembra quindi implicito che esse debbano esclusivamente comprendersi nel canone fisso, corrispondente alla potenza impegnata ed alla utilizzazione di diritto, che l'utente deve pagare alla fornitrice.

Vediamo invece come si possano misurare le perdite per effetto Joule.

Si paragoni, con una immagine del resto abbastanza comune, la corrente elettrica al deflusso di un fluido, per il cui passaggio sono necessarie delle determinate sezioni di tubazioni o di canali.

La Società fornitrice, impegnandosi a fornire ad un dato utente la potenza  $P$ , che è una determinata percentuale della potenza totale che essa può produrre nelle sue centrali, deve predisporre per il passaggio della corrente relativa, di una certa aliquota delle varie sezioni del circuito elettrico collegante il luogo di consegna col luogo di produzione.

La corrente dell'utente, nel defluire per tale circuito, incontrerà per proprio conto un certo attrito che corrisponde alle perdite per effetto Joule. Si deve ora supporre che gli allacciamenti dei singoli utenti alla rete di distribuzione della fornitrice siano fatti con un criterio unico, generale per tutti. Ne risulta che un utente, per il quale era stato predisposto il prelievo della potenza  $P$ , produrrà negli impianti della fornitrice, nel trasporto di tale potenza dalla centrale al luogo di consegna, una perdita  $\alpha P$  per effetto Joule, essendo  $\alpha$  una percentuale fissa dipendente soltanto dalla distanza del trasporto e quindi eguale per tutti gli utenti di una determinata zona. Il valore di  $\alpha$  si potrà stimare in base alla ubicazione dell'utente rispetto ai luoghi di produzione dell'energia ed alle caratteristiche di trasporto e di distribuzione.

Se  $P$  è la potenza nominale che dovrebbe prelevare con un determinato  $\cos \varphi$  stabilito a priori (a cui corrisponde la corrente  $I$ ), la potenza  $P'$  che la Società fornitrice deve produrre in centrale è:

$$P' = P (1 + \alpha).$$

Se l'utente preleva una potenza qualsiasi  $P_1$  con una corrente pure qualsiasi  $I_1$ , la potenza che si deve generare in centrale è:

$$P'_1 = P_1 + \alpha P_1 \frac{I_1^2}{I^2}$$



Per la fatturazione dell'energia elettrica si dovrebbe misurare, oltre al quantitativo  $\int P_1 dt$  di energia prelevata dall'utente, anche le perdite a monte, costituite in piccola parte dalle perdite dipendenti dalla tensione (perdite nel ferro e nei dielettrici) ed in massima parte dalle perdite per effetto Joule, che sono rappresentate dall'espressione:  $\frac{\alpha P}{I^2} \int I_1^2 dt$ , dove  $\alpha$ ,  $P$ ,  $I$  hanno il significato che abbiamo indicato e sono costanti.

La Società fornitrice deve conoscere a priori, sia pure in via approssimata, la percentuale  $\alpha$  delle perdite che essa deve subire per effetto Joule nei suoi impianti, per trasportare la potenza impegnata  $P$  al luogo di consegna. Non è necessario che  $\alpha$  sia noto con grande esattezza, perchè tale coefficiente serve soltanto alla determinazione di un termine correttivo, essendo le perdite per effetto Joule soltanto una aliquota della energia che si deve fatturare.

D'altra parte il termine  $\alpha$  può venire determinato praticamente dalla fornitrice dopo qualche anno di esperimento, installando dei contatori elettrici od altri strumenti analoghi, nelle sue centrali di produzione e confrontando le registrazioni di questi strumenti durante un certo periodo di tempo, col complesso dell'energia elettrica venduta agli utenti, aumentata dalle perdite costanti, dipendenti dalla tensione, e dalle perdite per effetto Joule.

Indicando con  $A$  l'energia misurata nelle centrali, con  $B$  l'energia reale misurata presso gli utenti, aumentata delle perdite dovute alla tensione e che sono note, si avrà la relazione:

$$A = B + \Sigma \frac{\alpha P}{I^2} \int I_1^2 dt.$$

Si supponga di aver assunto in precedenza a priori un valore  $\alpha'$  errato e che si sia perciò misurato e fatturato un quantitativo di perdite per effetto Joule dato dalla relazione:

$$C' = \Sigma \frac{\alpha' P}{I^2} \int I_1^2 dt.$$

In base al controllo che abbiamo indicato la differenza  $A-B$  risulterà diversa da  $C'$ .

Sia invece  $C$  il quantitativo di perdite per effetto Joule che soddisfa alla relazione:  $C = A - B$ , e cioè:

$$C = \Sigma \frac{\alpha P}{I^2} \int I_1^2 dt.$$

Allora

$$\frac{C}{C'} = \frac{\alpha}{\alpha'}, \text{ e quindi: } \frac{A-B}{C'} = \frac{\alpha}{\alpha'}.$$

Il valore esatto da assumersi per il coefficiente dovrà essere:

$$\alpha = \frac{A-B}{C'} \times \alpha',$$

dove  $A$  e  $B$  si sono misurati nel modo che si è detto e  $C'$  è la somma delle perdite per effetto Joule, misurate nel modo che vedremo, ma avendo scelto per coefficiente il valore  $\alpha'$  errato.

Col metodo che si propone, la Società fornitrice dovrà misurare presso ogni utente l'energia data dalla relazione:

$$E = \int P_1 dt + \frac{\alpha P}{I^2} \int I_1^2 dt.$$

L'energia  $\int P_1 dt$  effettivamente prelevata dall'utente si misurerà con un ordinario contatore elettrico.

Per misurare l'energia espressa dal termine  $\frac{\alpha P}{I^2} \int I_1^2 dt$ , corrispondente alle perdite per effetto Joule, bisogna installare un contatore speciale, il cui disco deve avere una velocità proporzionale al quadrato del valore momentaneo della corrente.

In tal modo tale strumento registrerà sul suo quadrante integratore una quantità proporzionale a  $\int I_1^2 dt$ , e facendo in modo che il coefficiente di proporzionalità coincida con  $\frac{\alpha P}{I^2}$  che è pure costante, il quadrante registrerà allora direttamente le perdite per effetto Joule subite dalla fornitrice.

In sostanza il contatore speciale non è altro che un amperometro per corrente alternata.

E' noto che tutti gli amperometri per correnti alternate producono sull'organo mobile su cui è fissato l'indice un'azione motrice proporzionale al quadrato della corrente.

Gli amperometri sono strumenti che misurano invece la quantità di elettricità che fluisce nel circuito nel quale sono installati, ed hanno trovato applicazione soltanto nei circuiti a corrente continua.

In questi casi il loro impiego è giustificato dal fatto che negli impianti nei quali la distribuzione si fa con tensione praticamente costante, può qualche volta convenire per ragioni di economia, essendo gli amperometri costruttivamente più semplici e non consumando a vuoto alcuna energia, di applicarli per i piccoli utenti, invece degli ordinari contatori wattometrici.

Moltiplicando le quantità di elettricità da essi registrate per il valore nominale della tensione, si ricava il consumo di energia dell'impianto.

Non è stata finora possibile la costruzione di amperometri esatti con corrente alternata, perchè in questo caso il disco dello strumento viene ad avere una velocità proporzionale al quadrato della corrente e quindi non può servire alla misura della quantità di elettricità.

Nel nostro caso invece, occorre costruire un apparecchio simile in tutto ad un ordinario contatore elettrico, nel quale l'equipaggio mobile abbia una velocità proporzionale al quadrato della corrente; quindi a questo scopo servirà un amperometro qualsiasi per corrente alternata.

Per il nostro uso basterà moltiplicare le sue registrazioni, invece che per la tensione costante  $V$  come si fa per gli amperometri a corrente continua, per la quantità pure costante e nota, espressa dal termine  $\frac{\alpha P}{I^2}$  in cui  $\alpha$  è un coefficiente minore di 1 comune a tutti gli utenti di una data zona, e  $P$  ed  $I$  sono valori noti per ogni singolo utente.

Lo strumento può essere sia del tipo elettrodinamico, sia del tipo ad induzione; però per semplicità costruttiva e per ragioni di economia si ritiene preferibile ricorrere al tipo ad induzione.

Questo contatore, che si può chiamare complementare, ha una costruzione eguale a quella di un ordinario contatore ad induzione; soltanto il sistema magneto motore, invece di essere formato da un complesso di due elettrocalamite l'una voltometrica e l'altra amperometrica, è costituito da una sola elettrocalamita amperometrica, produttore sul disco l'azione motrice.

Tale elettrocalamita deve produrre sulle sue estremità polari, tra le quali si muove il disco, due flussi alternati, paralleli, vicini, spostati di fase, entrambi della stessa frequenza, proporzionali ai valori efficaci della corrente di eccitazione. Questi flussi, agendo sul disco, producono la coppia motrice necessaria al funzionamento dello strumento.

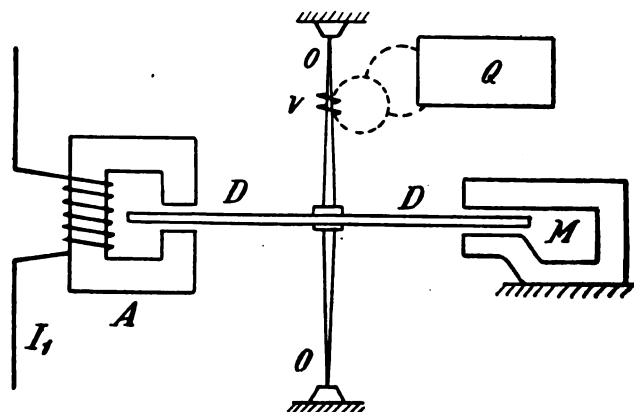


Fig. 3.

Il contatore speciale è quindi formato (fig. 3) di un leggero disco di alluminio  $D$ , portato dall'asse verticale  $O$  intorno al quale può liberamente girare per l'effetto dell'elettrocalamita amperometrica  $A$ , eccitata dalla corrente principale del circuito, di valore efficace  $I_1$ .

Il lembo del disco, venendo tagliato dai flussi perpendicolarmente al suo piano, diventa sede di correnti indotte ed in queste condizioni, in qualunque posizione si trovi, esso è sollecitato a girare in un senso determinato da una coppia motrice.

A questa coppia motrice si oppongono, durante la rotazione alcune azioni frenanti, tra le quali predominante è quella di un

magnete permanente  $M$ , le cui espansioni polari abbracciano un altro lembo del disco.

I giri del disco, mediante la vite elicoidale  $V$  ed il rotismo  $R$ , vengono registrati sul quadrante  $Q$  e da questa registrazione si può ricavare il valore delle perdite per effetto Joule.

La fig. 4 rappresenta una delle forme che può assumere l'elettrocalamita motrice  $A$ . Si tratta di un'ordinaria elettrocalamita per corrente alternata, a nucleo lamellato, in forma di  $C$ , percorsa dalla corrente  $I_1$ . In essa però le espansioni polari sono parzialmente mascherate da lastre metalliche (rame od alluminio), oppure, come è indicato nella figura, sono tagliate ciascuna in due parti da una fessura, ed una parte, scelta opportunamente in relazione al senso di rotazione del disco, viene circondata da una spina di rame  $s$  in corto circuito. Come è noto questa disposizione è comune a tutte le elettrocalamite degli amperometri ad induzione.

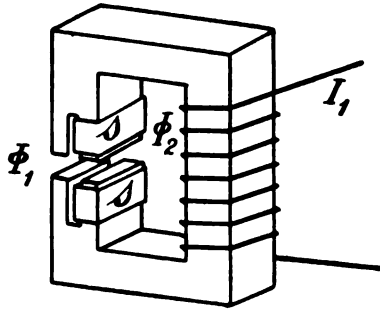


Fig. 4.

In tal modo nel traferro in cui passa il disco si producono due flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  paralleli, alternati, della stessa frequenza, spostati tra di loro di fase di certo angolo  $\beta$ .

Si dimostra che il disco risulta sollecitato a muoversi per effetto di una coppia motrice espressa da:

$$C_m = a \times \Phi_1 \times \Phi_2 \times \sin \beta,$$

essendo  $a$  un coefficiente di proporzionalità che dipende dalla costruzione del dispositivo,  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  i valori dei due flussi già menzionati nel traferro, e  $\beta$  il loro angolo di sfasamento.

Ma in pratica i flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  sono entrambi proporzionali alla corrente di eccitazione  $I_1$  ed il loro sfasamento  $\beta$  si mantiene praticamente costante, se è costante la frequenza.

Allora la coppia motrice risulta più semplicemente espressa da:

$$C_m = K_0 \times I_1^2$$

dove  $K_0$  è un nuovo coefficiente di proporzionalità, praticamente costante.

Quando il disco gira, si producono in esso delle azioni frenanti, dovute ai flussi tagliati nella sua rotazione. Tali flussi sono, quello costante del magnete permanente  $M$ , e quelli alternativi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  i cui valori dipendono dalla corrente  $I_1$ .

L'azione frenante del flusso del magnete permanente si può esprimere semplicemente colla relazione:

$$C_r = K \times v,$$

essendo  $K$  una costante e  $v$  la velocità di rotazione del disco.

L'azione frenante dei due flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$ , essendo entrambi proporzionali alla stessa corrente  $I_1$ , si può esprimere con una sola relazione, comprendente la somma delle due azioni, avente l'espressione:

$$C_r' = K_1 \times I_1^2 \times v,$$

in cui  $K_1$  è un coefficiente di proporzionalità praticamente costante,  $I_1$  è il valore efficace della corrente principale che eccita l'elettrocalamita amperometrica e  $v$  è la velocità del disco.

Trascurando gli attriti, la velocità  $v$  di rotazione, assunta dal disco a regime, risulta determinata dalla relazione:

$$C_m = C_r + C_r',$$

ossia sostituendo:

$$K_0 I_1^2 = K \times v + K_1 \times I_1^2 \times v,$$

da cui:

$$v = \frac{K_0 I_1^2}{K + K_1 I_1^2}.$$

Nel tempo elementare  $dt$  il disco avrà compiuto uno spo-

stamento angolare, che espresso in frazione di giro sarà:

$$dn = \frac{K_0 I_1^2}{K + K_1 I_1^2} dt.$$

In un periodo di tempo finito  $T$  il disco compirà  $N$  giri, che saranno registrati sul quadrante dello strumento; essi saranno espressi da:

$$N = \int_0^T \frac{K_0 I_1^2}{K + K_1 I_1^2} dt.$$

Ma per il nostro scopo è necessario che il quadrante dello strumento registri una quantità proporzionale al termine:

$$\int_0^T I_1^2 dt$$

e ciò si potrà ottenere soltanto se il termine:

$$\frac{K_0}{K + K_1 I_1^2},$$

diventa una quantità praticamente costante, e cioè indipendente da  $I_1$ , che è una quantità variabile.

Per ottenere questo risultato occorre adottare le seguenti disposizioni:

In primo luogo, si deve rendere massima la coppia motrice dell'elettrocalamita amperometrica, a parità della sua azione frenante, con una adatta proporzione delle parti delle espansioni polari tagliate dalla fessura, e delle dimensioni della spirale in corto circuito.

In secondo luogo occorre rendere grande l'azione frenante del magnete permanente rispetto a quella prodotta dalla elettrocalamita amperometrica. Quest'ultimo risultato si può ottenere abbastanza facilmente procedendo in modo analogo a quanto è già fatto collo stesso scopo negli ordinari contatori elettrici, nei quali come è noto, con una velocità del disco di 40 ÷ 60 giri al minuto primo si rende praticamente trascurabile l'azione frenante del flusso amperometrico rispetto a quella del magnete permanente.

Nel nostro caso poi, gli eventuali piccoli errori che si possono avere nella misura, hanno un'importanza molto minore che negli ordinari contatori, perchè lo strumento serve soltanto alla misura di un termine correttivo.

Se quindi nell'espressione:

$$v = \frac{K_0 I_1^2}{K + K_1 I_1^2},$$

si fa in modo che il termine  $K_1 I_1^2$  sia trascurabile rispetto a  $K$ , allora semplificando si può scrivere:

$$v = \frac{K_0}{K} I_1^2.$$

Se invece si facesse in modo che il termine  $K$  fosse trascurabile rispetto al termine  $K_1 I_1^2$ , allora semplificando si potrebbe scrivere:

$$v = \frac{K_0}{K_1} = \text{costante, (velocità di sincronismo)}.$$

Per valori di  $I_1$  relativamente piccoli, il termine  $K_1 I_1^2$  risulta trascurabile e la curva che rappresenta la velocità  $v$  in funzione della corrente  $I_1$  assume nel primo tratto un andamento parabolico; invece per valori molto grandi di  $I_1$  il termine  $K$  che diventa trascurabile e quindi la curva diventa poi assintotica rispetto all'asse delle ascisse, tendendo ad assumere il valore massimo:  $v = \frac{K_0}{K_1}$ .

Costruito un amperometro si dovrà verificare sperimentalmente fino a che limite la velocità del disco si potrà ritenere con sufficiente approssimazione proporzionale al quadrato della corrente.

Come si è detto, questo risultato si raggiunge facendo grande la coppia motrice e piccola l'azione frenante dei flussi amperometrici.

La coppia motrice è espressa dalla relazione:

$$C_m = a \times \Phi_1 \times \Phi_2 \sin \beta,$$

mentre l'azione frenante dei due flussi amperometrici  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$ , a parità della velocità  $v$  del disco, risulta proporzionale al termine:

$$I_1^2 (\Phi_1^2 + \Phi_2^2).$$

Per il nostro scopo si deve far grande l'espressione :

$$\frac{a \times \Phi_1 \times \Phi_2 \times \sin \beta}{b (\Phi_1^2 + \Phi_2^2)},$$

e ciò si ottiene facendo grandi separatamente il coefficiente  $a$  (flussi  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  vicini),  $\sin \beta$  (sfasamento tra i flussi sensibile), e l'espressione :

$$\frac{\Phi_1 \times \Phi_2}{\Phi_1^2 + \Phi_2^2}.$$

Se  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  si riferiscono ai lati di un triangolo rettangolo, il termine  $\Phi_1^2 + \Phi_2^2$  risulta il quadrato dell'ipotenusa ed il termine  $\Phi_1 \times \Phi_2$  il doppio dell'area di tale triangolo. Il caso corrisponde al problema di rendere massima l'area del triangolo rettangolo mantenendo costante l'ipotenusa e ciò si ottiene evidentemente quando i due cateti sono eguali. Nella costruzione della elettrocalamita amperometrica occorrerà che i due flussi parziali  $\Phi_1$  e  $\Phi_2$  siano tra di loro eguali.

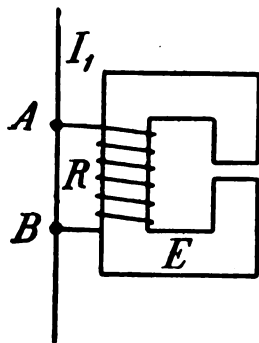


Fig. 5.

E' opportuno infine ricordare che il noto sistema (fig. 5) che negli amperometri ad induzione serve a limitare l'influenza delle variazioni di temperatura e delle variazioni di frequenza, migliora anche la funzione parabolica della velocità  $v$  del disco rispetto alla corrente  $I_1$ .

**Taratura dell'amperorometro.** — L'applicazione del nuovo strumento di misura è basato sui seguenti concetti.

La Società fornitrice, in base alla distanza dell'utente dai luoghi di produzione dell'energia ed alla conoscenza dei propri impianti di produzione, di trasporto e di distribuzione, sarà in grado di valutare la percentuale  $\alpha$  delle perdite per effetto Joule che si verificano nel trasporto della potenza impegnata  $P$  dalle centrali al luogo di consegna, col fattore di potenza previsto nel contratto.

Quanto più lontano dalle centrali si trova l'utente tanto più grande sarà il prezzo unitario della potenza impegnata, per tener conto del maggior trasporto e delle maggiori spese di impianto e di esercizio, e tanto più grande sarà pure il coefficiente  $\alpha$  delle perdite per effetto Joule.

Per questa ragione la società fornitrice potrebbe dividere i suoi utenti in zone, secondo la loro distanza dalle sue centrali e per ogni zona dovrà stabilire un determinato prezzo unitario della potenza impegnata ed una data percentuale  $\alpha$  delle perdite per effetto Joule.

Riguardo all'energia prelevata, il prezzo unitario dovrebbe essere unico per tutti gli utenti, perchè col sistema di misura che si propone l'energia viene da tutti gli utenti pagata come se fosse consegnata nella centrale, ai morsetti degli alternatori.

Difatti, aggiungendo al quantitativo di energia prelevato dall'utente presso il suo stabilimento le perdite a monte, si viene in questo modo a misurare l'energia che la società fornitrice eroga nelle sue centrali, ai morsetti degli alternatori.

Come si è detto, le perdite dipendenti dalla tensione sono considerate nel prezzo unitario della potenza impegnata.

Naturalmente i prezzi unitari dell'energia e della potenza impegnata potranno variare colla natura, modalità ed importanza della fornitura, ma il sistema di tarifficazione, dal punto di vista della valutazione del danno prodotto dallo sfasamento dell'impianto di utilizzazione dovrebbe essere sempre lo stesso.

Infine vediamo come si possa procedere alla taratura dell'amperorometro studiato per la misura delle perdite per effetto Joule.

Per ogni zona, stabilita col criterio che si è indicato, sarà fissata la percentuale approssimata  $\alpha$  delle perdite.

Inoltre, in base al fattore di potenza prescritto si conoscerà a priori il valore della corrente principale  $I$ , che dovrebbe avere

nominalmente l'utente quando prelevasse la potenza impegnata  $P$  a termini di contratto.

La società fornitrice installerà presso ogni suo utente uno strumento atto alla misura della massima potenza prelevata, un ordinario contatore per la misura dell'energia, ed infine un amperometro del tipo che abbiamo descritto, proporzionato alla corrente nominale  $I$  a pieno carico.

Per la misura della potenza, quantunque non sia difficile di studiare degli strumenti che abbiano a misurare oltre alla potenza prelevata dall'utente anche le perdite per effetto Joule a monte di esso, non si ritiene sia il caso di ricorrere a tali strumenti speciali, per le ragioni che già si sono indicate.

In molti casi le società fornitrici ricavano convenzionalmente la massima potenza prelevata mediante le registrazioni di strumenti amperometrici (Wright, amperometri registratori) ed in questi casi è già considerato il maggior impegno prodotto dal basso fattore di potenza.

L'amperometro o contatore complementare da installare presso l'utente insieme al contatore, potrà essere del tipo monofase (con una sola elettrocalamita motrice) se il carico trifase si può ritenere praticamente equilibrato, oppure del tipo trifase (con tre elettrocalamite amperometriche, ognuna eccitata dalla corrente di una fase) se il carico fosse squilibrato.

Il costo di un apparecchio di questo genere è sempre minore di quello di un contatore ordinario.

Dovendo lo strumento servire alla misura di perdite, il suo quadrante dovrà essere espresso in unità di energia (Wattora o suoi multipli).

La taratura si compie nel modo seguente. Sono noti a priori il rapporto  $N$  dei rotismi, cioè quanti giri deve compiere il disco dello strumento perchè il quadrante segni una unità, e il coefficiente  $\alpha$ , percentuale di perdite Joule che si hanno per fornire all'utente la potenza  $P$  e la corrente  $I$ .

Colla corrente  $I$  l'amperometro dovrebbe registrare la potenza  $\alpha \times P$  espressa in watt al secondo. Sia  $g$  il numero di giri che il disco compie in tali condizioni nel tempo di  $t$  secondi; le perdite che il quadrante avrebbe dovuto registrare in tale periodo, espresse in wattora sono:

$$\frac{\alpha \times P \times t''}{3600}.$$

Si indichi con  $x$  il valore effettivo di una unità del quadrante dello strumento; si può allora stabilire la proporzione:

$$g : \frac{\alpha \times P \times t''}{3600} = N : x,$$

da cui:

$$x = \frac{\alpha \times P \times t'' \times N}{3600 \times g},$$

dove le varie quantità hanno il significato che si è detto.

Se invece della corrente  $I$  nominale di pieno carico si avesse nel circuito la corrente qualsiasi  $I_1$ , il disco dello strumento dovrebbe fare un numero di giri  $g_1$  dato dalla relazione:

$$g : g_1 = I^2 : I_1^2,$$

da cui:

$$g = g_1 \frac{I^2}{I_1^2}.$$

Sostituendo questo valore nella relazione precedente si ha:

$$x = \frac{\alpha \times P}{I^2} \times \frac{I_1^2 \times t'' \times N}{3600 \times g_1}.$$

Poniamo:

$$\frac{\alpha \times P}{I^2} = A,$$

essendo  $A$  costante per ogni utente; l'espressione precedente diventa:

$$x = A \times \frac{I_1^2 \times t'' \times N}{3600 \times g_1}.$$

In questa espressione è:

$A$  una costante nota a priori;

$I_1$  la corrente dell'impianto misurata all'atto della verifica (valore medio nel tempo di  $t$  secondi);

$g_1$  i giri compiuti dal disco nel tempo di  $t$  secondi;

$t$  il tempo misurato in secondi durante la verifica, nel quale il disco ha fatto  $g_1$  giri;

$N$  il rapporto meccanico dei rotismi dello strumento.



Procedendo in questo modo, le unità registrate dal quadrante dell'amperometro sono unità di energia e ad esse dovrebbe quindi corrispondere lo stesso prezzo applicato alle unità equivalenti del quadrante del contatore ordinario.

Nulla impedisce che si applichino prezzi diversi alle unità dei quadranti dei due contatori ed allora nel prezzo fissato per le unità dell'amperometro potrebbe essere conglobata la percentuale fissa  $\alpha$ , od anche il valore della costante dell'utente:

$A = \frac{\alpha \times P}{I^2}$ . In questo caso i prezzi unitari delle registrazioni degli amperometri varierebbero coi singoli utenti.

La targhetta di ogni amperometro dovrà portare le seguenti indicazioni caratteristiche:

Potenza dell'utente;  
Corrente di pieno carico;  
Percentuale stabilità delle perdite per effetto Joule ( $\alpha$ );  
Unità del quadrante colla misura a cui si riferiscono (ad es. perdite Joule in wattora);

Rapporto dei rotismi del quadrante integratore.

Al solito, la regolazione dell'amperometro si compie variando l'azione frenante del magnete permanente.

*Esempio numerico.* — Si supponga un utente che ha impegnato 40 kW a 220 V e per il quale la società fornitrice richiede a pieno carico un fattore di potenza  $\cos \varphi = 0,80$ .

In queste condizioni la corrente nominale di pieno carico è 131 Amp. Si supponga che il rapporto dei rotismi dello strumento sia:  $N = 300$  e che il coefficiente delle perdite Joule colla potenza impegnata di 40 kW e con  $\cos \varphi = 0,80$  sia:  $\alpha = 0,20$ .

Le unità del quadrante dello strumento (perdite per effetto Joule) siano espresse in kW-ora.

In questo caso è:

$$A = \frac{\alpha \times P}{I^2} = 0,000466$$

e perchè l'amperometro sia esatto occorre che sia:

$$x = A \times \frac{I_1^2 \times t'' \times N}{3600 \times g_1},$$

ossia, essendo  $x = 1$ ;

$$g_1 = 0,0000388 I_1^2 \times t''.$$

Perchè lo strumento sia esatto occorre che ad es. con una corrente  $I_1 = 100$  A, sia:  $g_1 = 0,388 t''$ , e quindi il disco deve fare in tali condizioni 20 giri in  $51''/5$ .

La taratura si compie misurando le quantità  $I_1$  (con un amperometro),  $t''$  (con un contasecondi) e  $g_1$ , e verificando se il valore effettivo  $x$  di una unità del quadrante coincide o meno col suo valore nominale.

Essa quindi è analoga a quella che si eseguisce sugli ordinari contatori e pure analogo è il sistema di regolazione.

Milano, giugno 1927.

#### BIBLIOGRAFIA

- G. CAMPOS. — Sul fattore di potenza. - Atti dell'A. E. I., anno 1909.  
AUSTIN BURT. — Three-phase power factor. - Proceedings of the A. I. E. E., 1908.  
Prof. R. ARNO'. — Watt-voltamperometri elettrodinamici e ad induzione. Congresso Internazionale delle Applicazioni Elettriche - Torino 1911.  
MILES WALTER. — The improvement of power factor in alternating current systems - Institution of Electrical Engineers, 1909.  
Prof. R. ARNO'. — Nuovi metodi di misura industriali - Atti dell'A. E. I., 1910.  
Prof. R. ARNO'. — Di una soluzione del problema della compra-vendita dell'energia elettrica - Congresso di Torino, 1911.  
Prof. G. SARTORI. — Contributo all'argomento « Sul miglioramento del fattore di potenza » - L'Elettrotecnica, 1917-1918.  
Prof. BOUCHEROT. — La tarification de l'énergie électrique en égard au  $\cos \varphi$  de l'abonné - Revue Gen. de l'Electricité, 1918.  
Prof. R. ARNO'. — Apparechi di controllo del fattore di potenza e metodi di misura relativi - L'Elettrotecnica, 1921.  
Prof. A. BARBAGELATA. — Fattore di potenza e tarifficazione dell'energia - L'Elettrotecnica, 1918.  
Ing. A. PUGLIESE. — Sulla tarifficazione dell'energia a seconda delle condizioni di carico - L'Elettrotecnica, 1918.  
Relazione dell'Unione dei Sindacati dell'Elettricità. — Revue Gen. de l'Electricité, 1918.  
P. DUMARTIN. — La questione del fattore di potenza - Revue Gen. de l'Electricité, 1920.  
G. FRACANZANI. — Sulla energia reattiva nella economia generale della produzione e distribuzione dell'energia elettrica - L'Elettrotecnica, 1924.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### La scuola e l'industria.

Riceviamo:

Il nostro Illustre Presidente ha sollevato nell'assemblea dei giorni scorsi e rimesso sul tappeto la discussione sui rapporti tra scienza ed industria o, per meglio dire, fra le Scuole Superiori e l'Industria. E' una vecchia questione di cui si è sempre parlato. Mentre, sembra, all'estero i collegamenti sono più frequenti, da noi, dicesi, l'industria non si tiene a contatto con le Università e con le Scuole Superiori. Io non so però se ciò dipenda proprio da una incomprendione o da uno stato di fatto non modificabile, o se non si ecceda in pessimismo.

Le Scuole di Ingegneria hanno tre fondamentali mansioni nella vita sociale: far progredire la scienza, aiutare l'industria nei casi contingenti a mezzo di laboratori di cui essi dispongono, creare i tecnici e la classe dirigente delle industrie.

In quanto al primo scopo io non credo vi sia alcuno che dubiti che gli uomini che reggono le nostre cattedre siano inferiori al loro compito. Gli industriali del resto non si sentono di erigersi a giudici e non possono che constatare la alta stima in cui sono tenuti gli scienziati italiani nell'agone mondiale.

Si lamenta per contro che gli industriali non ricorrono in sufficiente misura ai laboratori annessi alle scuole. Io credo che qui vi sia dell'incomprendione. Nessun industriale impianterebbe un proprio laboratorio e si disporrebbe a sopportare le spese di esercizio se sapesse che può ottenere gli stessi risultati, o migliori ancora, dai laboratori esistenti. Ossia: o i laboratori non gli hanno dato all'atto pratico risultati soddisfacenti, oppure essi non hanno fatto conoscere la loro esistenza e le loro possibilità.

L'industriale ha nelle sue funzioni principali quella di servirsi dei mezzi esistenti (uomini, cose, idee) e di coordinarli per creare dei beni; il suo compito è già sufficientemente complesso per dubitare che egli crei qualcosa di più di quello che è strettamente necessario. Ma talvolta egli non è per nulla al corrente che esiste un laboratorio e che vi sono degli sperimentatori pronti a collaborare con lui e che essi sono in grado di fornirgli degli elementi utili per la sua industria; se così è occorre che le scuole rendano note queste loro possibilità negli ambienti industriali; l'indagine iniziata dall'A. E. I. sui confronti fra i risultati di prove fatte nei diversi laboratori è certamente fra i più efficaci mezzi di questa propaganda.

Io credo però che vi sia un altro punto di passaggio assai più fondamentale fra la scuola e l'industria, ed è nel campo vivo dell'insegnamento. Oggi gli industriali non entrano per nulla nel programma dell'insegnamento della scuola; sono i professori che fanno i programmi, che danno a ciascun corso lo sviluppo che essi ritengono più opportuno.

Gli industriali, ossia coloro che devono servirsi dei prodotti della scuola, che hanno un'esperienza diretta quotidiana personale di quelle che sono le conoscenze che deve avere l'ingegnere, di quelle che sono le necessità dell'industria, che hanno, in genere, qualche competenza in economia generale della produzione, non hanno alcuna voce in capitolo: non ne hanno nei programmi, non ne hanno nel complesso dell'educazione e nello svolgimento dell'insegnamento.

Le scuole sono per molti riguardi tutt'ora un circolo chiuso: al professore succede spesso il suo assistente, reclutato fra gli allievi, che diventa a sua volta assistente e poi professore. Tutto ciò senza che entri in quel circolo chiuso un alito sufficiente della vita esteriore, della vita produttiva. I rappresentanti dell'industria, quando vi sono, hanno azione nelle questioni amministrative, non ne hanno alcuna nella formazione dei programmi e nella direzione didattica; non è male solo nostro. Il Fayol nei suoi scritti magistrati sull'insegnamento amministrativo fa gli stessi appunti alla scuola francese.

Noi dobbiamo migliorare e tendere ad una più conveniente formazione dello spirito dei tecnici che sono destinati a dirigere le industrie. A mio parere la soluzione del problema sta per ora nella introduzione nei consigli didattici di due o tre rappresentanti dell'industria, scelti possibilmente fra i laureati della stessa scuola, e che diano affidamento di effettivamente collaborare coi docenti.

La presenza degli industriali in seno al Consiglio didattico mentre non può dare, per la loro esigua minoranza, alcun timore che essi abbiano a sconvolgere gli ordinamenti in corso, avrà l'effetto di più opportunamente affiatarsi la scuola con l'industria. Su molti problemi gli industriali potranno esprimere il loro parere con vantaggio della Scuola. Sono certo che gli insegnanti ben sovente trarranno dalle loro parole utili suggerimenti e che l'educazione dei giovani avrà un

indirizzo più conforme a quelle che sono le esigenze dell'industria e dell'economia nazionale.

Aperto così il ponte della collaborazione e persuasi gli industriali che si vuole che la scuola sia effettivamente preparatrice della vita produttiva e non puramente una creatrice di legioni di scienziati, i collegamenti diventeranno più frequenti. Gli allievi divenuti industriali conserveranno per la scuola l'affetto ed il rispetto derivanti dall'avervi appreso delle cose che costituiscono la base fondamentale della loro attività quotidiana e manterranno quindi con essa quei legami che tutti auspichiamo esistano fra scienza ed industria.

Torino, 7 novembre 1927.

Ing. R. FALCO.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### ELETTROFISICA.

**FRANCO RASSETTI — Il problema dell'elettricità terrestre e le radiazioni penetranti.** (Nuovo Cimento, dicembre 1926).

Le ricerche degli ultimi anni sopra l'elettricità atmosferica hanno dimostrato l'esistenza di problemi complicati e oscuri che attendono ancora una spiegazione esauriente.

Lo stato attuale delle nostre conoscenze in questo campo si può riassumere nel seguente modo.

In tutte le parti della terra e in quasi tutte le stazioni si osserva nell'aria una corrente elettrica verticale diretta verso il basso, la quale è costituita essenzialmente, almeno nelle parti basse dell'atmosfera, da un movimento di ioni positivi. La densità media di questa corrente è stata determinata in  $6 \cdot 10^{-7}$  unità elettrostatiche; al che corrispondono circa 1200 ioni che arrivano in un secondo sopra i  $\text{cm}^2$  di superficie terrestre, ovvero 1000 ampere su tutta la terra.

La corrente atmosferica è mantenuta da un campo, il cui valore medio è  $E = 5 \cdot 10^{-4}$  unità elettrostatiche (150 volt per metro). Poiché  $E = 4\pi\sigma$ , essendo  $\sigma$  la densità superficiale, segue che sulla superficie della terra deve essere distribuita una carica negativa di densità  $\sigma = 4 \cdot 10^{-4}$ .

Si tratta però di spiegare come si mantenga inalterata questa carica negativa. Un trasporto di cariche positive dalla superficie terrestre agli strati atmosferici non appare verosimile. Si è pensato che le precipitazioni atmosferiche potessero portare con sé sulla terra una carica negativa, ma l'esperienza ha dimostrato che questa ipotesi non risponde alla realtà dei fatti, giacché è stato riscontrato che le gocce di pioggia, la neve, ecc., portano nella maggioranza dei casi cariche positive.

L'ipotesi più recente è che la corrente negativa sia costituita da elettroni tanto veloci che non siano osservabili con i mezzi ordinari a causa del loro grande potere penetrante. Non si è ancora potuto provare con esperienze l'attendibilità di questa ipotesi, ma le obiezioni al riguardo non sono tali da farla scartare. Quanto all'origine di questi elettroni, si può ammettere che provengano dal sole o da altri corpi celesti, oppure che siano prodotti nell'aria dalla così detta radiazione penetrante, di cui si dirà in appresso.

Il fenomeno si presenta in realtà più complesso per un'altra serie di fatti.

Recenti misure del campo magnetico fatte sistematicamente su vaste zone della terra portano al risultato che nella zona a nord del  $45^\circ$  parallelo nord, e analogamente nella zona corrispondente dell'altro emisfero, si dovrebbe avere una corrente, diretta dalla superficie terrestre verso l'alto, dell'ordine di due milioni di ampere, e una corrente eguale e contraria, diretta verso terra, di quattro milioni di ampere nella zona equatoriale residua. Tali correnti avrebbero una densità diecimila volte maggiore di quella già accennata, misurata nell'atmosfera.

Ora, non si comprende come queste enormi correnti, di cui l'esistenza risulta indirettamente da misura magnetiche, non siano state osservate direttamente; talché sorge il dubbio, a meno che le misure magnetiche non siano errate, che la relazione ordinaria fra la circuitazione della forza magnetica e la corrente che ha condotto alle conclusioni esposte non abbia valore nel campo di questi studi. Il problema è sempre allo studio.

E' noto che l'aria atmosferica è sempre più o meno ionizzata. Le ricerche dirette a stabilire le cause di questo fenomeno hanno condotto alla scoperta di un nuovo tipo di radiazione. Nel gas contenuto in qualsiasi recipiente chiuso si producono continuamente degli ioni che si possono mettere in evidenza misurando la velocità di scarica in un elettroscopio. Non tutta la ionizzazione è dovuta alla radioattività delle pareti del recipiente, ma ve ne ha certamente una parte, variabile con la località in cui l'apparecchio si trova, che è dovuta a radiazioni esterne.

Le misure della ionizzazione derivante da quest'ultima causa dimostrano concordemente che il numero di coppie di ioni prodotti in  $1 \text{ cm}^3$  di aria al secondo, partendo da valori fra 3 e 10 sopra il

suolo (i più piccoli sopra il mare ed i laghi) dapprima diminuisce leggermente innalzandosi sul suolo, fino a qualche centinaio di metri, e poi cresce abbastanza rapidamente, fino ad arrivare, ad una altezza di una diecina di chilometri, a 50-80.

Questi fatti dimostrano che non tutta la ionizzazione dell'aria è dovuta alla radioattività della sostanza di cui è costituita la crosta terrestre; ché se così fosse, dati i coefficienti di assorbimento dei raggi  $\gamma$ , a qualche centinaio di metri sopra il suolo, la ionizzazione dovrebbe cessare, in opposizione al fatto ora accennato del crescere a grandi altezze.

D'altro lato, è estremamente improbabile la presenza nell'aria, e sopra tutto nella parte più alta dell'atmosfera, di sostanze radioattive in quantità tale da produrre la ionizzazione osservata. Non resta quindi che ammettere la presenza di una radiazione di *origine cosmica*, la quale, a causa del coefficiente di assorbimento piccolissimo che deve avere per poter attraversare tutta l'atmosfera, è stata chiamata « *radiazione penetrante* ».

Per quanto riguarda la sua natura, numerose misure mostrano che l'intensità di questa radiazione penetrante varia poco o nulla tra il giorno e la notte e tra le varie stagioni dell'anno, il che esclude che essa possa provenire dal sole o da particolari stelle. Sembra piuttosto che essa sia distribuita uniformemente in tutte le direzioni nello spazio cosmico.

La determinazione del coefficiente di assorbimento ha dato risultati assai variabili: le esperienze dimostrano che la radiazione penetrante non è omogenea, ma consta di due parti essenzialmente distinte. Una di esse è una radiazione estremamente penetrante, e il suo coefficiente di assorbimento nell'acqua è circa  $1,8 \cdot 10^{-3}$ , mentre quello dei raggi  $\gamma$  è di  $5,8 \cdot 10^{-2}$ , cioè 30 volte maggiore. La ionizzazione dovuta a questi raggi fu ancora osservata dopo che essi avevano attraversato uno spessore di 20 m d'acqua. La maggior parte per altro della ionizzazione nelle alte zone dell'atmosfera è dovuta ad una radiazione penetrante circa quanto i raggi  $\gamma$ . Questa radiazione non può avere origine cosmica perchè non può attraversare l'atmosfera e quindi sorge la domanda donde provenga.

La risposta con molta probabilità va ricercata nell'effetto Compton: la radiazione meno penetrante, che è stata osservata da Millikan, sarebbe prodotta nell'atmosfera col processo Compton, dalla radiazione cosmica di grandissima frequenza, in seguito a diffusione della radiazione estremamente dura di origine cosmica da parte degli elettroni contenuti nelle molecole dell'aria. In questo processo, si ha un aumento di lunghezza d'onda, indipendentemente dalla frequenza; ed una radiazione di frequenza estremamente elevata si può ridurre con una sola diffusione ad una frequenza dell'ordine di grandezza di quella dei raggi  $\gamma$ .

Nel processo di diffusione, gli elettroni di rimbalzo, dato che la radiazione è di frequenza molto elevata, assumono prevalentemente una direzione che si scosta poco da quella del raggio iniziale, ed una energia cinetica dell'ordine di grandezza del quanto delle radiazioni stesse. In queste circostanze, devono prodursi nell'atmosfera dei raggi catodici di grande velocità diretti prevalentemente verso il basso, e questo potrebbe, come si è accennato, spiegare la conservazione delle cariche negative della terra.

Quanto alla lunghezza d'onda delle radiazioni penetranti, indicando più precisamente con questo nome soltanto la radiazione di origine cosmica diretta, essa è stata valutata dell'ordine di grandezza di  $10^{-12}$  o  $10^{-18}$  centimetri, ma questi dati sono ottenuti per extrapolazione della formula dei coefficienti di assorbimento dei raggi X, e non presentano grande attendibilità.

Speciali studi si sono iniziati per trovare la spiegazione del processo col quale radiazioni di frequenza così elevata possono avere origine; ma ancora nulla di concreto in questo campo è stato trovato.

A. M.

### ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

**W. E. HUGHES — La placcatura elettrica dei metalli.** (World Power, marzo 1927, pag. 141).

L'interesse che hanno destato i diversi processi di placcatura elettrica dei metalli, specialmente nel periodo della guerra, ha impresso a questo genere di lavorazione un grande incremento.

La placcatura elettrica dei metalli è oggi usata per ben altri scopi di quelli dell'ante-guerra, come per esempio a scopo di riparazioni, e metalli, come ad esempio il cromo ed il cadmio, che prima non si pensò di usare, sono attualmente entrati, in seguito a nuovi processi, a far parte di tale industria. Infine la sostituzione della mano d'opera con la placcatura meccanica permise di raggiungere un minor costo della produzione.

La placcatura del cromo è difficile e costosa; presentemente si usa in casi speciali, per filamenti di lampade e per rivestire lastre da impressionare. La soluzione usata dallo Schwartz è composta da: Solfato di cromo: 3 gr per litro; acido cromatico: 245 gr lit. Haring adoperando in aggiunta 7 gr/lit. di carbonato di cromo. La densità di corrente più opportuna è di  $13,4 \text{ A/dm}^2$ ; la temperatura non deve essere superiore a  $49^\circ \text{C}$ . Si usano anodi di cromo preparato secondo il processo Goldschmidt; il bagno è collocato in un tino di pietra raffreddato e non occorre agitare.

La Westinghouse Lamp Co. di Bloomfield U. S. A., deposita il

cromo su un filo sottoposto ad uno spostamento di m 1,20 al minuto entro la soluzione, con corrente avente una densità di 8 A/cm<sup>2</sup>.

I caratteri del metallo depositato variano con le condizioni di placcatura; con una determinata soluzione l'efficienza del catodo ed il carattere della placcatura dipendono dalla temperatura e dalla intensità della corrente. Possono essere prodotti tre tipi di placcato in cromo.

In generale si crede che il rivestimento di cromo sia un metallo eccessivamente duro. Secondo l'A. la sua durezza dipende dal modo di lavorazione e il rivestimento di cromo può essere reso malleabile come quello di Nickel.

La placcatura in cadmio è usata talvolta, come fu fatto in America, in luogo di quella in zinco ma la sua convenienza è però dubbia. La soluzione usata è composta da: a) Cianuro di cadmio e potassio 340 gr.; soda caustica da 14 a 28 gr.; destrina 7 gr.; acqua 4,5 litri. La lavorazione si effettua in un tino foderato di piombo ben spianato (come per le soluzioni di placcatura in argento), con densità di corrente da 11 a 16 A/cm<sup>2</sup> e tensione di circa 2 volt a temperatura ordinaria. Si usano anodi in cadmio fuso.

Il bagno alcalino ora indicato è adatto per molti generi di lavorazione. Altre volte si usa un bagno acido composto da: sali di Cadmio (di preferenza solfati), solfato di ammonio, solfato di alluminio, acido bórico con aggiunta di peptoni, dextrina o gelatina.

Particolari difficoltà presenta la placcatura dei pezzi in alluminio. Il metodo recentemente proposto da L. Guillet e Gasnier comprende le seguenti operazioni: Pulire e lucidare accuratamente l'oggetto che poi viene sottoposto ad un getto di sabbia silicea; ripulirlo in modo da liberarlo dai granuli di sabbia ed immergerlo in una vasca da nichelatura nelle solite condizioni. Il pezzo va poi ripulito con getto di sabbia, lavato in acqua e finalmente sottoposto a un rapido passaggio in acido nitrico con successivo lavaggio in acqua. Si deve evitare di esporre l'oggetto all'aria. Invece della immersione in acido nitrico si può fare uso di una soluzione di 10 gr di bicarbonato di soda in un litro di una soluzione acquosa saturata a 15° C di sale da cucina.

L. B.

## ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

### B. DEL NUNZIO — Le lampade ad arco di tungsteno nel vuoto. (L'Energia Elettrica, marzo 1927, pag. 253).

L'arco elettrico è stato sostituito ormai quasi dovunque dalle lampade ad incandescenza riempite di gas, di potenza superiore ai 500 watt. Tuttavia alcune forme di lampade ad arco costituiscono ancora oggi le sorgenti più razionali ed economiche di luce e recentemente l'arco è riapparso sotto nuove forme.

In questi nuovi tipi l'arco brucia tra elettrodi di tungsteno in un vuoto parziale entro un bulbo in vetro simile a quello di una comune lampada ad incandescenza ed il suo innescamento, non potendo essere ottenuto con i soliti metodi meccanici, viene provocato mediante ionizzazione iniziale prodotta nell'ambiente in cui deve prodursi l'arco. La scarica elettrica si inizia tra gli elettrodi mantenuti ad una differenza di potenziale costante e quindi tende a trasformarsi in arco con regime tanto più costante quanto più intensa è la ionizzazione dell'ambiente.

I gas monoatomici come l'elio, il neon, l'argon, ecc., posseggono un potenziale di ionizzazione molto basso di modo che l'arco elettrico trova in questi gas l'ambiente più favorevole. Comunemente per riempire le ampole di queste lampade si usa il neon perchè il suo spettro di emissione è ricco di righe rosse ed aranciate.

Il fenomeno della formazione dell'arco tra elettrodi di tungsteno avviene per fasi successive: in un primo tempo si ha la scarica che accresce la esistente ionizzazione parziale del gas incluso; contemporaneamente la temperatura delle sfere in tungsteno aumenta fino a portare gli elettrodi all'incandescenza in modo che in definitiva l'irraggiamento per temperatura prevale su quello per luminescenza.

Da considerazioni teoriche sui fenomeni che avvengono entro le lampade ad arco di tungsteno, e da osservazioni eseguite in diverse fasi di funzionamento, l'A. è portato a concludere che anche una debole produzione di ioni positivi è sufficiente per ottenere praticamente il regime dell'arco e che a questo scopo meglio si prestano i gas a peso atomico elevato.

Ogni sferetta di tungsteno emette per temperatura e la conoscenza di questa si può raggiungere: 1) attraverso le misure della radiazione totale utilizzando la relazione  $Q = \sigma T^m$  che dà la quantità totale di energia irradiata per cm<sup>2</sup> alla temperatura assoluta  $T$ ; 2) attraverso misure spettrofotometriche servendosi della legge di Planck:

$$E_{\lambda} = \frac{C}{\lambda^5 \left( \frac{c}{e^{\lambda T}} - 1 \right)}$$

che dà la distribuzione dell'energia  $E$  nello spettro per le singole onde;  $C$  e  $c$  essendo costanti; 3) dalla misura della lunghezza d'onda  $\lambda_m$  che nello spettro normale ha il massimo di energia:  $\lambda_m T = C_1$ ;  $C_1$  essendo una costante il cui valore è 2940 se si esprimono le lunghezze d'onda in  $\mu$  (micron ossia millesimi di millimetro) e le temperature nella scala assoluta centesimale.

Il cratere dell'arco fra carboni emette in maniera da seguire la

legge di proporzionalità diretta tra l'emissione ed il coseno dell'angolo sotto cui si osserva la superficie incandescente.

Mediante il fotometro Lummer-Brodhun si è rilevato il solido fotometrico della lampada Philips ad arco di tungsteno funzionante alla tensione normale, servendosi di una lampada mezzo watt, come sorgente luminosa di paragone, alimentata da corrente continua di una batteria di accumulatori. I risultati delle misure sono segnati nel dia-

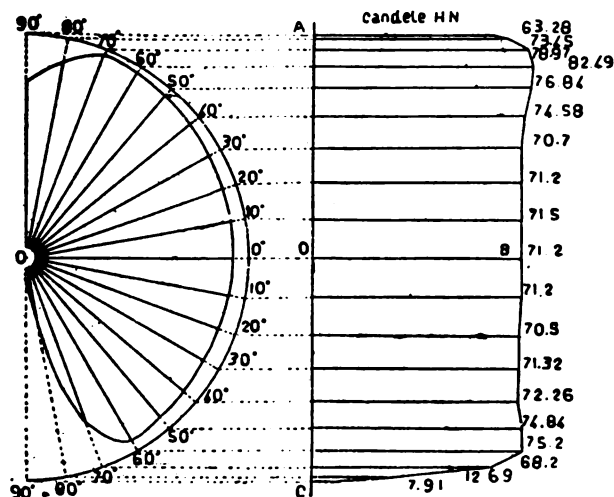


Fig. 1.

gramma polare della fig. 1 la quale contiene anche il diagramma Rousseau. Si dedusse: 1) l'intensità massima a 70° nell'emisfero superiore ed è di 82,49 unità Hefner; 2) l'intensità media sferica è  $I_0 = \frac{\text{area } ABC}{OC} = 73$  unità Hefner; 3) l'intensità emisferica inferiore è  $I_{\Omega} = 70,12$  unità Hefner; 4) l'intensità media emisferica superiore è  $I_1 = 75,32$ ; 5) l'emissione luminosa si avvicina a quella di una sorgente puntiforme il cui solido fotometrico è rettangolare, specialmente fra 50° al di sopra e 50° al di sotto del piano orizzontale.

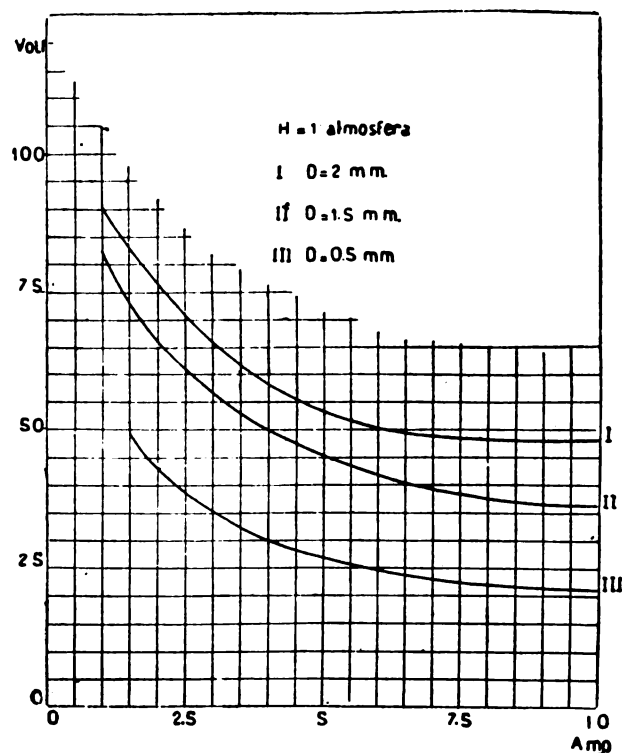


Fig. 2.

Nella fig. 2 sono rappresentate le caratteristiche statiche dell'arco di tungsteno. Com'è noto la caratteristica statica è la relazione tra la corrente ( $i$ ) che circola nell'arco, la lunghezza ( $L$ ) dell'arco e la caduta di potenziale ( $V$ ) attraverso lo stesso. Tale relazione viene rappresentata con l'equazione di Ayrton  $V = a + bL + \frac{c+dL}{i}$  oppure con quella di Steinmetz  $V = a + \frac{c(L+d)}{i^{0.5}}$  essendo  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , costanti.

Dall'insieme dei risultati sperimentali ottenuti si può concludere che la lampada ad arco di tungsteno ha una distribuzione del flusso luminoso molto simile a quello di una sorgente puntiforme, ed uno splendore molto elevato, di cui si possono avvantaggiare tutte le applicazioni che richiedono una grande intensità specifica ed una luce



molto bianca. Tuttavia essa è poco economica; il consumo specifico dell'arco è basso:  $\frac{25 \times 2}{73} = 0,68 \frac{W}{\text{cand.} \cdot H \cdot N}$  ma la tensione necessaria per il funzionamento stabile è 220 V, che innalza notevolmente il consumo specifico. Non si può diminuire il valore della corrente per prolungare la vita alla lampada perchè diminuendo il valore della corrente, cresce la differenza di potenziale ed aumenta perciò la disgregazione del tungsteno. L. B.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

### ELETTROFISICA E MAGNETOFISICA.

Sulla *magnetostriazione* e sui complessi fenomeni inerenti è pubblicato uno studio completo e dettagliato nel Journal of the Franklin Institute del dicembre 1926, pag. 737. Dopo un'esposizione dello sviluppo progressivo delle nostre cognizioni in materia e delle relative teorie, vengono partitamente esaminati i diversi aspetti con cui il fenomeno della magnetostriazione si manifesta. Di ciascun fenomeno vengono esposte le esperienze e le teorie più recenti. Vengono esaminati in modo particolarmente accurato gli effetti Joule nei metalli del gruppo del ferro, i fenomeni di orientazione atomica, le tensioni interne nei mezzi magnetizzati e i fenomeni particolari dei cristalli.

### MATERIALI.

La *produzione del vanadio puro* è stata ottenuta per la prima volta nei laboratori della Westinghouse Lamp Co., secondo una comunicazione presentata in una recente riunione della American Chemical Soc. di Richmond (Va.). Come è noto il vanadio, conosciuto da lungo tempo nei suoi composti aveva finora resistito a tutti i tentativi dei chimici per ottenerlo allo stato metallico. Il nuovo metodo consiste nel riscaldare per un'ora in forno elettrico a 900° una miscela di ossido di vanadio, calcio metallico e cloruro di calcio. Si ricava così una massa di vanadio, che l'analisi dimostra al 99,9 % di puro metallo. Il vanadio metallico ha aspetto brillante ed è molto malleabile; ha peso specifico 6, e temperatura di fusione 1700°.

### MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un *metodo di prova pei dielettrici solidi* il quale permette di evitare la distruzione del pezzo in esame pur raggiungendo lo scopo di ottenere dei valori di confronto fra i vari pezzi o i vari materiali, è descritto nell'E. T. Z. del 21 aprile 1927. Il metodo consiste nell'appoggiare contro il pezzo in esame un elettrodo sferico connesso con una sorgente di corrente continua a tensione di qualche migliaio di volt; la tensione applicata viene misurata con un voltmetro elettrostatico che deve essere molto accuratamente isolato. Si interrompe la linea che alimenta l'elettrodo e si misura con un contasecondi il tempo che passa prima che la tensione scenda di un certo valore stabilito. Questi tempi, che variano entro larghi limiti a seconda dei materiali, servono opportunamente come indici di confronto.

### STATISTICA.

Le *centrali elettriche della Romania nel 1926*. — Secondo dati ufficiali erano in numero di 146, con un aumento di 12 in confronto dell'anno precedente. Di esse 72 sono azionate in maggioranza da forza idraulica e le altre da motori termici.

Per quanto riguarda il sistema di corrente, tali centrali si dividono come segue:

86 con corrente continua, e con una potenza totale installata di 26.500 kW;

3 con corrente alternata monofase, e con una potenza totale installata di 5.200 kW;

57 con corrente bifase, e con una potenza totale installata di 142.600 kW.

I 146 impianti hanno quindi una potenza totale di 174.300 kW che, ripartita tra l'intera popolazione della Romania di 17,5 milioni rappresenta 10 kW per abitante.

Dei 174.300 kW, circa 74.300 kW rappresentano imprese elettriche puramente industriali, ed i rimanenti centrali elettriche a sfruttamento misto.

Per quanto riguarda la quantità di energia prodotta nell'anno 1926, le imprese industriali elettriche hanno avuto una produzione di 203 milioni di kWh, mentre le centrali elettriche hanno fornito 206 milioni di kWh; furono quindi prodotti, in totale, 409 milioni di kWh. Se ad essi aggiungiamo circa 21 milioni di kWh forniti da altri vari piccoli impianti, risulta che nell'anno 1926 la produzione complessiva ascese a circa 430 milioni di kWh, con una media per abitante di circa 25 kWh.

Per ciò che concerne la diffusione dell'elettricità in Romania, la statistica considerata dimostra che sono alimentati con elettricità un certo numero di Comuni aventi in complesso una popolazione di circa 3.800.000 abitanti, ciò che corrisponde al 22 % dell'intera popolazione.

## PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

- KAPPER F. — *Costruzione di linee di trasporto e reti di distribuzione di energia elettrica*. — Traduzione di Mario G. Fontana. — Un volume, formato 16 × 24 cm. di pag. 418 con 374 figure, 55 tabelle ed una tavola. — Edit. Luigi Avalle, Torino, 1926. — Prezzo L. 55.
- O. POMINI. — *Riduttori - Principio, materiali, calcolo, esempi*. — Un volume di 561 pagine, formato 16,5 × 24 cm., con 388 figure. — Edit. Hoepli, Milano, 1927. — Prezzo L. 58.
- E. RINALDI. — *Tutti i pesi industriali*. — Prontuario tecnico dei pesi per calcoli di ferri laminati per costruzioni in ferro, metallurgiche, industriali e navali, 1927. — Manuale Hoepli, di pag. 339 con 185 tabelle e 152 figure. — Prezzo L. 20.
- ESSELBORN. — *Lehrbuch des Maschinenbanes* - Vol. I. — Un volume in tela, formato 18 × 26 cm., di pag. 861 con 1100 illustrazioni e un indice alfabetico. — Edit. W. Engelmann - Leipzig, 1926. — Prezzo M. 24,50 in tela; M. 21 in brochure.
- Prof. Ing. ODOARDO HARTLEY di San Giorgio. — *La Moderna organizzazione degli impianti industriali*. — Un volume, form. 16,5 × 25 cm., di pag. 240 con 108 figure, 104 tabelle e 3 tavole. — Edit. S. Lattes e C. - Torino, 1927. — Prezzo L. 40.
- GIUSEPPE ROSTAIN. — *I misuratori elettrici*. — Un volume, formato 17,5 × 25 cm., di pag. 473 con 643 figure. — Unione Tipografica Editrice Torinese. — Prezzo L. 60.
- ENTE AUTONOMO PER L'ACQUEDOTTO PUGLIESE. — *Relazione al Parlamento sull'andamento dell'Azienda durante l'anno 1926*. Anno IV. — Stabil. Tip.-Litografico G. Laterza e Figli - Bari.
- L. BONCINELLI. — *Combustione e combustibili*. — Manuale Hoepli, 1927, vol. II, pag. 1452 con 356 figure e tabelle, legato in tela L. 88.
- M. MAZZOCCHI. — *Atlante di schemi di avvolgimenti per macchine elettriche a corrente continua ed alternata*. — U. Hoepli, 1927. — Un volume, formato 21 × 23,5 con 62 schemi a colori. — Prezzo L. 85.
- I. WALSH. — *Photometry*. — Un volume in tela, formato 16 × 23,5 cm., di pagine 505 con 303 figure. — Editore Constable and Company Ltd. - 10 e 12 Orange Street Leicester Square W C, 2, 1926. — Prezzo 40 scellini.
- J. W. MEARES, C. I. E., F. R. A. S. e R. E. NEALE, B. Sc. Hous. — *Electrical Engineering Practice*. — In tre volumi. - Volume I, in tela, formato 14 × 21,5 cm. con 584 pagine e 92 figure - Volume II, in tela, formato 14 × 21 cm. con 663 pagine e 244 figure. — Prezzo 25/scellini. - Londra, 1923 - Chapman and Hall, Ltd, 11 Henrietta St., W. C. 2. Senza indicazione di prezzo.
- DEPARTMENT OF COMMERCE. — *Standards Yearbook*, 1927. — Un volume in tela, formato 15 × 23 cm., di pag. 392 con 39 figure. — Edit. U. S. Government Printing Office, Washington, 1927.
- G. DE AMENTI. — *L'installatore elettricista*. — Manualetto Hoepli, di pag. 163, 1927. — Prezzo L. 8,50.
- J. W. CLOUD. — *Castles in the Ether*. — Volume in tela, formato 14,5 × 23 cm., di pag. 189. — Ed. Simpkin, Marshall, Hamilton, Kent and Co. Ltd., London, E. C. 4. Senza indicazione di prezzo.
- J. GROSZKOWSKI - G. TEYSSIER. — *Les lampes à plusieurs électrodes et leurs applications*. — Un volume 16,5 × 25 cm., di pagine 348 con 200 figure circa. — Ed. E. Chiron, - Paris, 1927. Rue de Seine, 40. — Prezzo 40 frs.
- E. MORELLI. — *Costruzioni elettromeccaniche* - Puntata 21ª, vol. III, pag. 1409-1614. — Unione Tip. Edit. Torinese, 1927. — Prezzo L. 30.
- Ing. Prof. A. ALBIN. — *Radio*. — Un volumetto 18 × 25 cm., di pagine 102 con parecchie tavole ed illustrazioni. — Casa Editrice Libreria R. Pironti. 1927 - Napoli, Via Univerità, 19. — Prezzo L. 10.
- K. MELLER. — *Eingelantrieb von Werkzeugmaschinen*. — Un volume, formato 17 × 24 cm., di pag. 224 con 212 figure e 20 tabelle. — Ed. S. Hirzel in Lipsia, 1927. — Prezzo 15 M.
- COMUNE DI MILANO. — *Lo sviluppo del servizio tramviario a Milano*. — Un volumetto di pag. 58, a cura di A. Visconti e A. Molinari, 1927. - Stab. Tip. Stucchi, Ceretti, Milano.
- E. SIMION. — *Il contributo dato dalla R. Marina allo sviluppo della radiotelegrafia*. — Un volumetto di pag. 105, edito a cura dell'Ufficio storico della R. Marina.
- M. MATHIEU. — *Transformateurs de puissance - Bobines d'inductance*. — Un volume, formato 12 × 19 cm., di pag. 305 con 84 figure. — Ed. Albert Blanchard, 3 bis, Place de la Sorbonne, Paris, 1927. — Prezzo 18 frs.
- L. SANTARELLA. — *Il Cemento armato nelle costruzioni civili ed industriali*. — Vol. II, Parte Iª: Monografia di costruzioni italiane; Parte II: Atlante di 75 tavole; formato 17 × 23,5 cm., pag. 364 e 75 tavole. — Ed. U. Hoepli, 1928. — Prezzo complessivo L. 85.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI  
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *Le Riunioni internazionali di Bellagio.*

Dato passo alle cose più urgenti è giunto il momento di ritornare con un po' di calma sui principali eventi tecnici di carattere internazionale, svoltisi questo autunno in Italia. In questo fascicolo il lettore troverà un'ampia cronaca della riunione plenaria della Commissione Elettrotecnica Internazionale, e di quella del Comitato Internazionale di illuminazione che di pochi giorni precedette l'altra a Bellagio.

Ad un paio di mesi di distanza la riunione della C.E.I. appare sempre più come un avvenimento di singolare importanza nella storia della nostra Associazione e forse senza precedenti nella storia della Commissione. Il formidabile lavoro di organizzazione, durato quasi un anno e condotto con inesausta lena dal Prof. Lombardi, presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, è stato coronato dal più lusinghiero successo. La riunione svoltasi fra Bellagio, Como e Roma, e comprendente un rapido viaggio attraverso alcune delle più caratteristiche città italiane, ha lasciato incancellabili ricordi nell'animo degli intervenuti, e ne fanno fede le innumerevoli lettere che il Comitato Elettrotecnico ha continuato a ricevere in questi mesi dai delegati stranieri, nelle quali vibra sovente qualche cosa di più della gratitudine formale delle solite lettere di ringraziamento. Ed è perciò doveroso ricordare qui ancora una volta le benemeritenze di quanti contribuirono alla felice riuscita, cominciando da S. E. Mussolini che non solo accettò di presiedere il Comitato d'onore ma volle personalmente ricevere i delegati nella sua villa a Roma; dalle LL. EE. Ciano, Belluzzo e Giurati che furono larghi di appoggi e di aiuti e dagli On. Motta e Ponti che addossarono alla U.N.F.I.E.L. la maggior parte dell'onere finanziario, al quale contribuirono anche le principali Banche. Un ringraziamento particolare, A.E.I. e Comitato Elettrotecnico vogliono rivolgere a mezzo nostro, alla Direzione Generale delle F.F. S.S. ed ai valorosi tecnici della Amministrazione Ferroviaria che organizzarono in modo insuperabile il viaggio attraverso l'Italia, ed ai presidenti ed ai segretari di tutti i Comitati locali che si prodigarono senza misura ad assicurare il buon esito della riunione.

Del contenuto tecnico delle sedute di Bellagio non è qui il caso di parlare: si può solo accennare che, data la inevitabile lentezza della procedura internazionale, non tutte le riunioni della C.E.I. possono essere ugualmente conclusive. Molte di esse hanno carattere preparatorio, ma non per questo sono meno utili. A Bellagio non si deliberarono grandi cose, ma una massa notevole di nuovo lavoro fu avviato e predisposto, e su di esso potremo ritornare quando pubblicheremo i singoli rapporti dei delegati italiani. Intanto un saluto riconoscente deve essere rivolto all'Ing. Guido Semenza che ha presieduto la riunione e che nel quadriennio della sua presidenza ha saputo imprimere alla C.E.I. un ritmo più vivo di attività feconda. Al Prof. Feldmann chiamato a succedergli, l'augurio di un ugual periodo di utile lavoro.

\*

Il Congresso internazionale dell'Illuminazione, tocca solo indirettamente la nostra Associazione; ma non possiamo che compiacerci del modo in cui esso pure si è svolto e del contributo cospicuo di lavoro presentato dai colleghi italiani sotto la guida del collega Prof. Bordoni. Non mancheremo di pubblicare nei prossimi numeri tali lavori che mostrano come ormai anche nel nostro Paese la tecnica della illuminazione conti cultori valenti, e giustamente apprezzati nel campo internazionale.

### *La nuova Commissione mista per le Norme Impianti.*

A poco più di un anno dall'inquadramento della antica Commissione dell'A.E.I. per le Norme impianti, nel più vasto organismo del Comitato Elettrotecnico Italiano, dobbiamo registrare un altro importante mutamento. Pubblichiamo nella parte ufficiale il nuovo regolamento in virtù del quale le Norme per gli impianti elettrici saranno d'ora innanzi predisposte e rivedute da una commissione mista formata da sei membri nominati dall'A.E.I. e da sei membri nominati dall'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche.

L'accordo rappresenta il frutto di trattative dovute all'iniziativa presa in tal senso dalla U.N.F.I.E.L. e durante le quali ha dovuto sostenere l'attività del sottocomitato del C.E.I. Già lo statuto del C.E.I. stabiliva che esso fosse composto per un terzo da esercenti, per un terzo da costruttori e per un terzo da consulenti e liberi professionisti ed, in particolare, il Sottocomitato che si occupava delle norme impianti era costituito (vedasi Annuari 1927) da sei esercenti e da tre consulenti liberi professionisti.

Ci auguriamo che la nuova commissione possa condurre alacremente a termine la avviata revisione e che le Norme edite sotto la nuova « ragione sociale » possano conquistare lo stesso favore e la stessa autorità delle vecchie norme dell'A.E.I.

LA REDAZIONE.

### ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana  
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—  
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

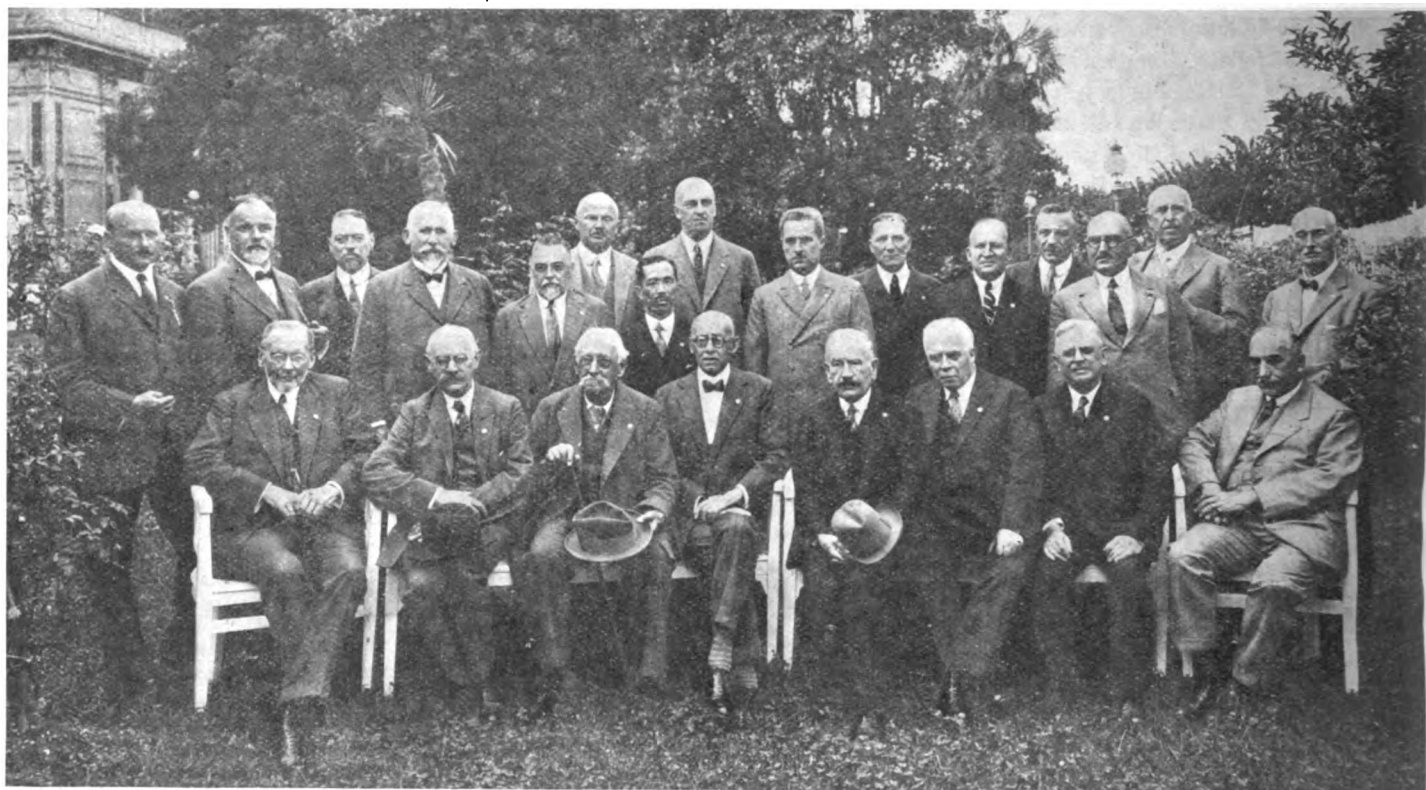
Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti,unti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

## □ LA RIUNIONE DELLA COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE IN ITALIA (4-24 Settembre 1927) □ □ □

Durante la Riunione di New York dell'aprile 1926, la Commissione Elettrotecnica Internazionale, accogliendo l'invito formulato dal Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, a nome anche dell'A. E. I., deliberava di tenere una riunione durante il settembre 1927 nel nostro Paese, per partecipare alla celebrazione di Alessandro Volta.

Per un complesso di difficoltà di carattere logistico, non sembrando opportuno di tenere la Riunione a Como, fu scelto Bellagio come sede per i lavori dei Comitati di studio, stabilendo di tenere a Como una seduta solenne plenaria per la Commemorazione di Volta e di portare la seduta plenaria di chiusura a Roma, anche per espresso desiderio di alcune delegazioni straniere.

*Giappone*: S. Momota - S. Gotō.  
*Inghilterra*: R. T. Smith - L. B. Atkinson - S. W. Attwell - C. A. Baker - S. C. Bartholomew - S. B. Donkin - W. Eccles - K. Edgcombe - A. R. Everest - F. Gill - P. Good - H. L. Guy - L. S. Harley - N. E. P. Harris - W. Lawson - W. Lee - J. A. Macintyre - A. G. Marshall - S. W. Melsom - A. C. Michie - C. C. Paterson - J. S. Peck - P. Pochobradsky - F. W. Purse - E. H. Rayner - I. V. Robinson - C. Rodgers - P. F. Rowell - F. Samuelson - J. F. Stanley - G. Stoney - J. C. Wade - J. W. Walsh - E. B. Wedmore - C. C. Wharton - T. P. Wilmshurst - A. R. Wiggins.  
*Messico*: S. Prieto.  
*Norvegia*: C. Bruun - J. C. Holst - F. Jacobsen.  
*Olanda*: C. Feldmann - G. Holst - W. H. Tromp - I. Van Dam - C. Van der Bilt - A. B. Van Hamel - G. J. Van de Well - A. Halbertsma.  
*Polonia*: J. Drewnowski - W. Borowicz - W. Gunther - S. d'Okoniewski - R. Podoski - A. Roginski - J. Roman - K. Siwicki.  
*Romania*: C. Busila - J. Buruiana - A. Harlat - M. Voinescu.  
*Russia*: M. Chatelain - Lapiroff Scoblo - W. Mitkewitch.  
*Spagna*: L. Sanchez Cuervo - R. C. Salas.  
*Stati Uniti*: C. H. Sharp - T. J. Beran - W. M. Bradshaw - I. H. Dellinger - S. E. Doane - W. F. Durand - L. L. Elden - F. Hodgkinson - H. M. Hobart - W. G. Kelley - A. E. Kennelly - D. C. Jackson - R. D. Johnson - P. M. Lincoln - C. O. Mailloux - L. B. Marks - J. F. Meyer - F. W. Peek - L. G. Rhcdes - C. E. Skinner - E. D. Tanner - V. L. Checot - Wells.



I CAPI DELLE DELEGAZIONI.

R. JIRETZ (Austria)	D'HUBER-STOCKAR (Svizzera)	L. S. CUERVO (Spagna)	C. DREWNOWSKI (Polonia)	E. UYTBOECK (Belgio)	AUBECK (Danimarca)	CARSTEN BRUUN (Norvegia)	L. B. ATKINSON (Inghilterra)
K. STRECKER (Germania)	E. BRYLINSKI (Francia)	M. CHATELAIN (Russia)	S. MOMOTA (Giappone)	G. VALLAURI (Italia)	S. NORBERG (Svezia)	V. LIST (Cecoslovacchia)	ROGER SMITH (Inghilterra)
	C. FELDMANN (Olanda)	R. E. CROMPTON (Inghilterra)	G. SEMENZA (Italia)	C. O. MAILLOUX (Stati Uniti)	L. LOMBARDI (Italia)	CLAYTON-SHARP (Stati Uniti)	

Nacque così la dizione « Como-Bellagio-Roma » da cui fu caratterizzata la recente Riunione.

Alla riunione parteciparono ufficialmente 201 delegati così suddivisi per Nazione:

*Australia*: J. P. Tivey - J. P. Madsen - H. S. Martin.  
*Austria*: R. Jiretz - R. Fuhrmann - L. Kallir - R. Heider - L. Kusminski - E. Rosenberg - J. Tomaides.  
*Belgio*: E. Uytboeck - H. De Droog - F. Dupont - E. Forgeur - J. Jacqmin - R. Lechien.  
*Canada*: J. Murphy.  
*Cecoslovacchia*: V. List - F. Fabinger - L. Grimm - A. Just - Krondl - J. Osolsobè - S. Stark - C. Vorel - J. Wolf.  
*Danimarca*: A. R. Aubeck - K. A. Christiansen.  
*Francia*: E. Brylinski - J. Blondin - M. Blondin - P. Boucherot - L. Cauchois - G. Darrieus - P. Demany - C. Duval - P. Girault - E. Imbs - P. Janet - M. Leblanc - R. Legouez - M. Meyer - J. Péridier - E. Roth - J. Tribot Laspière - H. Weiss.  
*Germania*: K. Strecker - W. Estorff - L. Fleischmann - H. Heidecker - M. Kloss - M. Krone - M. Lock - A. Maier - M. Neustatter - R. Rudenbeurg - P. Shirp - R. Schmidt - G. Stern - R. Stern - D. Thoma.

*Svezia*: S. Norberg - H. E. Henke - A. E. Enström - E. C. Ericson - J. V. Wennerberg.

*Svizzera*: E. Huber Stockar - E. Baumann - C. Binkert - A. Huber-Ruf - E. Hunziker - F. Largiader - R. Neeser - M. Schiesser - M. Schindler - K. Sulzberger - F. Tobler - W. Wyssling.

*Ufficio Centrale*: L. Ruppert.

L'Italia era rappresentata dai seguenti Delegati:

E. Alessandri - A. Anastasi - A. Barbagelata - G. Bianchi - U. Bordoni - G. Campos - C. Clerici - V. Colombo - F. Correggiari - A. Dalla Verde - U. Del Buono - P. Ferrerio - A. Forti - G. Grassi - O. Jacobini - L. Lombardi - F. Lori - C. Montù - E. Morelli - R. Norsa - E. Peretti - N. Ratti - G. Rebora - C. Sarli - G. Sartori - G. Semenza - M. Semenza - E. Soleri - G. Vallauri - R. Vallauri - E. Vannotti.

Un'ottantina di Signore e Signorine straniere allietò la riunione, insieme con una decina di Signore e Signorine italiane che seppero in ogni occasione assai bene assolvere ai doveri delle « padrone di casa ».



## Inaugurazione della Riunione.

La maggior parte dei delegati giunse puntualmente a Como coi primi treni del pomeriggio del 4 settembre (domenica) ricevuti dal Prof. Lombardi, Presidente e dai Proff. Barbagelata e Comboni, Segretari del Comitato esecutivo, nonché da alcune Signore.

Alle ore 16 un piroscafo speciale, « Lariano », salpava da Como per trasportare la comitiva a Bellagio. La giornata era grigia e piovosa: il Lario non aveva voluto rivelare subito tutte le sue bellezze agli stranieri convenuti da ogni parte del mondo.

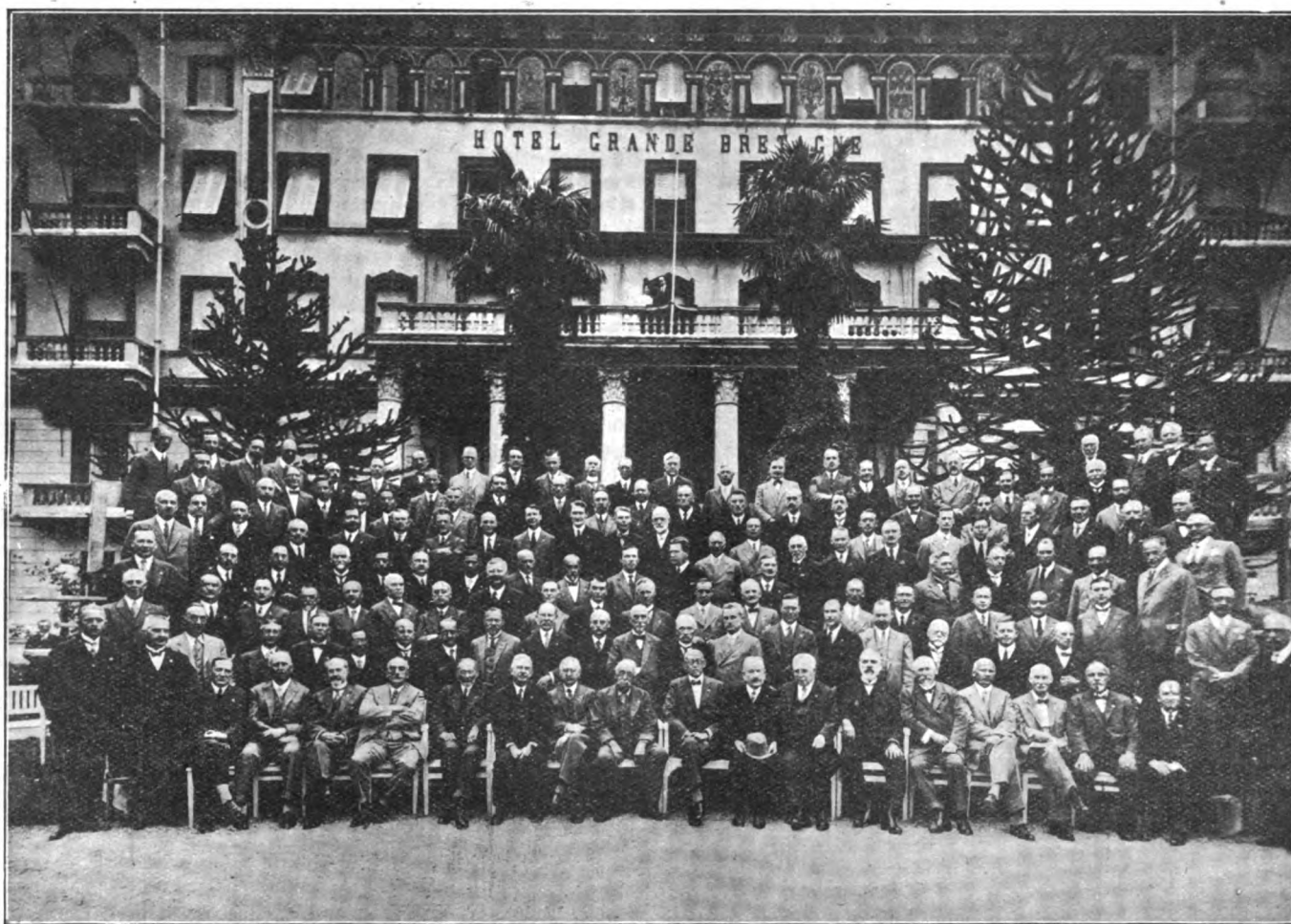
A Bellagio la comitiva fu rapidamente smistata fra i vari alberghi predisposti, e la sera stessa poteva aver luogo in uno dei saloni dell'Hôtel Grande Bretagne, scelto come sede della riunione, la seduta plenaria inaugurale.

Prese per primo la parola il Comm. Violi, Podestà di Bellagio, che rivolse in francese, il benvenuto agli ospiti; seguì il Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, che prima in inglese e poi in francese, ricordò la genesi e gli scopi della Riunione, ne espose il programma, ricordando le

Riunioni si succedessero a così breve intervallo, ma quest'anno vi erano ragioni sufficienti per giustificare tal cosa. Nella patria del Vostro Presidente si celebra solennemente la memoria di un Uomo al quale tutti gli elettrotecnici devono rispetto e riconoscenza, l'Uomo che, per la prima volta ha costretto una corrente costante a circolare in un circuito chiuso, fenomeno fondamentale per la scienza e per l'industria, e le conseguenze del quale hanno così grande parte nella vita sociale di tutti noi. Io sono certo che, dopo aver assistito all'omaggio che i grandi scienziati del mondo intero stanno per rendere al nome di Volta, Voi sarete lieti di essere venuti qui. In avvenire però le Assemblee plenarie si terranno a intervalli più lunghi.

E' abitudine stabilita oramai da lungo tempo che, all'inizio delle nostre Riunioni, il Presidente rivolga i suoi ringraziamenti al Comitato locale di ricevimento, per i cortesi preparativi fatti per riceverci. Ma Voi comprenderete, che questa volta io mi trovo in una posizione abbastanza delicata, essendo contemporaneamente ospite ed invitato. Per uscire da questo dilemma ritengo preferibile che io affidi tale incarico ad uno dei Presidenti d'Onore, che pregherò tosto di prendere la parola.

Un'altra ragione che contribuisce a tranquillare la mia coscienza si è che, durante il periodo relativamente breve trascorso dopo l'ultima Riunione, i lavori dei Comitati Nazionali sono stati veramente



GRUPPO DI DELEGATI ALLA RIUNIONE DI BELLAGIO.

benemerienze di tutti coloro che, in un modo o nell'altro avevano permesso di condurre a termine tutto il lavoro di organizzazione e di preparazione; dopo aver felicemente rievocate le prime riunioni plenarie della C. E. I. ed in particolare quella tenuta a Torino nel 1911, chiuse bene augurando ai lavori della Commissione. Prese quindi la parola l'Ing. G. Semenza, Presidente Generale della C. E. I., lusingando così bene storia, situazione presente e scopi della Commissione, che noi pensiamo di non poter fare di meglio che riprodurre integralmente il suo discorso. Egli disse:

*Signori e Signore,*

prima di entrare in questa sala io temevo di dover cominciare questo discorso presentando delle scuse ai Delegati per aver abusato del loro tempo, col chiedere loro di intervenire a questa riunione a soli 16 mesi di distanza da quella di New York, che ebbe così grande successo. Ora però, vedendo in qual numero voi avete accettato il nostro invito e con quanto entusiasmo le Vostre gentili Signore vi hanno accompagnato, sento veramente che le scuse non sono necessarie, e che quello che mi resta a fare si è di porgervi il più cordiale benvenuto in questo angolo benedetto del mondo.

Non era originariamente nella intenzione del Consiglio che due

notevoli. L'Ufficio centrale ne sa qualche cosa, avendo dovuto mettere in circolazione più di 100 documenti che contano, insieme, oltre 1500 pagine. Ciò dimostra quella che io vorrei chiamare la « legge del lavoro collettivo » e che esprimerei in questo modo: « La produzione d'una comunità, che faccia un lavoro collettivo, è indipendente dal tempo impiegato »; e Voi lo sapete bene, perchè il lavoro si fa sempre nell'ultimo mese che precede la Riunione.

Io devo tuttavia congratularmi coi Comitati Nazionali per la grande attività che essi hanno spiegato (sia pure nell'ultimo mese, se volete); ciò conferma una volta di più la grande vitalità della Commissione. La conseguenza sarà che il Comitato d'Azione, avrà, questa volta, molto lavoro.

Io sono veramente soddisfatto, e spero lo sarete anche Voi, del luogo scelto per questa Riunione. E' vero che questo angolo del lago è così bello e riposante, che ci si sente inclinati ad abbandonarsi ad una vita dolce e contemplativa; ma d'altra parte qui non ci sono cause di distrazione e tutta l'attenzione può concentrarsi nel lavoro.

Io sono quindi certo che Voi potrete arrivare ad una conclusione su tutte le questioni ormai mature per una soluzione, e che preparerete altresì un buon programma per la Vostra futura attività.

La grande lotta della razza umana verso l'ideale della pace universale ha condotto ad uno sforzo per stabilire, sempre più, dei legami d'amicizia fra le Nazioni, specialmente durante questi ultimi anni durante i quali sono sorte tante iniziative internazionali, molte

delle quali nel campo tecnico. Io ritengo che il successo della nostra Commissione sia stato un incoraggiamento non piccolo per gli altri.

Noi accogliamo tutte queste nuove iniziative con grande piacere. Esse confermano, se ve ne fosse bisogno, la saggezza e la preveggenza del nostro riverito Presidente d'Onore, il Colonnello Crompton, quando propose, or sono 23 anni, di istituire la nostra Commissione. Noi siamo sinceri quando diciamo che siamo pronti ad accordare tutto il nostro cordiale appoggio a questi nuovi venuti nel campo internazionale.

Ma la nostra esperienza ci insegna che, se tutte queste iniziative si svilupperanno separatamente e senza coordinazione, è probabile che esse finiscano col sovrapporsi le une alle altre, creando delle difficoltà ed ostacolando lo sforzo del movimento internazionale nella tecnica. E' infatti inevitabile che delle iniziative indipendenti nel dominio della tecnica vengano a contatto sui limiti del loro campo d'azione, e nulla v'è di più dannoso che un regolamento duplice o contraddittorio su un medesimo argomento.

Io ritengo che noi, che siamo stati i primi a lavorare nel campo dell'intesa internazionale nella tecnica, abbiamo il dovere di insistere sull'importanza di raggiungere, il più presto possibile, una coordinazione razionale di questi movimenti internazionali. Dicendo questo, noi dobbiamo naturalmente limitarci a quella categoria di iniziative internazionali, che hanno per scopo di stabilire delle norme, delle regole o dei codici. Alcune hanno una portata esclusivamente scientifica o tecnica, e per tali organismi l'internazionalismo costituisce un ampliamento del campo di ricerche e soltanto un mezzo di cooperazione. La categoria alla quale appartiene la C. E. I. si occupa di questioni aventi grande importanza commerciale, e per esse la coordinazione è un coefficiente del più grande valore.

La C. E. I. è stata, in diverse occasioni, invitata a incaricarsi dell'organizzazione di tutti i futuri Congressi Internazionali di Elettrotecnica, e, per le ragioni dianzi dette, alcuni di noi erano stati favorevoli all'idea di una C. E. I., ampliata e modificata, ove fosse stato necessario, che inquadrasse la normalizzazione internazionale in tutte le sfere della tecnica. Ma le idee semplici non sono facilmente accettate, e hanno troppo spesso una carriera difficile. Inoltre sembra che noi Elettrotecnici godiamo fama di avere qualche cosa del dominatore nella nostra natura, tantochè ogni proposta che emana da noi viene sempre guardata con sospetto, quasi fosse un'occasione per ridurre tutti gli ingegneri sotto il dominio degli Elettrotecnici.

D'altra parte ogni problema ammette generalmente più soluzioni, nessuna delle quali è necessariamente perfetta; e benchè parecchie possano essere abbastanza soddisfacenti, non si può accettare che una soluzione sola. Ora, io voglio insistere sul fatto che si deve scegliere una soluzione a questo problema il più presto possibile, e certamente prima che il libero svilupparsi dei nuovi organismi abbia reso la situazione troppo complicata.

Fortunatamente, tutti coloro che, come me, credono nell'avvenire degli scambi internazionali e ai grandi vantaggi che ne derivano, sono d'accordo con me sulla necessità di agire in qualche modo, e pare che i progressi già fatti siano orientati nella buona direzione.

La C. E. I. vedrebbe naturalmente volentieri che i nuovi movimenti internazionali prendessero la forma di Commissioni sorelle, e che occupassero nelle rispettive sfere di azione, una posizione simile a quella della C. E. I. La C. E. I. è pronta a mettere a disposizione di queste giovani sorelle il beneficio della sua esperienza, e a dar loro tutto il suo appoggio. Si avrebbe così una situazione uniforme in tutte le sezioni della tecnica, e si potrebbero formare dei Comitati di Studio misti per evitare le sovrapposizioni. In seguito, quando la famiglia sarà cresciuta, sorgerà spontaneamente la questione di stabilire un organismo amministrativo centrale.

Noi crediamo fermamente alla riuscita degli inizi modesti e a uno sviluppo giustificato dagli avvenimenti.

La prospettiva di un certo numero di Commissioni Internazionali che lavorino ciascuna in un proprio campo d'azione, tutte di eguale importanza e collegate fra loro soltanto per quanto è necessario ad assicurare loro una esistenza in parallelo col massimo di rendimento, sembra tranquillante, e io spero che tutti riconosceranno come sia desiderabile di arrivare il più presto possibile a una sistemazione di questo genere.

Noi tutti sentiamo che, nel campo internazionale, la nostra Commissione è stata qualche cosa più che un organismo puramente tecnico, ed è una simpatica prospettiva quella di raffigurarsi l'epoca in cui un certo numero di analoghe Commissioni riuniranno, con legami paralleli, tutti gli sforzi internazionali per la normalizzazione. Ma guardando ancor più lontano nell'avvenire, non è soverchio sperare che il successo ottenuto da queste Commissioni ravvicinando amichevolmente gli ingegneri delle diverse Nazioni per trattare i loro svariati problemi, costituisca un grande incoraggiamento allo stabilirsi di legami più stretti fra tutti coloro che in ogni Paese hanno uno spirito internazionale. La pace del mondo poggia largamente su movimenti, ben fondati, di questo genere.

Noi, Membri della Commissione, lavoriamo in questo senso; ed è per noi un onore e un vantaggio il farlo.

Ed ora permettetemi di concludere coi migliori voti pel successo dei Vostri lavori. Voi comprendete, io ne son certo, che la forza della nostra Commissione risiede nei risultati tecnici che essa raggiunge.

Cessati gli applausi, parlarono ancora il Prof. Bordoni in rappresentanza di S. E. Ciano, Ministro delle Comunicazioni, e l'Ing. G. Veroi in rappresentanza di S. E. Belluzzo, Ministro dell'Economia nazionale: i due Ministri che, insieme con

S. E. Giuriati, più direttamente contribuirono al successo della Riunione.

Parlarono infine il Col. Crompton ed il Dott. Mailloux, Presidenti onorari della C. E. I., esprimendo la gratitudine degli stranieri per le accoglienze loro preparate in Italia. Al saluto romano all'Italia, con cui il Col. Crompton chiuse il suo discorso, si associò entusiasticamente tutta l'assemblea.

### Lavori. Relazioni degli esperti.

La mattina del lunedì si iniziarono i lavori, sempre nelle sale del « Grande Bretagne », con le relazioni degli esperti, a cui seguirono le laboriose riunioni dei Comitati di studio.

Non crediamo sia qui il caso di seguire passo passo l'andamento delle diverse sedute (talvolta sedettero contemporaneamente fino a cinque Comitati), sulle quali pubblicheremo probabilmente in seguito i rapporti ufficiali dei primi delegati italiani. Riteniamo preferibile riassumere i risultati raggiunti valendoci soprattutto del rapporto ufficiale della riunione, la cui pubblicazione fu curata con encomiabile solerzia dall'Ufficio di Segreteria, per modo che il grosso volume potè essere distribuito prima che i delegati lasciassero l'Italia.

Dal 1925, per ottima iniziativa del Presidente Semenza, fu adottato il sistema di far predisporre per ogni riunione alcune memorie destinate a riassumere e ad illustrare le principali questioni all'ordine del giorno.

Quest'anno la maggior parte dei rapporti si riferiva ai motori primi ed alle specificazioni relative ai corsi d'acqua, essendosi ritenuto opportuno affermare, di fronte al delinearsi di iniziative congeneri, l'opera già compiuta al riguardo dalla C. E. I.

La prima Relazione fu quella del Prof. A. Forti (letta da M. Duval, in assenza dell'Autore), sulla « *Importanza dell'unificazione internazionale dei termini, delle definizioni e dei simboli relativi alle questioni idrauliche degli impianti idroelettrici* ».

Mentre per quanto riguarda le portate si è già quasi arrivati ad un accordo internazionale, per quanto riguarda la caduta non si può dire altrettanto. Si parla in generale di caduta naturale, caduta disponibile e caduta motrice che viene anche detta caduta utile o caduta netta: è desiderabile scegliere una espressione unica. Il valore della caduta è in generale variabile in rapporto alla portata utilizzata o al livello d'acqua nei serbatoi: occorre perciò convenire che la caduta dovrà riferirsi alle condizioni di portata che sono considerate come caratteristiche di quel dato impianto. Sarebbe anche importante introdurre nella nomenclatura il rapporto fra la caduta motrice e quella naturale che ha una notevole importanza come indice del grado di sfruttamento raggiunto.

Molta confusione regna nella nomenclatura per quanto riguarda la produzione di potenza. Il Prof. Forti propone di fissare come indicazioni caratteristiche quelle di potenza massima, media e minima, ottenibile durante tutto l'anno o in un certo numero di mesi; per l'energia prodotta si dovrebbe indicare sempre la quantità teorica integrale (prescindendo dai coefficienti di utilizzazione) per un anno o per un certo periodo di mesi. Dovrà anche essere indicata la potenza del macchinario installato e il rapporto fra l'energia disponibile annualmente e la potenza massima.

I diversi impianti potranno essere indicati e classificati: in base al valore del salto, secondo il modo di utilizzazione delle acque, secondo la natura delle opere d'arte o per caratteristiche speciali.

Occorre arrivare ad una normalizzazione sul modo di valutare la altezza di una diga.

Per i serbatoi occorre definire se si debba indicare l'intero volume d'acqua accumulato, oppure il volume utilizzabile. Sarebbe anche interessante di stabilire un rapporto fra la superficie e il volume accumulato.

Altre questioni minori di nomenclatura vennero pure prospettate dal Prof. Forti.

M. J. Karrer (Svizzera) presentò un Rapporto sui « *Vantaggi derivanti alla industria dall'unificazione dei termini, definizioni e simboli riguardanti le questioni termodinamiche relative alla produzione di elettricità* ». Il Relatore ha tenuto conto soltanto dei termini riferentisi alle turbine a vapore, tenendo particolarmente presenti le definizioni stabilite nella Riunione di New York dell'aprile 1926. Regna attualmente disparità di vedute anche sul modo di indicare la potenza normale di una turbina a vapore specialmente per quanto si riferisce alle condizioni del vapore e ai rendimenti. A questo riguardo una convenzione internazionale si impone per prevenire ogni contrasto. La so-

luzione più semplice secondo il Relatore sarebbe di dimensionare la turbina per una potenza superiore alla normale del 5 per cento e di permettere al fornitore, ai collaudi, di scegliere la potenza più favorevole nel limite del 5 per cento di quella prescritta.

Di grande utilità sarebbe anche una convenzione internazionale che stabilisca la potenza in funzionamento a scappamento libero tenendo conto delle condizioni di servizio.

Notevole vantaggio verrebbe all'industria da una determinazione internazionale dei dati da fornire per le offerte o per le ordinazioni. Sarebbe anche opportuno di definire il periodo di tempo a partire dalla entrata in servizio entro il quale debba essere eseguito il collaudo; come pure sarebbe da convenirsi una regola unica riguardo alle tolleranze.

La questione della unificazione dei metodi di prova gioverebbe grandemente all'industria che attualmente è costretta a tener conto di esigenze molto diverse nelle forniture ai diversi Paesi.

Restano pure da definirsi internazionalmente parecchie espressioni fra le quali specialmente il rendimento.

Sullo stesso tema precedente presentò una Relazione J. V. Robinson, soffermandosi però particolarmente sulla questione delle unità di misura che entrano in gioco relativamente agli impianti termici per generazione di energia elettrica. Ritenendo praticamente impossibile nei paesi anglo-sassoni addivenire attualmente all'adozione, anche nel campo industriale, del sistema metrico decimale, rileva che sarebbe assai opportuno di avere almeno dei fattori ben definiti per la conversione delle grandezze da un sistema di misura ad un altro.

Per le lunghezze, si deve osservare anzitutto che la definizione americana del piede non coincide con quella inglese, riferendosi la prima al prototipo del metro e la seconda allo « imperial standard yard ». Perciò il coefficiente di riduzione fra piede e metro, differisce, sia pur di poco, in America e in Inghilterra. L'inconveniente si eliminerebbe definendo tutte queste lunghezze in funzione della lunghezza d'onda di una linea caratteristica dello spettro del cadmio.

Anche l'HP come misura di potenza viene a differire in Inghilterra e sul continente pel fatto che in Inghilterra ci si riferisce al valore dell'accelerazione di gravità a Greenwich mentre sul continente ci si riferisce al valore che essa assume presso Bordeaux; la differenza è abbastanza sensibile e deve essere eliminata. Qualche cosa di analogo avviene per le unità termiche.

Per quanto riguarda il potere calorifico occorre definire se si debba fare caso del potere calorifico superiore o di quello inferiore. Notevoli incertezze regnano intorno alla conoscenza delle proprietà del vapore alle alte pressioni e temperature; è augurabile che i lavori sperimentali in corso mettano in chiaro le ragioni delle divergenze indicate dai diversi Autori. Occorre pure addivenire a una convenzione internazionale pel modo di misurare le pressioni e i gradi di vuoto e per fissare un valore unico per la pressione atmosferica considerata normale.

Il Relatore accennò anche ad alcune unità elettriche intorno alle quali sembrano regnare delle incertezze che dovrebbero essere eliminate.

Geo. A. Orrok (Stati Uniti) compilò una Relazione sulla « *Necessità di una convenzione internazionale circa la specificazione dei motori a vapore e a combustione interna per produzione di energia elettrica* ». Richiamando la deliberazione precedentemente presa a New York nella riunione dello scorso anno, il Relatore limitò le sue considerazioni alla potenza normale in servizio continuo dei motori. Per classificare un motore occorre oltre alla notenza e alla velocità anche il rendimento al carico normale. Ora, il rendimento è definito in varie maniere ed è necessario arrivare ad una convenzione internazionale che possa essere adottata dall'industria: in America si usa con generale soddisfazione di dare il numero di unità di calore corrispondente a 1 kWh generato. Occorre poi tener conto del fattore economico ossia del carico corrispondente al funzionamento in condizioni di economia massima.

L'interesse degli esercenti gl'impianti è quello di avere dei motori che producano la potenza e la quantità di energia desiderata colla minima spesa complessiva. I costruttori sono invece interessati alla unificazione dei tipi per poter costruire il minor numero possibile di pezzi diversi. Entrambi hanno interesse alla stipulazione di convenzioni internazionali.

Il Relatore rilevò poi l'importanza che vengano pubblicati con larghezza e con esattezza i risultati delle nuove esperienze e dei nuovi impianti.

A. Vanderstegen (Belgio) presentò una Relazione intorno al « *Problema della definizione internazionale delle caratteristiche dei regolatori dei motori primi idraulici e termici per produzione di energia elettrica* ». Il Relatore propose che si definiscano internazionalmente tre caratteristiche dei regolatori e precisamente le seguenti: A carico costante, gli scarti di velocità intorno alla velocità media non devono superare un valore  $m\%$ ; la differenza di velocità fra la marcia a vuoto e a pieno carico non dovrà sorpassare un  $n\%$  della velocità media; in caso di brusca variazione  $p\%$  del carico, lo scarto istantaneo di velocità sopra o sotto il valore corrispondente al nuovo regime non deve sorpassare  $q\%$  e il regime di velocità conveniente al nuovo carico dovrà essere stabilito dopo un periodo di regolazione di  $t$  secondi. E' poi opportuno che si definisca una nomenclatura internazionale per indicare le diverse condizioni di carico delle macchine. Per le macchine a ricupero intermedio di vapore, il Relatore consiglia di definire le condizioni di stabilità e di sensibilità riferendosi al caso di carico costante con sottrazione uniforme di vapore.

La discussione dei Rapporti degli Esperti intorno ai motori meccanici, occupò la seduta del mattino del giorno 5 settembre e rivelò in generale una concorde approvazione delle proposte avanzate dai diversi Relatori.

La seduta si chiuse con un discorso del Presidente Prof. Feldmann che riassunse le memorie presentate dagli Esperti e ne mise in evidenza l'importanza pratica per la tecnica e per la industria.

\*

Un secondo gruppo di Relazioni riguardava le questioni attinenti agli interruttori.

Alcune « *Osservazioni sulla specificazione e le prove degli interruttori* » furono presentate da S. Norberg, Vice Presidente del Comitato Elettrotecnico Svedese. Il Relatore fece rilevare quali sieno i punti sui quali particolarmente dovrebbe portarsi l'attenzione del Sottocomitato di Studio degli interruttori; il suo Rapporto ebbe così il carattere di una messa a punto generale della questione, da servire di base per una discussione dettagliata. Mise specialmente in evidenza la importanza di specificare per ciascun interruttore, oltrechè la tensione di funzionamento e la capacità di rottura, anche il tipo di circuito per il quale esso è adatto. Per la capacità di rottura è opportuno in pratica, oltrechè definire la massima corrente corrispondente alla massima tensione, introdurre qualche limitazione pel valore della corrente a tensioni inferiori. Importante è pure la considerazione dell'energia dell'arco e della produzione di gas e di fumo durante l'interruzione: a tale riguardo una convenzione internazionale sarebbe opportuna.

Un altro Rapporto fu presentato in collaborazione da Mac Neill e Spurck (Stati Uniti d'America) sullo « *Stato presente delle specificazioni degli interruttori per alte e basse tensioni* ». Il rapporto ampio e dettagliato si riferisce specialmente allo stato di cose regnante agli Stati Uniti dove in questo campo si è spesa molta attività sia nel campo sperimentale che in quello della organizzazione pervenendo alla formazione di un gruppo di Norme e alla definizione di taluni metodi di prova. Le Norme, in considerazione della grande varietà di applicazioni degli interruttori, distinguono molte diverse condizioni di servizio per ciascuna delle quali sono adatti tipi diversi di tali apparecchi. Viene così superata la gravissima difficoltà di determinare delle Norme che possano avere valore per qualunque interruttore in ogni condizione di servizio. I Relatori riferiscono anche ampiamente sul metodo usato per la determinazione delle correnti di corto circuito.

« *Sullo stato presente delle specificazioni degli interruttori con speciale riguardo alla determinazione sperimentale della capacità di rottura* », presentò un elaborato Rapporto, E. B. Wedmore (Inghilterra). Particolarmente venne considerata la necessità di ripetute prove per una determinazione praticamente attendibile della capacità di rottura di un interruttore. Criterio fondamentale in questo studio è l'energia totale consumata nell'arco in quanto da essa dipendono i fenomeni maggiormente interessanti in pratica nei riguardi del funzionamento dell'interruttore.

Da numerose ricerche sperimentali appositamente condotte è risultato che a parità di condizioni di circuito esterno l'energia messo in gioco nell'arco può variare come da 1 a 50. Se ne sono dedotte delle curve di probabilità le quali indicano quale numero di prove bisogna eseguire per ogni tipo di inter-



rutture per avere una probabilità sufficientemente grande di aver sottoposto effettivamente l'interruttore a condizioni corrispondenti a quelle più gravi che esso potrà in pratica trovarsi ad affrontare.

Non risulta quindi razionale di stabilire il regime di un dato tipo di interruttore in base a un numero qualunque di esperienze eseguite su alcuni di essi; fino a quando non si abbiano maggiori conoscenze in questo campo bisogna riferirsi alla pratica dei costruttori e ai risultati forniti da tipi analoghi.

Alla discussione delle Relazioni degli Esperti riguardanti gli interruttori fu dedicata la seduta del pomeriggio del giorno 5 settembre. Il Presidente, Prof. Feldmann, riassumendo le Relazioni e la conseguente discussione fece rilevare come sia emersa la necessità di estendere il campo di studio sull'argomento.

Venne deliberato di raccomandare al Comitato d'Azione di creare un Comitato di Studio speciale per le questioni relative agli interruttori. Il Comitato dovrebbe essere composto dei rappresentanti delle seguenti Nazioni: Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Stati Uniti, Svezia e Svizzera e dovrebbe lavorare in collaborazione col Comitato di Studio delle Tensioni e con quello delle Specificazioni delle Macchine.

#### Comitati di studio.

Il Comitato di Studio per la *nomenclatura*, presieduto dal Dott. Mailloux, si occupò principalmente di tre questioni.

Il Prof. Lombardi a nome del Comitato Elettrotecnico Italiano presentò la proposta di dare un nome alla unità pratica di flusso di induzione magnetica, osservando che le due unità (maxwell e gauss) adottate dal Congresso Internazionale di Elettrotecnica di Parigi nel 1900 sono effettivamente unità del sistema C. G. S. Dopo qualche discussione, la questione venne deferita ad uno speciale Sottocomitato che risulta composto da: Kennelly (S. U.) come Presidente e da: Eccles (Inghilterra), Janet (Francia), Lombardi (Italia), Mitkiewitch (U. R. S. S.), Strecker (Germania), Van de Well (Olanda).

Non ebbe invece fortuna la proposta del Comitato Austriaco di dare il nome Kelvin al kilowattora.

Il Presidente riassume poi i risultati dei lavori del Sotto Comitato del Vocabolario.

In base alle risposte presentate da 14 Comitati Nazionali ai questionari appositamente inviati è stato possibile raggiungere risultati tangibili.

Si è definito il sistema di classificazione e appena esso sarà stato adottato dai Comitati Nazionali, si inizierà il lavoro per la scelta dei termini da introdurre partendo dalla lista di 700 termini presentati dal Sotto Comitato a La Haye nel 1925. Si passerà infine alla redazione delle definizioni.

Il Comitato per la « *Specificazione delle macchine elettriche* », fu uno dei più impegnati. Esso fu presieduto dal Prof. C. Feldmann, e in esso era Delegato ufficiale del Comitato Italiano il Prof. Morelli, coadiuvato dai colleghi Rebora, Vannotti, Dalla Verde, Correggiari e Sarti. Il Comitato ha preso in esame la revisione dettagliata del fascicolo relativo alle norme per le macchine, arrivando alla compilazione di un nuovo testo più ampio e suddiviso secondo le diverse classi di macchine.

Ciascuna parte è stata studiata in modo da comprendere tutte le condizioni più importanti necessarie alla definizione completa delle specificazioni della C. E. I.

Il Comitato ha poi proposto che le Regole per i motori di trazione recentemente pubblicate siano comprese nello stesso fascicolo contenente le norme per le macchine ordinarie e che il testo complessivo sia sottoposto a un Comitato di redazione, incaricato di dare ad esso la sua forma definitiva.

Fu quindi deciso di sottoporre all'approvazione della Riunione plenaria le due seguenti decisioni:

a) Non si riconosce la necessità di introdurre la considerazione del sovraccarico nel regime C. E. I.;

b) Ogni paese può adottare nelle proprie norme nazionali regimi diversi da quello C. E. I. a scopo di commercio nazionale. Per l'esportazione o quando sia altrimenti richiesto, il regime C. E. I. dovrà essere ricordato sulla targa della macchina insieme col regime nazionale quando questo sia diverso.

In relazione a questa seconda deliberazione fu accolta la proposta italiana di invitare tutti i Comitati nazionali a depositare all'Ufficio centrale della C. E. I. una copia delle rispettive Norme nazionali. L'Ufficio Centrale dovrà pubblicare e distribuire l'elenco delle abbreviazioni con cui saranno ufficialmente contraddistinte le norme dei vari Paesi.

Per le tolleranze, si deliberò di sottoporre proposte definitive ai Comitati Nazionali.

Pure ai Comitati Nazionali è stato deliberato di rinviare per ulteriore discussione o approvazione, quanto segue:

1) Il nuovo testo delle Norme internazionali per le macchine di cui sopra.

2) la proposta che le temperature massime ammissibili siano diminuite di 5° riducendo da 40° a 35° la temperatura ambiente di riferimento.

3) L'introduzione d'una definizione di regime intermittente.

4) Nuove proposte per riscaldamento ammissibile nei trasformatori in olio:

	Avvolgimenti	Olio
raffreddamento naturale	60°	50°
» ad acqua	65°	55°

5) Raccomandazione per un nuovo studio sull'esame della forma d'onda e tolleranze relative.

6) La proposta fatta a New York di ridurre da 1000 V a 500 V la tensione minima di prova degli avvolgimenti rotorici nei motori a induzione di potenza inferiore a 5 kVA.

7) La proposta di aumentare del 40 % i valori della tensione di prova per gli avvolgimenti monofasi con un capo a terra e per quelli bifasi con un capo in comune.

8) Nuovo studio di specificazioni per prove dielettriche.

9) I dati comparativi raccolti dall'Ufficio centrale sui metodi per determinare il rendimento.

10) Nuovo esame della tabella del diametro delle sfere degli spinterometri per ottenere maggiore approssimazione.

Non è qui luogo di discutere queste varie proposte che saranno attentamente esaminate dal nostro Comitato elettrotecnico. Notiamo solo che la proposta di cui al n. 2) rappresenta il frutto di un compromesso fra il gruppo delle Nazioni che, capitanate dalla Germania, vorrebbero riportare a 35° la temperatura ambiente di riferimento, sollevando una antica questione che pareva ormai felicemente superata; e quelle che con gli Stati Uniti, vorrebbero mantenere i 40° considerando definitivamente chiuso il dibattito.

Il Comitato dei *Simboli*, presieduto dal Prof. P. Janet e nel quale l'Italia fu rappresentata dai colleghi Barbagelata, Lombardi e Vallauri, svolse il breve programma in due rapide sedute.

Fu deciso di non prendere decisioni definitive sui simboli per i relais incaricando il Segretariato di fare uno studio comparativo sui simboli usati nei diversi Paesi e di sottoporre i risultati con proposte concrete ai Comitati Nazionali.

La domanda tedesca, intesa a risolvere la questione della polarità nel simbolo delle pile e degli accumulatori, non fu accolta; libero ognuno di usare una convenzione opposta a quella già adottata (polo positivo il tratto lungo e sottile) a condizione di aggiungere per chiarezza i segni + e —.

Venne deliberato di chiedere al Comitato di Azione l'autorizzazione ad occuparsi anche dei simboli relativi al calore e alla termodinamica.

I Comitati Nazionali sono stati invitati a mandare le loro proposte sui simboli per la trazione elettrica e le osservazioni alle proposte già fatte su questo argomento.

Il Sotto Comitato per i simboli relativi alle radiocomunicazioni sarà allargato colla partecipazione di tutti i Paesi che sono rappresentati nel Sotto Comitato per i telegrafi e i telefoni. La Francia, gli Stati Uniti e la Svizzera sono stati invitati a nominare dei delegati per questo Sotto Comitato.

Il Comitato per i *Motori Primi*, presieduto dal Dott. W. F. Durand (S. U.) fu per le ragioni sopra accennate, quello che tenne il maggior numero di sedute. L'Italia era rappresentata dai colleghi Anastasi, Forti, De Regibus, Ratti e Rebora. Per quanto concerne le turbine idrauliche venne definitivamente approvato, salvo piccole modificazioni di dettaglio, il testo già discusso a New York. Tale testo — che ci riserviamo di pubblicare a parte — approvato nella seduta plenaria di Roma, diventerà ufficiale — secondo proposta dei delegati della Germania e della Svezia, col 31 gennaio 1928.

Per i motori termici, molti punti furono discussi senza giungere tuttavia ad alcuna proposta concreta; si deliberò solo che il Sotto Comitato debba riunirsi ancora fra sei o nove mesi per trattare delle turbine a vapore.

L'Ing. Rebora, a nome del Comitato Italiano, propose che la C. E. I. abbia a sanzionare ed imporre in tutte le sue manifestazioni l'uso esclusivo del sistema metrico decimale.

Il Comitato per gli *Attacchi delle lampade*, presieduto dal Dott. Sharp, e nel quale era Delegato ufficiale per l'Italia l'Ing. C. Clerici, ha preso visione anzitutto di un rapporto presentato dal Comitato Fabbricanti Lampade, dal quale risultava che si è raggiunto un accordo fra gli Stati Uniti e l'Europa relativamente al diametro degli attacchi Edison per quanto riguarda le dimensioni e le tolleranze. Il Comitato Fabbricanti è stato invitato a continuare gli studi per arrivare a un accordo sulla profondità della filettatura e su tutte le altre dimensioni necessarie per assicurare l'intercambiabilità.

Il Comitato Inglese avvertì che avrebbe pubblicato delle Norme nazionali ad uso dei costruttori inglesi, riservandosi di accettare le norme internazionali quando saranno definite.

L'organizzazione internazionale dei Fabbricanti di lampade è stata invitata a presentare delle proposte relative ai piccoli attacchi a baionetta.

La questione della protezione contro il pericolo per le persone in conseguenza di attacchi di lampade male isolati è stata deferita al Comitato tedesco che la aveva per primo sollevata, invitandolo a sottoporre proposte definitive ai Comitati Nazionali.

Pure abbastanza rapido fu il lavoro del Comitato per le *Tensioni Normali*, presieduto dallo Uytborck (Belgio) e nel quale l'Italia era rappresentata dai colleghi Del Buono, Alessandri, Campos, Peretti e Virgili. Venne esaminata anzitutto una proposta avanzata dalla Svizzera secondo la quale per le tensioni ancora da stabilire, superiori a quelle comprese nella tabella approvata a New York, si adottasse un rapporto di aumento eguale a  $\sqrt{3}$ ; la proposta, dopo lunga discussione, fu respinta. Si deliberò di non ammettere modificazioni alle tre tabelle di valori normali approvate a New York, per quanto riguarda la classificazione di alte e basse tensioni.

Anche la proposta svizzera di sostituire le tensioni normali di 3000, 6000, 30.000, 60.000 V stabilite a New York, coi valori 3300, 5800, 33.000, 58.000 V non venne accolta; lo stesso avvenne della proposta inglese di comprendere il valore 120.000 V fra le tensioni normali della C. E. I.

Una speciale Commissione, composta da Del Buono (Italia), Duval (Francia), Harris (Inghilterra), Huber-Ruf (Svizzera), Rudenberg (Germania), venne incaricata di compilare uno schema di Norme circa le tensioni di prova per gli isolatori. Queste Norme saranno sottoposte all'esame dei Comitati Nazionali.

La Delegazione tedesca sollevò la questione della normalizzazione degli interruttori e analoghi apparecchi e del colore delle lampade di spia. L'argomento fu deferito al costituendo Comitato di studio per gli interruttori.

I Comitati Nazionali furono invitati a prendere in esame la proposta di fissare un'altra tensione dell'ordine di 380.000 V o 400.000 V, e altri valori inferiori a 100 V, come pure ad inviare delle proposte per una serie di tensioni normali per prese di corrente supplementari dai trasformatori.

Fu infine espresso il voto che la Segreteria del Comitato Tensioni fosse affidata al Comitato Elettrotecnico Italiano.

Il Comitato per i *Motori di trazione* fu presieduto da M. Peridier (Francia). L'Italia era rappresentata dai colleghi M. Semenza, che assunse le funzioni di Segretario interprete, R. Vallauri, G. Bianchi, R. Norsa.

Esso ha esaminato anzitutto la questione delle prove di rigidità dielettrica deliberando di proporre ai Comitati Nazionali l'uso della formula:  $V = 2E + 1000$ , con un minimo di 2500 V, per la tensione di prova.

Per la misura delle temperature venne deliberato di mantenere come metodo fondamentale quello delle variazioni di resistenza. Per i supporti fu stabilita una temperatura massima di 55°.

Come prove speciali di commutazione da effettuarsi dopo la prova di un'ora, il Comitato adottò due prove consistenti nel far girare il motore successivamente nei due sensi, per 30 secondi, rispettivamente: a tensione superiore del 10 % a quella di linea con corrente eguale a quella di prova oraria e a piena eccitazione; e a tensione di linea con corrente doppia di quell'a della prova oraria e campo regolato per l'eccitazione minima.

E' stato rinviato ai Comitati Nazionali lo studio per le prove di sovraccarico a campo ridotto, di commutazione per motori funzionanti sempre in serie, di velocità per motori funzionanti da generatori durante i recuperi.

Il Comitato poi considerando le peculiari condizioni di esercizio delle installazioni elettriche per servizio di trazione ha emesso il voto che la regolamentazione di cui esso si sta occupando venga estesa a tutto il materiale elettrico (macchine e

apparecchi) d'equipaggiamento dei veicoli, e che pel macchinario destinato a esclusiva alimentazione di reti ferroviarie siano studiate Norme speciali che completino le Norme generali per le macchine. In conseguenza fu proposto che il Comitato si chiami d'ora in avanti *Comitato di studio del materiale di trazione elettrica*.

Nel Comitato per gli *Oli isolanti*, presieduto dallo Skinner (U. S. A.), l'Italia fu rappresentata dai colleghi Peretti, Da Fano, Borella e Schlaepfer.

Circa le prove di invecchiamento artificiale, venne accolta la proposta tedesca che, per interpretare il confronto fra le misure fatte dai diversi laboratori, siano compiute delle prove supplementari sugli stessi olii in piccoli trasformatori di modello tipico ed uniforme.

Venne approvato un metodo di campionatura che sarà sottoposto all'esame dei Comitati Nazionali colla regola dei sei mesi.

Il Comitato esprime la raccomandazione che si provveda alla compilazione di tavole esatte per la conversione delle misure di viscosità in unità assolute, e che si raccolgano nuovi elementi per arrivare ad un accordo circa le prove di rigidità dielettrica.

Venne aggiornato l'esame della proposta inglese di adottare 145° come punto di accensione.

In via preliminare venne anche esaminata la questione delle prove di congelamento.

Il Comitato per la *Regolamentazione delle linee aeree*, presieduto da W. H. Eccles (Inghilterra) e nel quale l'Italia era rappresentata dal Prof. Sartori e dagli Ingg. Del Buono, Dalla Verde e Virgili, prese in esame specialmente una relazione del Comitato Belga e un Ordine del giorno del Comitato Italiano, in seguito al quale venne emesso il voto che in ciascuna Nazione vi sia una sola autorità che possa stabilire regole tecniche di costruzione delle linee elettriche.

Venne poi deliberato di compilare in un prossimo avvenire uno schema di enumerazione di tutte le differenti questioni che riguardano la regolamentazione delle linee di trasmissione.

Il Comitato per le *Radiocomunicazioni*, presieduto da C. C. Paterson (Inghilterra) e nel quale il Delegato ufficiale italiano era il Prof. G. Vallauri, ha compilato delle regole dettagliate per la normalizzazione degli attacchi delle valvole ricevitrici di tipo europeo e di quelle del tipo americano.

Si ritenne invece difficile per ora arrivare alla normalizzazione delle valvole trasmettentrici e raddrizzatrici.

Il Comitato di studio per gli *Istrumenti di Misura*, istituito solo sulla fine del 1926, tenne a Bellagio la sua prima riunione, sotto la presidenza dell'Edgecumbe (Inghilterra). L'Italia era rappresentata dal collega Campos. Tracciando il piano dei lavori, venne, su proposta del Comitato Tedesco, limitato da prima lo studio ai soli contatori per correnti alternate, e si stabilì che le specificazioni da studiare debbano limitarsi alle prove di accettazione dei contatori nuovi.

Verrà distribuito ai Comitati Nazionali un questionario sui trasformatori di misura onde raccogliere elementi per un successivo studio sull'argomento.

Vennero approvate le seguenti proposte, da sottoporre all'esame dei Comitati Nazionali.

Il senso di rotazione delle lancette sia quello stesso dell'orologio: da sinistra a destra. Le correnti normali da adottare siano: 150 - 100 - 75 - 50 - 25 - 15 - 10 - 5 - 2,5 ampere. La tensione di prova sia di 2000 V. Per le prove di sovraccarico si propongono due condizioni: durata di 30 minuti e corrente superiore alla normale del 100 % per gli strumenti da meno di 10 A., e del 50 % per gli altri. L'unità da registrare sarà il kWh.

Vengono sottoposte allo studio dei Comitati Nazionali le questioni di un accordo internazionale pel senso di rotazione delle fasi, e della determinazione del grado di esattezza.

Un altro Comitato che si riunì per la prima volta è quello per il *Regime dei Corsi d'Acqua*; argomento di cui si era finora occupato il Comitato per i Motori Primi.

L'Italia vi era rappresentata dal Prof. Forti, Ratti e Anastasi. Venne stabilito che la potenza rappresentata da un corso d'acqua sia indicata supponendo un rendimento del 100 % e riferendosi alla caduta totale, restando poi al tecnico di stabilire caso per caso le perdite.

Quando sia possibile, come base per le statistiche delle portate dei corsi d'acqua dovrà essere impiegata la curva

delle portate. Quando ciò non sia possibile verranno indicate: la portata minima di un anno o di una serie d'anni, la portata disponibile per una grande parte dell'anno nella quale sia incluso il minimo assoluto, e la portata disponibile durante una metà dell'anno.

Tutti questi accordi si intendono preliminari fino a quando potranno essere considerati i risultati delle discussioni presso i Comitati Nazionali.

Il Comitato per le indicazioni ai morsetti delle macchine, presieduto dal Dr. Strecker (Germania), si riuniva per la prima volta come Comitato indipendente avendo fino allora funzionato come sotto Comitato dipendente da quello delle macchine. Siccome l'Italia non era rappresentata nel Sotto Comitato, essa non poté partecipare nemmeno alle riunioni del nuovo Comitato. Però il Comitato Elettrotecnico Italiano ha già fatto i passi necessari perchè anche qui sia dato all'Italia il posto che le compete.

Vennero compilate le seguenti proposte da sottoporre ai Comitati Nazionali:

I principii comuni ai sistemi europei saranno presi come base per la regolamentazione internazionale.

Per il lato alta tensione e per lo stator delle macchine a c. a. si dovranno usare le lettere maiuscole, mentre si useranno le minuscole per il lato bassa tensione e per il rotor dei motori asincroni.

Si impiegherà una sola indicazione per ogni morsetto, riservando l'uso di indicazioni complesse per casi speciali (avvolgimenti doppi, ecc.). Si raccomanda l'impiego di lettere diverse per indicare i diversi morsetti.

Il senso di rotazione normale sarà lo stesso per i motori e per i generatori; una freccia verso destra indicherà il senso nel verso dell'orologio. Leggendo dal lato alta tensione, il punto neutro dei trasformatori dovrà essere sulla sinistra.

Le indicazioni per i diagrammi dei trasformatori saranno le lettere D Y Z, maiuscole per l'alta tensione e minuscole per la bassa.

Lo spostamento di fase sarà indicato in ore, rappresentando 360° con 12 ore.

Il Comitato intraprenderà lo studio anche delle targhette per gli apparecchi.

\*

L'ultimo giorno della riunione, si riunirono a Bell'agio anche il Comitato d'Azione e successivamente il Consiglio Generale della C.E.I.

Nella riunione del Consiglio venne accettato l'invito rivolto alla C.E.I. di convocare il piccolo Comitato d'Intesa, di cui erasi proposta la nomina allo scopo di permettere, agli Uffici delle diverse organizzazioni internazionali che si occupano di questioni tecniche, di incontrarsi periodicamente per discutere questioni di coordinazione e simili.

Venne pure accolto l'invito che la Società delle Nazioni ha rivolto alla C.E.I. di farsi rappresentare nel suo Comitato di questioni elettriche, che si occupa specialmente di problemi economici e giuridici.

Il Consiglio decise di ritenere ancora come valida l'offerta di collaborazione col Movimento Internazionale di Normalizzazione Generale.

Il Prof. Feldmann fu eletto all'unanimità Presidente della C.E.I. e l'Ing. Guido Semenza fu acclamato Presidente onorario. L'Ing. Semenza prima di lasciare la Presidenza effettiva, tenuta per quattro anni, pronunciò un elevato discorso che riteniamo di dover qui riportare integralmente perchè esso, mentre rievoca il cammino percorso, traccia magistralmente la via per i nuovi progressi. Disse l'Ing. Semenza:

*Ormai io cedo il timone ad un nuovo pilota che guiderà la nave verso nuove conquiste e nuove glorie.*

*Io sento che dalle mie spalle cade un pesante fardello ma io non sarei sincero se tralasciassi di dire che considero con una certa tristezza la mia uscita di carica. Voi mi avete mantenuto al mio posto ben più a lungo dei termini normali; io mi sono abituato a questo posto e l'abitudine, come sapete, è una seconda natura. Oltre a ciò, ci sono delle circostanze che rendono il lavoro interessante: esso deve essere difficile e coronato di successo. Quanto alle difficoltà, tutti quelli che mi sono stati vicini e hanno seguito gli avvenimenti passo passo, conoscono quelle che io ho dovuto superare. E per quanto riguarda i successi, lasciate che io abbandoni, per una volta, ogni modestia, per dirvi, come Voi tutti riconoscerete, che, durante questi quattro anni, noi abbiamo compiuto un buono e sostanzioso lavoro. Voi osserverete che io dico: noi; ed io insisto su questo: noi!*

*Inratti i risultati raggiunti da una Commissione come la nostra,*

*non sono quasi mai individuali, ma sempre collettivi. Per ottenere il successo è necessaria una larga cooperazione. Io mi sentirei soddisfatto e troverei la ricompensa di tutti i miei sforzi se Voi riconosceste che io sono riuscito a persuadervi di dedicare alla Commissione una così gran parte della vostra attività, del vostro pensiero, della vostra esperienza e del vostro tempo. Allorchè la vostra benevolenza mi designò ad occupare questo seggio, la Commissione soffriva ancora delle conseguenze della guerra. Il mio predecessore aveva dedicato tutta la sua energia a risvegliare l'attività dei Comitati Nazionali e l'interesse verso la nostra Commissione, mentre molti pensavano che essa non avrebbe potuto sopravvivere al grande conflitto.*

*Io dissi allora, che accettavo di assumere la carica di Presidente nella speranza di sviluppare ancora di più ciò che il mio predecessore aveva fatto, e di dare alla Commissione una vitalità ancora più grande. Io chiesi di essere assistito da un piccolo Comitato, e il Consiglio creò il Comitato d'Azione, che si è dimostrato della maggiore utilità. Chiesi ai Comitati Nazionali di risvegliarsi, di lavorare di più, ed essi sono venuti ad ogni riunione con una maggiore somma di lavoro eseguito. Chiesi ai Comitati Nazionali di rivedere la loro composizione in modo che essi venissero a rappresentare tutti gli interessi della elettrotecnica nei loro rispettivi Paesi, ed essi lo fecero dove era opportuno.*

*Durante questo periodo, la frequenza delle riunioni e l'aumento del volume delle discussioni, fece progredire quello che io chiamo « lo spirito internazionale » della Commissione, Londra nel 1924, La Haye nel 1925, New York nel 1926 e l'attuale riunione hanno segnato un continuo e costante progresso verso quella reciproca intesa che è la base del successo di ogni lavoro del genere.*

*Uno dei compiti più difficili che mi toccarono fu quello di completare il circuito della Commissione, interrotto dalla guerra. Ad opera compiuta, possiamo ora facilmente dimenticare le difficoltà incontrate; io voglio soltanto ricordare qualche cifra: nel 1923 erano affigliati alla Commissione, 21 Comitati Nazionali, mentre ora ve ne sono 26; vi erano 10 Comitati di studio e ve ne sono ora 15. L'importo totale delle contribuzioni ammontava a 1800 sterline, mentre per l'anno prossimo salirà a circa 2400 sterline. Questo notevole progresso non sarebbe stato possibile senza la più cordiale collaborazione di tutti. I Presidenti d'Onore, il Segretario Onorario, i Vice Presidenti, che ebbi il piacere di invitare a prender parte ai lavori del Comitato di Azione, sono stati splendidi per il modo con cui hanno portato alla Commissione i loro consigli, la loro assistenza e la loro attività. E che dirò, del mio braccio destro, il Segretario Generale? Soltanto chi è stato lunghi anni in stretti rapporti con questo uomo modesto, e chi conosce il tatto, l'ottimismo, la preveggenza, la lealtà e il profondo attaccamento alla Commissione, con cui egli adempie al suo ufficio, può apprezzarlo al suo giusto valore. In lui risiede spesso il segreto di qualche brillante successo della Commissione. Il mio successore troverà nel Segretario Generale e nel suo eccellente personale la base su cui appoggiarsi con piena fiducia.*

*Gettando uno sguardo indietro e ricordando i primi passi della Commissione e il suo sviluppo lento, timido e difficile, agli inizi, poi sempre più rapido, costante e sicuro a misura che essa cresceva in età, noi comprendiamo come la concezione originaria del nostro riverito Presidente d'Onore, il Colonnello Crompton, è stata realizzata, in virtù dell'appoggio devoto dei partigiani della Commissione, in un organismo internazionale di primaria importanza.*

*I risultati che essa ha ottenuto le hanno conferito la sua autorità e la considerazione nella quale è tenuta prova che essa è destinata ad essere per l'avvenire una grande forza. Nella nostra Commissione si trova un ricco tesoro.*

*Ora io rimetto questo tesoro nelle mani di colui che Voi avete designato come mio successore. A lui io non dirò che poche parole, che mi sono dettate dalla mia esperienza: Siate interamente internazionale, mantenete la Commissione nel suo proprio campo di azione, « affrettatevi lentamente », siate leale verso la Commissione.*

*Siate interamente internazionale: occupandovi degli affari della Commissione dimenticate di avere una nazionalità, dimenticate che la vostra patria può essere più amica o avere più obbligazioni verso un Paese piuttosto che un altro. Mantenete la Commissione nel suo proprio campo d'azione: esso comprende l'unificazione, la semplificazione, la normalizzazione; non uscite da questo campo se non volete che altri lo invada.*

*« Affrettatevi lentamente ». I risultati ottenuti internazionalmente sono sempre lenti a penetrare negli spiriti nazionali; ognuno è lento ad abbandonare le vecchie abitudini. E' necessario il tempo per convertire i più ostinati; siate paziente perchè non si guadagna nulla a forzare gli avvenimenti.*

*Siate devoto alla Commissione ed ai suoi ideali, in modo che il lavoro, la riflessione e il tempo che le dedicate siano una vera sorgente di piacere per voi. Ecco il mio grande segreto.*

*Se Voi ritenete di dovermi qualche gratitudine per il poco che io ho fatto, e volete dimostrarcelo in qualche modo, fatelo dedicando il meglio di Voi stesso alla Commissione in modo che io possa avere la soddisfazione di vedere la C. E. I. divenire sempre più potente e raggiungere sempre maggiori successi.*

Nella stessa seduta di Consiglio venne deliberato che la prossima riunione plenaria si tenga in Scandinavia nel 1930. I Comitati di Studio saranno riuniti di tempo in tempo quando lo richieda lo stato dei lavori.



### Gite, visite e trattenimenti.

Le dense giornate di lavoro dei Comitati (le sedute si svolgevano regolarmente dalle ore 9 alle 12 e dalle 14 alle 18 ma non mancarono parecchie sedute straordinarie, serali e notturne) furono intramezzate opportunamente dalle gite e dai trattenimenti.

Subito la sera del lunedì 5, fu aperta ai Delegati la Villa Serbelloni per una riuscitissima Garden-Party. Nel giardino incomparabile, sul dosso fra i due rami del lago — dove per un singolare privilegio di natura si trovano raccolti i più mirabili esemplari della flora alpina e di quella tropicale — i convenuti si trattennero fino a tarda ora; mentre nelle sale della Villa l'elemento più giovane dell'a comitiva iniziava le danze, che allietarono poi quasi tutte le riunioni serali.

Il martedì 6, migliorato assai il tempo, le signore poterono felicemente effettuare la gita alla Sighignola. Traversato il lago — da Bellagio ad Argegno — con piroscampo speciale, la comitiva di un centinaio di signore e signorine (pochissimi i cavalieri) prendeva posto in una fila di automobili che risalendo la Valle d'Intelvi, per Lanzo la trasportava alla Sighignola; la vetta rivale del Monte Generoso. Disgraziatamente le nuvole che ancora avvolgevano le cime tolsero l'incanto del panorama: solo ad intervalli, attraverso qualche squarcio fra le nubi, si poté vedere il sottostante lago di Lugano e la mirabile cerchia dei suoi monti. Il tempo migliorò assai verso il mezzogiorno, e dopo la colazione offerta all'Hôtel Bellavista, poté essere assai gustato il viaggio del ritorno, che per Csteno e Porlezza condusse le gitanti a Menaggio, donde ancora un battello speciale le riconduceva a Bellagio.

La stessa sera del martedì, ebbe luogo nel salone del Grand Hôtel il pranzo ufficiale offerto dal Comitato Italiano.

Alle frutta parlarono assai applauditi il Prof. Lombardi, deplorando che per ragioni di famiglia non potesse essere presente e parlare in sua vece l'On. Montù, Presidente del Comitato locale di ricevimento, a cui si deve l'ottima riuscita dell'organizzazione; il Podestà di Bellagio, il Prefetto di Como e per gli stranieri il Brylinski (Francia), il Murphv (Canada), il Tivey (Australia) e il Kennelly (Stati Uniti). Chiuse la serie assai felicemente la Signora Sharp (S. U.) a cui rispose la Signora Semenza.

\*

Il mercoledì appena chiuse le sedute antimeridiane tutti i delegati, colle signore, presero posto in una lunga serie di autobus e di automobili che li trasportarono ai prati dell'alpe del Borgo a oltre 1200 m., sul promontorio fra i due laghi.

Disgraziatamente il cielo, imbronciato più del mattino, si sciolse in pioggia. Venne meno così la principale attrattiva dell'escursione: il panorama meraviglioso che di lassù si domina; ed anche la colazione « sull'erba » fu assai compromessa.

Fortunatamente il tempo migliorò assai nella notte ed al giovedì 8 settembre le Signore poterono compiere felicemente le visite agli incantati giardini di Villa Melzi e di Villa Carlotta, con colazione a Cadenabbia.

\*

La sera alle ore 21 fu offerta ai delegati dagli albergatori e dai commercianti di Bellagio, una soirée nei saloni del Grand Hôtel, che si protrasse animatissima fino ad ora assai tarda. Durante una sospensione delle danze, il Dott. Mailloux, esprimendosi assai bene in italiano, volle ringraziare a nome dei delegati stranieri, gli ospiti ed in particolare i Signori Bücher, proprietari del Grand Hôtel e il Sig. Ferrario, proprietario dell'Hôtel Splendide, che fu in ogni occasione di grande aiuto agli organizzatori e contribuì in modo efficacissimo al buon esito di tutte le iniziative.

\*

Il venerdì 9 settembre, tutti i lavori furono sospesi per l'escursione all'impianto del Mese. Tornato il sereno, il tragitto da Bellagio a Colico, su piroscampo speciale, fu assai gustato. A Colico i delegati trovarono il treno speciale, lussuosamente predisposto dalle FF. SS. (quello stesso che doveva poi trasportarli nel viaggio attraverso l'Italia) col quale alle 10,30 giungevano a Chiavenna, donde, con breve tragitto in auto arrivarono alla Centrale.

Non è qui il caso di soffermarsi sulle caratteristiche del grandioso impianto, del quale *L'Elettrotecnica* si è altre volte occupata. Diremo solo, che sotto la guida cortese dell'Ing. Meriggi, Consigliere delegato e dell'Ing. Gasparoni, Direttore della

Interregionale Cisalpina, dell'Ing. Faletti e del Capo Officina Colonnese, i delegati stranieri ammirarono assai le diverse parti dell'impianto, dalla tubazione nella roccia, ai potenti gruppi idroelettrici; dal modernissimo quadro di comando al grandioso locale dell'alta tensione. Nella parte ancora inutilizzata di questo salone era imbandita la colazione. Alle frutta l'Ing. Merizzi diede il benvenuto agli ospiti e ricordò lavori e programma della sua Società, parlando successivamente in quattro lingue. Gli risposero il Prof. Lombardi inviando un saluto all'On. Motta, che non aveva potuto intervenire, il Dott. Strecker (Germania) e l'Ing. Huber Stockar (Svizzera) il quale argutamente osservò, alludendo all'e inevitabili lentezze... accademiche delle discussioni internazionali, come fosse dimostrato dall'impianto di Mese, che gli elettrotecnici sanno « anche » costruire grandiosi ed utili impianti.

Il viaggio di ritorno si svolse come quello di andata: treno speciale fino a Colico; piroscampo, da Colico a Bellagio, che ricondusse tutti gli intervenuti, pienamente soddisfatti, ai rispettivi alloggi.

\*

Nel pomeriggio di sabato 10 settembre, le Signore, a cui questa volta si unirono parecchi delegati, non più impegnati nei lavori, si recarono in automobile a Erba, percorrendo la meravigliosa strada che sale a Civenna ed a Magreglio dominando per lungo tratto il lago; e poi scende per la Valle Osina.

L'Ing. Carlo Clerici e la sua gentile Signora avevano voluto offrire un the danzante nella loro sontuosa villa di Erba. Il trattenimento si svolse animato e cordialissimo e troppo presto suonò l'ora del ritorno.



Busto di Beniamino Franklin offerto dal Comitato Americano al Comitato Elettrotecnico Italiano.

La sera dello stesso sabato 10 settembre, i delegati stranieri offrirono un pranzo agli italiani, nella gran sala dell'Hôtel Grande Bretagne. Al dessert parlarono il Prof. Feldmann, il Prof. Vallauri per l'A. E. I., il Brylinski (Francia) ed il Dott. Sharp (U. S. A.), il quale presentò un magnifico busto di Franklin, in bronzo, offerto dal Comitato degli Stati Uniti al Comitato Elettrotecnico Italiano. Il Prof. Lombardi, ringraziando, presentò a sua volta la medaglia commemorativa di Volta che venne offerta a tutti i delegati stranieri insieme col volume voltiano, omaggio dell'A. E. I.

Dopo poche commosse e cordiali parole di M.me Brylinski, chiuse la serie dei discorsi, felicissimamente la Sig.a Lombardi.

\*

### Commemorazione di A. Volta a Como.

Anche la domenica 11 i lavori furono sospesi e la Commissione si recò in massa con piroscampo a Como, per la grande Commemorazione di Alessandro Volta.

Durante il viaggio, all'On. Montù, Presidente del Comitato locale di organizzazione, che finalmente aveva potuto uscire



dall'ombra in cui sempre aveva lavorato, fu offerto dai delegati un elegante album di firme, a segno della loro gratitudine.

Appena giunti a Como, una Delegazione guidata dal Prof. Lombardi e dall'Ing. Semenza si recava in Municipio per presentare al Podestà, On. Baragiola, un ricco piatto d'argento istoriato di cui la C. E. I. volle fare omaggio alla Città di Como in memoria di così memorabile riunione. Quindi tutti gli intervenuti si riunirono nel Teatro Sociale per la cerimonia commemorativa.

La data di essa era stata scelta in modo da conferire alla cerimonia la massima solennità. Infatti in quello stesso giorno si inaugurava il grande Congresso internazionale dei fisici che aveva riunito a Como tutti gli astri di prima grandezza della scienza contemporanea, da Lorentz a Bohr, da Rutherford a Plank, ecc. Inoltre si svolgevano in quei giorni a Villa Olmo il Congresso internazionale di telegrafia e telefonia e le riunioni del Comité Consultatif international pour les Communications a grande distance. Fu così possibile raccogliere nel Teatro Sociale un'accoglienza internazionale di scienziati e di tecnici, quale certamente non sarà facile di rivedere molto presto.

La stampa politica ha già dato ampie notizie dell'austera cerimonia, e basterà qui riassumere lo svolgimento.

Prese per primo la parola il podestà di Como, On. Baragiola, il quale porse, successivamente nelle quattro lingue, il benvenuto della città agli intervenuti. Seguirono il Prof. Vallauri, Presidente Generale dell'A.E.I. e il Prof. Majorana, Presidente della Società di Fisica; i due Enti promotori della cerimonia. Il Prof. Di Pirro, portò il saluto del Congresso internazionale di telefonia e telegrafia.

Sorse quindi il Prof. Garbasso, oratore ufficiale, il quale, dopo aver dimostrato che Volta sarebbe stato grande anche senza l'invenzione della pila, per i suoi studi sul calore e sull'elettrostatica, l'evoluzione del pensiero scientifico di Volta, dalle prime esperienze del Galvani all'invenzione della pila, mostrando come per vero intuito di genio egli sapesse fermarsi in tempo sulla via falsa su cui dapprincipio si era messo accettando la teoria dell'elettricità animale.

L'orazione del Garbasso, tenuta in italiano fu salutata da una lunga ovazione.

Seguirono il Rutherford, il quale, parlando in inglese, ricordò i rapporti intercorsi fra il Volta e la Royal Society di Londra; il Janet che in francese, ricordò il soggiorno di Volta a Parigi e la grande ammirazione che per lui ebbe Napoleone; ed il Laue che, in tedesco, lusingò alcune parti dell'opera di Volta. Quindi il Kennelly parlò in nome degli Stati Uniti, dando comunicazione ufficiale della istituzione della Borsa annuale di studio per un giovane ingegnere elettrotecnico italiano, fondata, nel nome di Volta, dalla Italy-America Society.

Infine, S. E. Martelli, in rappresentanza del Governo, rievocata anch'esso la figura e l'opera di Volta, dichiarò aperto in nome di S. M. il Congresso internazionale di fisica.

Dopo una colazione di oltre 600 coperti, offerta dalla città di Como e nella quale non si pronunciarono brindisi (*orationes Diis juvantibus absint* diceva il menù compilato in latino!) seguì la visita ufficiale all'Esposizione Voltiana di Villa Olmo, dove

alle 17 il Comitato Elettrotecnico Italiano offriva un the a tutti gli intervenuti.

Quindi con piroscampo speciale, la Commissione Elettrotecnica faceva rotta per Bellagio mentre un cielo temporalesco mostrava il lago sotto un'aspetto inconsueto ma non meno suggestivo.

### Il viaggio circolare. - A Milano.

Il lunedì 12 fu l'ultima giornata di lavoro a Bellagio. La sera, con un tempo incantevole si svolse una pittoresca festa alla Veneziana sul lago, colla quale la cittadinanza di Bellagio volle dare il commiato agli ospiti. E la mattina del martedì la Commissione lasciava non senza rimpianto Bellagio, per iniziare il viaggio attraverso l'Italia. Com'è noto il merito dell'iniziativa di tale viaggio risale essenzialmente al Ministero delle Comunicazioni ed all'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato che non solo offerse tutti i treni speciali ma furono cortesemente larghi di facilitazioni e di aiuti d'ogni genere. Il Comitato Elettrotecnico per parte sua, in previsione del viaggio,

a seguito di accordi col Touring Club Italiano poté offrire a ciascun delegato straniero la guida d'Italia in due volumi nella edizione francese, inglese o tedesca, a scelta. In più fu predisposta una guida speciale, in inglese e in francese, con artistiche fotoincisioni, la quale illustrava passo passo le zone attraversate e gli impianti e le città visitate. Entrambi gli omaggi furono assai graditi.

Nonostante la preoccupazione di un triplice trasbordo di circa milleduecento colli di bagaglio, il treno speciale poteva lasciare Varenna la mattina del 13 con un piccolo ritardo, recuperato nel tragitto. Alla stazione di Greco la comitiva scendeva e raggiungeva con automezzi le vicine officine Pirelli alla Bicocca.

Già durante il viaggio era stata organizzata la suddivisione in gruppi, cosicché la visita dei grandiosi stabilimenti poté svolgersi nel modo più organico ed efficace, sotto la guida di S. E. Alberto Pirelli, dell'Ing. Canzoneri e di tutti gli altri ingegneri della Ditta.

A mezzogiorno fu offerta dalla Ditta con grande signorilità la colazione. Alle frutta parlò assai felicemente, nelle quattro lingue, Alberto Pirelli, e gli rispose l'Uytborck (primo delegato belga), rilevando in modo particolare l'ordine e l'operosità intensa constatata durante la visita agli stabilimenti, indice e simbolo delle condizioni generali del Paese.

Quindi i convenuti, divisi in cinque gruppi visitarono, a dir vero, assai rapidamente i principali monumenti di Milano ed alcuni dei suoi più importanti stabilimenti industriali, come Marelli, Breda (elettromeccanica), Brown Boveri, Compagnia Generale di Elettricità, C. G. S., Riva, Edison, Clerici, ecc.; ovunque Direttori e tecnici furono cortesemente larghi di spiegazioni.

Quasi tutti i gruppi fecero una sosta all'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere dove fu ad ognuno offerto un riuscitissimo fac-simile di un manoscritto di Volta. Tutti i gruppi infine convennero alla sede della Stipel dove fu offerto un sontuoso the.

Un po' stanchi ma soddisfatti, i gitanti erano quindi ricondotti alla stazione donde col treno speciale proseguivano direttamente per Venezia, giungendovi alle ore 22,30.



Bacile d'argento offerto dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale alla Città di Como.



Il tragitto sul piroscalo speciale da S. Lucia al Lido, (dove erano fissati tutti gli alloggi), con il plenilunio offrì subito agli arrivati uno di quegli spettacoli di sogno che sembrano una prerogativa della laguna di Venezia.

## Venezia.

Il mercoledì 14 fu completamente dedicato alla visita dei tesori artistici della città, da S. Marco al Palazzo ducale, dall'Accademia al Museo civico; il Comm. Fogolari, Sovrintendente alle Belle Arti, ed il comm. Marangoni, Direttore dei lavori della Basilica di San Marco, furono guida preziosa e cortese in queste visite.

Alle ore 17 fu offerto dal Podestà di Venezia un ricevimento nella sala Napoleonica, prospiciente S. Marco. Al saluto che il Podestà Conte Orsi, rivolse ai convenuti, risposero felicemente il Presidente Feldmann e il Prof. Mailloux.

La stessa sera nel gran salone dell'Excelsior al Lido seguì il pranzo ufficiale offerto dal Comitato Elettrotecnico Italiano. Al dessert il Prof. Lori, in nome del Comitato, pronunciò un forbito discorso in latino, di cui era preventivamente stato distribuito il testo con le traduzioni italiana, francese ed inglese. Parlarono poi il Prof. Feldmann, il Brylinski (Francia) e il Norberg (Svezia). Il Prof. Lombardi presentò la medaglia Voltiana all'Ing. Gaggia, all'Ing. Pitter e all'Ing. Marin, principali artefici dell'organizzazione locale; comunicò quindi un telegramma di saluto di S. E. Volpi e aggiunse applaudite parole. Risposero ancora Durand e Mailloux (Stati Uniti). Chiuse la serie dei discorsi il Prefetto di Venezia, Gr. Uff. Caffari.

La mattina del 15 con un tempo sempre splendido, un piroscalo speciale trasportava la comitiva alla stazione di S. Lucia donde il treno speciale la conduceva a Vittorio Veneto per la visita agli impianti del Piave organizzata ed offerta con signorile ospitalità dalla Società Adriatica. A Vittorio Veneto i delegati prendevano posto nella lunga fila di automobili che risaliva la valle fino al lago di S. Croce per ridiscendere fino alla centrale di Fadalto dove era predisposta la colazione.

Per quanto la visita degli impianti fosse così fatta un po' a volo d'uccello, i delegati poterono trarre la più grandiosa e favorevole impressione dalle opere visitate; ed a tale impressione furono improntati i brindisi alla fine del banchetto, quando presero successivamente la parola il Conte Marcello per la Società, il Presidente Feldmann, il Carsten Bruun (Norvegia), il Chate'ain (Russia) ed infine il Conte Revedin.

Automobili e treno speciale riconducevano i gitanti, pienamente soddisfatti a Venezia.

La mattinata del 16, con un tempo meno propizio, mentre le Signore si recarono a visitare le isole di Murano, Burano e Torcello, i delegati visitarono, sotto la guida del Prof. Coen Cagli e dei suoi collaboratori, gli imponenti lavori del nuovo porto industriale di Marghera, riportandone la più soddisfacente impressione.

Nel pomeriggio, verso le 16, volto ormai il tempo decisamente alla pioggia, la comitiva riprendeva posto nel treno speciale che alle 22 circa la deponeva felicemente a Firenze.

Come alla stazione di Venezia l'Ing. Pitter, l'Ing. Marin e molti altri cortesi ospiti avevano voluto dare un ultimo saluto ai partenti, offrendo fiori alle Signore, così a Firenze il Principe Ginori Conti, Presidente del Comitato locale, insieme coi maggiori esponenti del Comitato stesso volle trovarsi alla stazione a dare il benvenuto agli arrivati. I quali presero posto nelle numerose automobili e furono in breve distribuiti nei vari alberghi, dove, nelle rispettive camere, trovarono — come già a Venezia — i bagagli spediti la mattina.

## Firenze.

Ancora una volta il tempo si mostrò cortese alla Commissione: la mattina del sabato 17, la pioggia era cessata e dopo poche ore risplendeva il sole. La intera giornata fu dedicata alle bellezze artistiche e naturali di Firenze, e mercè la perfetta organizzazione e le numerose automobili messe a

disposizione, in poche ore fu possibile dare ai forestieri una impressione sintetica più che soddisfacente.

In mattinata si poterono così visitare: Battistero, Duomo, Casa di Dante, Orsanmichele, Piazza della Signoria, Santa Croce e S. Marco, con l'intermezzo di una corsa ai Colli ed a S. Miniato, proprio quando il sole fugava le nubi e l'incomparabile panorama si rivestiva dei suoi migliori colori. Contemporaneamente una parte dei delegati si recavano a Doccia a visitare gli stabilimenti della Richard Ginori.

La comitiva si raccoglieva quindi all'Hôtel Savoia per la colazione offerta dagli Enti locali, dopo la quale parlò per primo il Gr. Uff. Chierichetti pronunciando un brillante discorso di saluto, che fu poi ripetuto, in inglese, dall'Ing. Funaioli. Presero poi la parola il Prof. Corti, Vice Podestà di Firenze, a nome del Podestà, Sen. Garbasso, indisposto, e il Principe Ginori Conti. Risposero, per i delegati, il Kloss (Germania), il Drewnowski (Polonia) e il Cuervo (Spagna).

Nel pomeriggio dopo la visita alle gallerie di Palazzo Pitti, tutti convenivano al Museo Stibbert, dove fu servito il the.

La sera, in un salone del Grand Hôtel, la Società Elettrica Valdarno offrì ai delegati un pranzo coronato dai brindisi dell'Ing. Prinetti, Consigliere delegato della Società, del Roger Smith, primo delegato inglese, del Busi'a, primo delegato rumeno, e del Prof. Lombardi che presentò la medaglia Voltiana ai benemeriti dell'organizzazione locale.



I Delegati salgono alla tomba del Milite Ignoto.

La mattinata della domenica fu dedicata alle Gallerie degli Uffizi, ed alla visita di Palazzo Vecchio. Nel salone dei duecento il Vice Podestà, Prof. Corti, diede il benvenuto agli ospiti. Gli risposero il Colonnello Crompton ed il Dr. Mailloux (U. S. A.) che esprimendosi in italiano, seppe felicemente inneggiare alla terra Toscana, la più feconda, nel mondo e nella storia, di uomini di genio.

Dopo la cerimonia fu servito un ricco rinfresco nelle sale superiori. Ed all'16, col solito treno speciale, si riprendeva il viaggio per Roma.

## Roma.

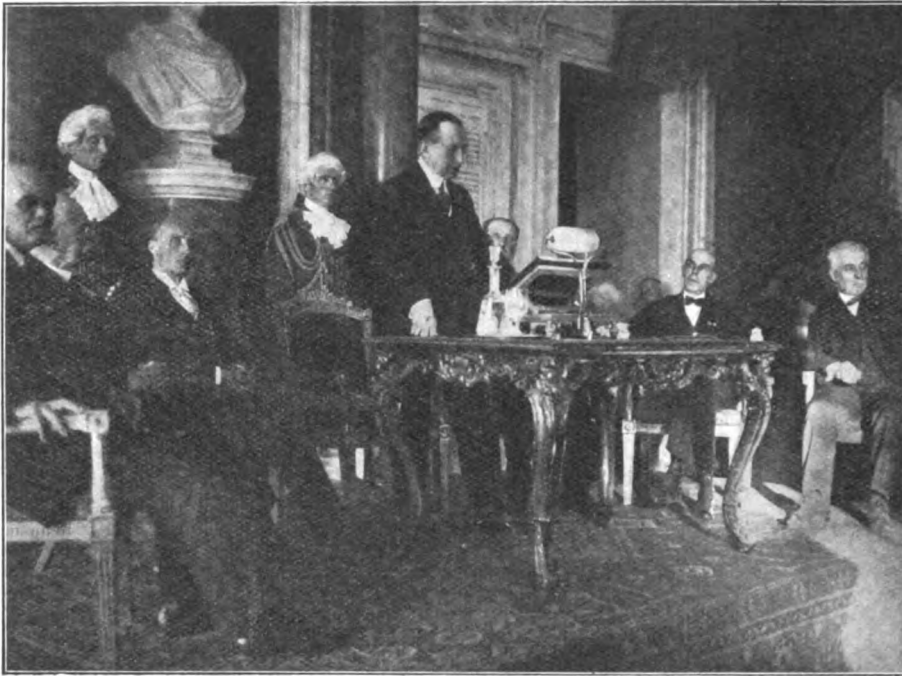
A Roma tutta la comitiva prese dimora all'Hôtel Excelsior e si ricongiunse con buon numero dei partecipanti al Congresso internazionale dei fisici, scesi direttamente per Pavia, da Como alla Capitale.

La mattina del 19 dopo una rapida corsa attraverso la città, con una breve sosta sul piazzale del Pincio, in cospetto dell'Urbe superbamente radiosa nella limpida mattinata autunnale, si visitarono S. Pietro ed i Musei vaticani.

Nel pomeriggio, fisici ed elettrotecnici in massa, si recarono all'Altare della Patria per deporre una corona sulla tomba del Milite Ignoto.

Quindi si raccolsero in una delle grandi sale del Palazzo





Il Senatore Marconi  
legge in Campidoglio l'orazione commemorativa di Alessandro Volta.

Senatorio, in Campidoglio, per la celebrazione nazionale di Volta. Dopo il saluto di S. E. il Principe Spada Potenziani, Governatore di Roma, ed i discorsi del Prof. Lombardi, per gli elettrotecnici e del Prof. Majorana, per i fisici, sorse acclamatissimo Guglielmo Marconi e pronunciò quella sua orazione commemorativa del Grande che la stampa politica ha, a suo tempo, riportato per esteso.

La sera alle ore 20 seguì, nel grande salone dell'Excelsior, il banchetto offerto dal Comitato Elettrotecnico Italiano. Parlarono l'Ing. Salvadori, Presidente del Comitato Romano di organizzazione, S. E. Martelli per il Governo, il Prof. Feldmann per la C. E. I., il Prof. Majorana per i fisici ed il Dott. Cotton.

La mattinata del 20 settembre, sempre con un tempo superbo, fu dedicata al Foro Romano ed al Palatino. A mezzogiorno, la solita carovana di automobili portava la comitiva al Castello dei Cesari, per la colazione. Al dessert, dopo i brindisi, fu dato fra grandi applausi l'annuncio che S. E. Mussolini invitava i Delegati della C.E.I. ed i Fisici ad un the nella sua villa.

Si dovette così modificare il programma stabilito per il pomeriggio e dopo una rapida corsa per la Via Appia, le automobili riconducevano i convenuti agli alberghi.

Alle ore 17 tutti giungevano a Villa Torlonia.

Nell'atrio della Palazzina, S. E. Mussolini volle stringere la mano a tutti coloro che entravano e che gli venivano presentati dai Proff. Lombardi, Majorana e Vallauri. Nel superbo giardino fu quindi servito un sontuoso the, mentre l'orchestrina nascosta fra i palmizi svolgeva un interessante programma. Ad un tavolo d'onore sedeva S. E. Mussolini, coi Senatori Marconi e Corbino e coi più cospicui rappresentanti della C.E.I. e del Congresso dei Fisici. Egli volle che gli fossero di nuovo presentati i primi delegati delle varie Nazioni e con tutti si intrattenne brevemente con grande cortesia. Dopo che S. E. si fu ritirato salutato dagli *hip hip hurrah* degli anglo-sassoni che si frammischiarono cogli *alalà* nazionali, i convenuti si trattennero ancora a lungo nell'incantevole giardino, mentre i superbi palmizi ed i giganteschi pini si andavano profilando in nero nel cielo dorato del tramonto.

Nella stessa sera, nelle superbe storiche sale dei Palazzi Capitolini, ebbe luogo un ricevimento in onore dei delegati. Applauditissimo il concerto eseguito nella Sala degli Orazi e Curiazi.

La giornata del 21 fu dedicata alle escursioni. Una, offerta dalla Società Elettroferroviaria, ebbe per mèta i suggestivi scavi d'Ostia e quindi la Marina di Ostia dove fu servita la colazione.

L'altra, dovuta al Consorzio Idroelettrico dell'Aniene, condusse gli intervenuti a visitare i lavori per i nuovi interessanti impianti di Tivoli che vengono a sostituire in parte ed in parte ad integrare gli antichi. Dopo una rapida visita alle cascate ed al meraviglioso giardino di Villa d'Este, i gitanti si raccolsero per la colazione offerta dal Consorzio.

Nel pomeriggio entrambe le comitive convennero a Frascati dove il Podestà e la Società Roma-Elettra offerse un lussuoso rinfresco nell'incantevole giardino settecentesco della Villa Torlonia, nel quale alcune damine in costume contribuivano assai elegantemente alla leggiadria del quadro.

Tanto ad Ostia, quanto a Tivoli ed a Frascati, non mancarono i brindisi da parte degli ospiti cortesi che vollero dare il benvenuto ai delegati e da parte degli invitati che vollero e seppero esprimere la loro ammirazione per quanto avevano potuto vedere e la loro gratitudine per le cortesi, signorili accoglienze.

Spentesi dietro i grandi alberi secolari le luci fantastiche di un tramonto meraviglioso, la carovana delle automobili riprendeva senza incidenti la via di Roma.

\*

La mattina del giovedì 22 fu di nuovo dedicata ai Musei ed alle Gallerie. Nel pomeriggio, alle 16 ebbe luogo nella sala Reale dell'Accademia dei Lincei, gentilmente concessa, la seduta plenaria della C. E. I.

Dopo che il Presidente Prof. Feldmann ed il Segretario Generale Le Maistre ebbero rinnovate le espressioni di ammirazione della Delegazione straniera per la perfetta organizzazione di tutta la riunione, provocando vivi applausi, all'Ing. Guido Semenza, al Prof. Lombardi, ed al Prof. Barbaghe'ata, Segretario del C. E. I., si approvarono per acclamazione, in blocco, tutte le proposte dei vari Comitati di studio, dei cui lavori a Bellagio era stato distribuito un verbale sommario a stampa. Nel giardino della Villa Corsini che ospita l'Accademia fu quindi servito un the di commiato.

#### Viaggio di ritorno.

Con ciò avrebbe dovuto chiudersi di fatto la riunione. Ma l'Amministrazione delle FF. SS. desiderando far conoscere ai



Garden-party offerta da S. E. Mussolini nella Villa Torlonia.

delegati stranieri i lavori di elettrificazione, che le precedenti tappe del viaggio avevano appena sfiorato, volle e seppe organizzare con signorile larghezza un supplemento di viaggio che per Pisa, Genova, Torino riconducesse la comitiva a Modane. E la sera del 22 alle ore 23 oltre 150 fra delegati e Signore, prendevano posto in un treno di lusso formato da otto vetture letto di ultimo modello e da una vettura salone che li conduceva felicemente, durante la notte a Pisa. Là, nel buffet della stazione, la Società Ligure-Toscana offrì la prima colazione. Quindi fra le ore 7 e le 9 si eseguì una rapida ma interessantissima visita ai monumenti della Città, dopo la quale i delegati furono ricevuti da S. E. il Cardinale Maffi; questi rivolse loro un nobile discorso di saluto, a cui rispose il Prof. Vallauri, Presidente generale dell'A. E. I.

Alle ore 9 il treno speciale ripartiva per Spezia e Recco, trainato da due locomotori trifasi sui quali presero posto, a turno, i delegati che più particolarmente si interessavano di trazione elettrica. A tutti l'Amministrazione delle FF. SS. aveva intanto fatto distribuire un ricco volume sullo sviluppo della trazione elettrica in Italia.

Una breve sosta a Levanto, dove l'Ing. Semenza, Presidente d'onore della C. E. I. e la sua Signora, abbandonavano la comitiva, salutati da lunghe e cordialissime acclamazioni.

A Recco i delegati erano attesi da una fila di automobili che li trasportarono rapidamente a Portofino Vetta dove l'Amministrazione Ferroviaria offriva la colazione. Alle frutta parlarono successivamente il Comm. Velani per il Direttore Generale delle FF. SS. e alcuni delegati stranieri. Tra grandi acclamazioni fu approvato l'invio di telegrammi a S. E. Ciano e all'Ing. Semenza.

Durante la colazione le nebbie che avevano offuscata la mattinata si erano intanto dileguate, e i delegati poterono così sostare a lungo sui terrazzi dell'albergo, ammirando l'imponente panorama.

Alle ore 16,30 il treno ripartiva da Recco ed alle 17 giungeva a Genova, dove l'Ing. Gonzales, Presidente della Sezione locale dell'A. E. I. coi colleghi del Consiglio erano ad attendere la comitiva.

In un ricevimento ufficiale in Municipio il Podestà, On. Ing. Broccardi, rivolse ai membri della C. E. I. il saluto della città. Dopo poche parole pronunciate dal Prof. Feldmann, i delegati visitarono le grandi sale del Palazzo Tursi e i Palazzi Rosso e Bianco. Assai gradita fu l'offerta delle copie delle lettere di Cristoforo Colombo, che il Podestà consegnò ai delegati.

Le ultime ore del pomeriggio furono impiegate ad una rapida visita, in automobile, alla città. Alla sera i delegati si radunarono a banchetto al Grand Hôtel Miramare. L'Ing. Gonzales portò ai convenuti il saluto della Sezione dell'A. E. I. e a lui risposero il Prof. Feldmann, e l'Ing. Brylinski; applaudite parole pronunciò anche il Prof. Lombardi.

Dopo aver pernottato nelle vetture letto del treno speciale, i delegati ripartirono la mattina del giorno dopo, sabato 24, per Arquata Scrivia, per visitare la sottostazione; ad Arquata la Soc. Edison offrì la prima colazione.

Per mezzogiorno il treno speciale era a Torino; alla colazione, tenutasi al Ristorante della Stazione parlò il Capo Compartimento delle FF. SS., Ing. Ehrenfreund, portando ai delegati il primo saluto della città.

Il pomeriggio fu impiegato in una rapida visita ai grandi stabilimenti della Fiat e successivamente in una gita a Superga. Dopo una visita alle tombe dei Principi di Casa Savoia i gitanti si riunirono per un the nel vicino Albergo; pronunciò felicissime parole l'Ing. Arrigo, Presidente della locale Sezione dell'A.E.I. al quale rispose Mailloux.

Al banchetto della sera, al Grand Hôtel del Valentino, presenziarono anche le Autorità. Vi furono parecchi discorsi, fra i quali uno, dell'Ing. Andreani, a nome del gruppo S.I.P. e degli industriali torinesi, e un'altro del Vice Podestà Buffa di Perrero. Risposero, Feldmann, Van der Bielt, e, applauditissimo, Maurice Leblanc: tutti ringraziò il Prof. Lombardi.

Non tutti i delegati parteciparono, il giorno successivo, domenica 25 settembre, alla partenza per Bardonecchia, avendo parecchi di essi scelto altre vie per ritornare ai rispettivi Paesi. Agli intervenuti, le FF. SS. offrirono a Bardonecchia la colazione, che diede luogo ancora ad uno scambio di discorsi: parlarono successivamente Jacobini, Huber Stockar, Mailloux e Lombardi.

Nonostante il tempo piovoso, parecchi delegati salirono a visitare le opere di presa della centrale. Dopo il the, offerto nel pomeriggio dalle FF. SS., scambiati gli ultimi ringraziamenti e gli ultimi saluti, la comitiva si sciolse, proseguendo

parte per Modane mentre altri, sempre con treno speciale, facevano ritorno a Torino.

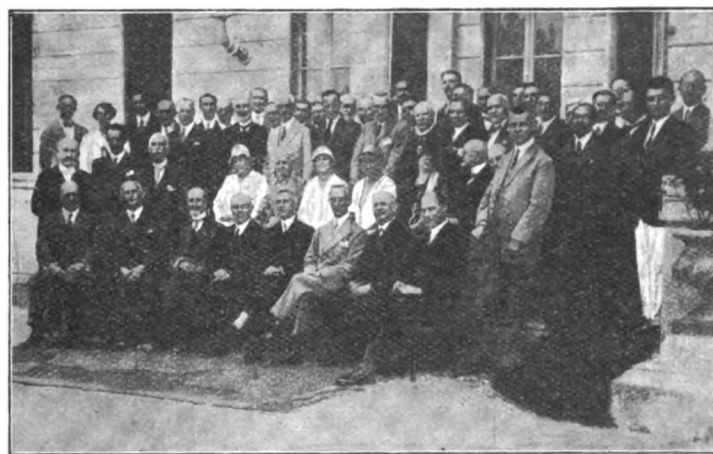
\*

Così si chiuse la fortunata riunione che lasciò senza dubbio ricordi incancellabili a quanti poterono parteciparvi e che ha certamente contribuito ad elevare negli stranieri l'opinione che essi potevano avere dell'Italia d'oggi. Il nostro Paese ha potuto mostrarsi ad essi non solo come l'impareggiabile culla della storia e delle arti in una cornice benedetta dalla Natura; ma anche come un paese ordinato, attivo, intraprendente che procede con ferma fede e con sicuro successo sulle vie della civiltà.

Il merito di questo cospicuo risultato di cui fecero testimonianza lusinghiera i rappresentanti di tutte le Nazioni mediante le loro reiterate espressioni di compiacimento e le numerose lettere di ringraziamento pervenute da quasi tutti i Comitati stranieri, è dovuto in massima parte al sapiente lavoro di organizzazione predisposto dai Comitati locali, al cortese interessamento delle Autorità cittadine e governative ed alle generose contribuzioni dell'Associazione Elettrotecnica, dei vari Ministeri, di alcune Banche e dei principali Enti e Società Industriali; a tutti la Presidenza del Comitato Italiano sente il dovere di rinnovare ancora in questo luogo le più vive azioni di grazie. Dei sacrifici compiuti è largo compenso il sentimento generale di ammirazione e simpatia, che tutti i Delegati riportarono per il nostro Paese.

## □ IL CONGRESSO DI BELLAGIO DELLA COMMISSIONE INTERNAZIONALE DELLA ILLUMINAZIONE (31 agosto-3 settembre 1927)

I. — La Commissione Internazionale della Illuminazione ha tenuto recentemente a Bellagio il suo terzo Congresso del dopo guerra. Non si trattava, ufficialmente, d'un Congresso plenario; ma la riunione è riuscita di importanza anche maggiore delle precedenti plenarie, sia per il gran numero di delegati intervenuti (67 delegati, rappresentanti dieci Comitati nazionali, oltre alcuni osservatori inviati dall'Ufficio internazionale del lavoro, dalla Unione internazionale dei costruttori di Lampade e dalla U. S. S. R.), che per la importanza delle questioni trattate, tanto in seno ai singoli Comitati di studio che in seno al Comitato esecutivo, talune delle quali riguardanti la organizzazione interna di lavoro della Commissione internazionale.



Un gruppo di Delegati.

Alle riunioni sono intervenute le maggiori personalità della Commissione; nella impossibilità di darne l'elenco completo, si ricorda qui, fra gli stranieri, il Presidente Generale, Dott. P. E. Hyde, il Vice Presidente Edgumbe, il Tesoriere onorario Dott. Paterson, il Segretario Generale Dott. Walsh e poi il Prof. Janet, il Dr. Sharp, l'Ing. Filliol, il Prof. Kennelly, il Dott. Halbertsma, il Dott. Meyer, il Prof. Blondin, il Prof. Pirani, l'Ing. Marks, il Prof. Joye, il Dott. Jolley, l'Ing. Payot, il Dott. Fleury, l'Ing. Tanaka, il Dott. Bloch, l'Ing. Largiader, il Prof. Teichmüller, l'Ing. Dziobek, l'Ing. Jouaust, il Dott. Wissmann, l'Ing. Cellerier, il Dott. Gaster, l'Ing. Trueb, l'Ing. Binkert, il Dott. Rhodes, il Dott. Hartridge, ecc.

Il Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento, che aveva organizzato la riunione col validissimo aiuto del

Prof. C. Montù e della Segreteria del Comitato Elettrotecnico Italiano e con l'appoggio finanziario delle maggiori fabbriche di lampade, era rappresentato dal Presidente, Prof. Bordini, dal Vice Presidente, Ing. Semenza, dal Segretario, Ing. Via, e dai Membri Ing. Böhm, Ing. Clerici, Ing. Danesi, Ing. Ferrario, Cav. Muggia, Prof. Montù, Ing. Pellò, Ing. Peri, Ing. Puccioni.

2. — Il programma della riunione comprendeva due riunioni plenarie di tutti i delegati, oltre le riunioni del Comitato esecutivo (due), del Comitato per la illuminazione delle scuole ed officine (due), del Comitato per il Vocabolario (due), del Comitato per la fotometria eterocromatica (due), del Comitato per le definizioni fondamentali ed i simboli (due), del Comitato per i proiettori di automobili (una) e del Comitato per la colorimetria (una); tutte le sedute, alle quali presero parte numerosissimi delegati, riuscirono animate, assai interessanti dal punto di vista degli argomenti trattati e conclusive.

Furono presentati alle varie riunioni 46 rapporti e memorie originali, di cui si dà qui l'elenco; di questi, ne furono presentati 12 dal Comitato Nazionale italiano, 11 da quello francese, 10 da quello inglese, 6 da quello degli Stati Uniti, 5 da quello tedesco, e così via. Dei lavori presentati dal Comitato Italiano, quattro erano opera collettiva del Comitato stesso (i numeri 5, 11, 20, 21); quattro erano del Prof. Bordini (numeri 27, 32, 33, 41); due dell'Ing. Clerici (numeri 14, 20), uno dell'Ing. Peri (13) ed uno dell'Ing. Danesi (12).

#### LISTA DELLE MEMORIE PRESENTATE AL CONGRESSO

##### Questioni Generali.

1. « Etalon de lumière blanche basé sur les propriétés du corps noir » - (Francia).
2. « Note sur l'opportunité de définir certains méthodes simples permettant la comparaison de différents échantillons de verres diffusants, ou matériaux analogues, par rapport à des étalons connus » - (Francia).
3. « Recommendations for the advancement of the work of the I. C. I. » - (Stati Uniti).
4. 5. 6. Remarks on the above from the National Committees of Great Britain, Italy and France.
7. « British Standard Specification for portable photometers » - (Inghilterra).
8. « British Standard Specification for industrial reflector fittings » - (Inghilterra).
9. « British Standard Specification for street lighting » - (Inghilterra).
10. « British Standards Specification for tungsten filament lamps » - (Inghilterra).
11. « Norme Tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampade elettriche » - (Italia).
12. « Methodes et moyens de l'éclairagisme » - S. Danesi - (Italia).
13. « Eclairage et éclairage apparent des routes » - G. Peri - (Italia).
14. « L'Enseignement de la science ed de l'art de l'éclairage en Italie » - C. Clerici - (Italia).
15. « Sur un photomètre universel portatif » - A. Blondel - (Francia).
16. « 1927 Report of Committee on Street Lighting » - (Stati Uniti).
17. « Results of practical experiences in photo electric photometry » - W. F. Little and C. E. Horn - (Stati Uniti).
18. « Further developments in photoelectric photometry » - C. H. Sharp and H. A. - (Stati Uniti).
19. « Photometry and watt measurements of incandescent lamps on ordinary A. C. circuits » - C. H. Sharp and E. D. Doyle - (Stati Uniti).
20. « Brevi nozioni di tecnica della illuminazione » - (Italia).
21. « Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo » - (Italia).

##### Proiettori per automobili.

22. « Die Regelung der Kraftfahrzeugbeleuchtung im Deutschen Reiche » - (Germania).
23. « The automobile headlight problem » - L. B. W. Jolley - (Inghilterra).
24. « The reduction of glare from automobile headlights » - J. W. T. Walsh - (Inghilterra).
25. « L'Eclairage des automobiles » - P. Bossu - (Francia).
26. « Report of Committee on Automobile Headlights » - (Olanda).

##### Definizioni e Simboli.

27. « Considerations relatives à la définition des principales grandeurs photométriques et au choix des unités correspondantes » - U. Bordini - (Italia).
28. « Remarques sur les considérations présentées par le Prof. Bordini au sujet des grandeurs photométriques » - C. Clerici - (Italia).
29. « Stellungnahme zu Ziffer (7) der « Principales décisions der Gener Tagung der Int. Beleuchtungskommission in 1924 » - (Germania).
30. « Grandeurs et unités photométriques » - A. Blondel - (Francia).
31. « Résumé des définitions photométriques » - Ch. Fabry - (Francia).

##### Illuminazione delle Scuole e delle Officine.

32. « Report » by U. Bordini - (Italia).
33. « De l'individualisation quantitative rationnelle du degré de gravité des phénomènes d'éblouissement » - U. Bordini - (Italia).

34. « Bericht über die Stellungnahme des deutschen Comité zu dem Entwurf « Internationale Regeln, Vorschriften und Empfehlungen für Fabrik — und Schulenbeleuchtung » - W. Wissmann - (Germania).
35. « Leitsätze der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft E. V. » - (Germania).
36. « Developments in school; and industrial lighting in England » - L. Gaster - (Inghilterra).
37. « Rapport de la Commission de l'éclairage des usines et des écoles » - (Francia).
38. « Leitsätze für Beleuchtung » - (Svizzera).

##### Vocabolario.

39. « British Standard Glossary of terms used in photometry » - (Inghilterra).
40. « Suggestions regarding the classification » - J. W. T. Walsh.
41. « Observations sur les propositions de Mr. Walsh » - U. Bordini.
42. « Plan d'un vocabulaire de l'éclairage » - F. Fleury.

##### Fotometria eterocromatica.

43. « L'Emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome » - R. Jouaust et P. Wagnet - (Francia).
44. « Choix d'une valeur pour la constante  $C_2$  de Wien » (Francia).
45. « Normallampen für Farbtemperaturen » - W. Dziobek und M. Pirani - (Germania).
46. « Colour » - M. Pirani - (Germania).

Sarà reso noto presto il testo ufficiale delle varie deliberazioni prese sia dai singoli Comitati, sia dalla Commissione plenaria. Si può dire fin d'ora, però, che la partecipazione dei delegati italiani è stata assai importante e, in taluni casi, decisiva per l'orientamento delle deliberazioni stesse. Così, in seno alle Commissioni per le questioni fondamentali e del Vocabolario è stato finalmente accettata, dopo animate discussioni, la parte sostanziale dell'ordine di idee che il Prof. Bordini sostiene fin dal 1918 e che già, nella riunione di Parigi del 1921, per quanto non accolto per il momento, era servito almeno ad impedire che si continuasse per la vecchia via; molto interesse ha destato la documentata ricerca sperimentale dell'Ing. Peri sulla illuminazione e la luminosità delle strade, sia per la sua giusta impostazione che per i notevoli risultati conseguiti; discussioni importanti sono state sollevate dalle apprezzatissime letture dell'Ing. Clerici sull'insegnamento della scienza e dell'arte della illuminazione e dell'Ing. Danesi sopra l'argomento, affine, dei metodi da impiegare per lo sviluppo di ciò che i francesi chiamano « éclairagisme », i tedeschi « Lichtwirtschaft » (e che il Danesi stesso ha proposto di chiamare, in italiano « lucicoltura », mentre altri si sono mostrati più favorevoli al vocabolo « fotonomia »); e le ricerche sperimentali del Prof. Bordini intorno alla possibilità di una misura della importanza dei fenomeni di abbagliamento sono state considerate come aprenti alla tecnica dell'illuminazione una nuova via, capace di condurre ad un insieme logico di prescrizioni sull'argomento, la cui importanza appare ogni giorno maggiore. Ma contributi apprezzati allo svolgimento della riunione ed al suo successo sono stati portati anche dai delegati italiani che non avevano potuto presentare lavori individuali (oltre la parte importante già da essi presa nella preparazione dei lavori di carattere collettivo sopra indicati); va ricordata, al riguardo, la efficace continuazione, in seno al Comitato esecutivo, dell'opera che da anni va svolgendo l'Ing. Böhm per ottenere che, malgrado le gravi difficoltà tecniche che vi si oppongono, sia riconosciuta alla lingua italiana una parte più importante di quella che essa non abbia attualmente.

3. — Il lavoro futuro della Commissione Internazionale sarà reso senza dubbio più efficace dalla riorganizzazione che è stata fatta a Bellagio dei Comitati di studio i quali, diventati 15, sono stati affidati a singoli Comitati Nazionali, che ne cureranno l'attività. L'assegnazione non è ancora completa; ma al Comitato Nazionale Italiano è stata già affidata la Presidenza del Comitato per le ricerche fondamentali sul fenomeno dell'abbagliamento.

La Commissione Internazionale ha altresì deciso (oltre alle deliberazioni speciali dei singoli Comitati di studio) di intensificare lo studio delle questioni di unificazione (d'accordo con gli altri Enti internazionali che si occupassero eventualmente di questioni eguali od affini), e principalmente delle unificazioni relative:

- a) alle questioni fondamentali della tecnica della illuminazione;
- b) ai materiali di illuminazione;
- c) alla legislazione sulla illuminazione.

Finalmente, la Commissione si occuperà anche di coordinare e di aiutare gli sforzi che già vari Comitati Nazionali stanno facendo (non ultimo certamente il Comitato italiano) per diffondere le nozioni fondamentali relative alla tecnica della illuminazione e per formare una vera e propria coscienza generale della necessità che la illuminazione (specie quella artificiale, che d'ordinario è la più difettosa) sia curata assai più di quanto oggi generalmente non avvenga.

Fra le questioni sollevate, ma non risolte ancora a causa della loro complessità, v'è quella, posta dal Comitato francese, d'una eventuale trasformazione della Commissione, che fino ad oggi si è occupata soltanto di questioni relative alla illuminazione, in « Commissione internazionale della Illuminazione e del Riscaldamento ». Questa trasformazione si è già imposta in alcuni Comitati Nazionali (pri-



ma in quello italiano, poi in quello francese) a causa dell'interesse decrescente o praticamente nullo che le questioni della illuminazione hanno per l'industria del gas, che, a norma dell'attuale Statuto della Commissione, deve essere rappresentata in ogni Comitato Nazionale. Dopo una breve discussione sulle modificazioni che questa trasformazione imporrebbe all'attività della Commissione, è stato deliberato di affidare ai Comitati Nazionali francese ed italiano l'incarico di redigere, per il prossimo Congresso internazionale, un rapporto che illustri più completamente la proposta e le sue conseguenze.

4. — Scadeva in quest'anno dalle funzioni di Presidente Generale, dopo due trienni, il Dott. Hyde. Preso atto con rammarico delle ragioni personali che gli impedivano di accettare una rielezione, il Comitato esecutivo ha nominato al suo posto il Dott. Paterson, ha confermato il benemerito Dott. Walsh nell'ufficio di Segretario Generale, ed ha nominato Tesoriere l'Ing. Filliol.

Alcune riunioni amichevoli hanno contribuito efficacemente alla grande cordialità che ha costantemente regnato fra tutti i delegati. Fra queste, la signorile garden-party che, con cortesia veramente squisita, il Prof. Montù ha voluto offrire a tutti i congressisti nella magnifica Villa Serbelloni e la riuscitissima gita automobilistica in Brianza (il 3 settembre) resa gaia dalla colazione al cesto all'Alpe del Borgo e dal ricevimento gentilmente offerto dall'Ing. Clerici nella sua splendida villa di Erba ed estremamente suggestivo dall'incantevole e vario paesaggio che per alcune ore si è svolto sotto gli occhi lietamente meravigliati dei gitanti.

La vivacità insolita e la frequenza dei ringraziamenti che i Congressisti stranieri hanno voluto fare non solo, ufficialmente, al Comitato Italiano, ma altresì, privatamente, ai suoi Membri, tutte le volte che ne avevano l'occasione, ringraziamenti per la comodità e l'ordine con la quale il Congresso si è potuto svolgere, e per le piccole attenzioni usate loro dal Comitato, lasciano confidare che il breve soggiorno in Italia abbia lasciato nei Congressisti una gradita impressione e testimoniano che il Comitato Italiano non è venuto meno ai suoi graditi doveri di ospitalità.

Il prossimo Congresso sarà tenuto assai probabilmente a New York.

## LETTERE ALLA REDAZIONE

### Il fattore di potenza e i motori in corto circuito.

Riceviamo:

*Nel n. 32 del 15 novembre u. s., dell'Elettrotecnica sotto la rubrica «Sunti e sommari», E. Rosemberg mette in evidenza la superiorità del motore in corto circuito classico a gabbia di scoiattolo in confronto di quello con rotore avvolto ad anelli e spazzole e dei tipi speciali di motori in c. c. attualmente tornati di moda, facendo in particolare rilevare il vantaggio che se ne può trarre per la semplicità della sua manovra che consente di lasciare in un impianto inseriti soltanto quei motori che lavorano a pieno carico o quasi, fermando quelli che marciando a vuoto o quasi sono la causa principale del basso fattore di potenza di un impianto. Aggiunge che, di fronte a tale vantaggio è tollerabile l'unico innegabile difetto, del motore in c. c. che è quello di presentare un colpo di corrente all'avviamento che può giungere a 6 volte quella di pieno carico.*

*Ora a tale proposito credo utile ricordare che è entrato da poco nella pratica un dispositivo da me studiato e che, secondo me, merita di essere diffuso e incoraggiato perchè appunto toglie anche questo inconveniente e dà l'avviamento mediante la semplice chiusura dell'interruttore che può essere fatta naturalmente anche con comando a distanza od automaticamente con galleggianti, orologi, relais, ecc., e con un assorbimento di corrente non superiore al doppio di quella di pieno carico.*

*Dell'apparecchio ho trattato sull'Elettrotecnica del 15 settembre 1926, vol. XIII, n. 26. Esso appunto è stato creato allo scopo di diffondere l'uso del motore in c. c. specie da noi ove, forse per il lungo predominio dell'industria tedesca col relativo dumping dell'anteguerra sul nostro mercato elettrotecnico, persiste un certo feticismo per il motore ad anelli, il quale invece andrebbe relegato a quei casi, di gran lunga meno numerosi, in cui si richiedono speciali requisiti di coppia di spunto, di regolabilità di marcia, ecc.*

*Difatti, se guardiamo agli Stati Uniti d'America vediamo che predomina l'uso del motore in c. c. anche per notevoli potenze e del motore sincro e gli avviamenti vengono fatti in corto circuito si e no con l'interposizione di un'induttanza per le potenze maggiori. Vero è che là influisce molto su questo fatto la esuberanza di energia e la larghezza di potenzialità degli impianti, ma appunto con l'uso dell'autoavviatore R. I. F., anche nei nostri più modesti impianti si possono avere i benefici di un largo uso di tali motori semplici, solidi, economici che possono essere avviati e fermati quante volte occorra senza inconvenienti per il motore stesso, per la rete, per*

*l'apparecchio che, agendo induttivamente senza contatti mobili, senza parti soggette a riscaldamento pericolosi, tollera avviamenti comunque frequenti.*

*Concludendo l'avvenire è riservato al motore in corto circuito e per le potenze maggiori al motore sincro se vogliamo giungere al massimo e razionale sfruttamento degli impianti, per il che occorrono dispositivi semplici di comando alla portata di tutti, anche non tecnici, in modo che l'avviamento e l'arresto di un motore, anche grosso, non differisca praticamente dalla manovra di una semplice lampadina: il mio autoavviatore dà, secondo me, questa possibilità. Gli industriali intelligenti e coscienziosi che sanno conciliare il reale progresso tecnico coi loro interessi commerciali, dovrebbero prenderlo nella giusta considerazione.*

Ing. FRANCESCO RAIMONDI.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### MATERIALI.

**P. MARTINET — Studio e specificazione degli oli per turbine a vapore.** (R. G. E., Vol. XXI, N. 11, 16 marzo 1927, pag. 419).

Dato il gran numero di tipi di oli lubrificanti messi in commercio per turbine a vapore, la grande importanza che hanno questi oli nel funzionamento delle turbine stesse, e dato che le diverse cifre caratteristiche di un olio (densità, viscosità a diverse temperature, punto di infiammabilità e di emulsibilità, percentuale di acidità minerale e organica) non possono dare che una idea approssimativa del comportamento di essi, e della loro durata di servizio, non tenendo conto esse delle possibili trasformazioni durante l'uso, specialmente dell'ossidazione, è necessario liberare la questione degli oli di una parte del mistero, col quale ci si compiace di attorniarla. Oggi lo studio sui componenti degli oli è tale da permettere di dare indicazioni pratiche di un valore incontestabile. Queste indicazioni permetteranno di stabilire metodi di prove, fra i quali una prova di invecchiamento artificiale, specialmente adatta alle condizioni di funzionamento delle turbine a vapore.

Gli oli per turbine a vapore si riattaccano sia alla serie delle paraffine, idrocarburi saturi della formola  $C_n H_{2n+2}$ , sia alla serie dei nafteni, idrocarburi saturi a catena chiusa della formola  $C_n H_{2n}$ , serie che non va confusa con la isomera non satura delle olefine, che sono composti instabili lacunari, che esistono negli oli minerali, ma che in generale vengono eliminati durante la raffinazione.

Vedremo in seguito come gli oli a base naftenica abbiano un miglior potere lubrificante. Notiamo però subito che quelli a base naftenica di provenienza russa di Bakou danno (secondo l'A.) distillati molto migliori di quelli del Texas, dato che questi ultimi contengono molti composti lacunari, zolfo e composti azotati.

La raffinazione degli oli per turbine a vapore deve essere molto accurata, poichè essi devono presentare una acidità quasi nulla, una tendenza molto debole alla formazione di depositi, una grande resistenza alla ossidazione e una buona demulsibilità.

La presenza di depositi saponificabili solubili, e di acidi grassi e organici, costituisce un gravissimo inconveniente, poichè oltre agli inconvenienti dovuti all'inquinamento, e alla diminuita trasmissione del calore da parte del refrigerante, e alla minor durata di funzionamento degli oli stessi, l'olio acquista una grande emulsibilità in presenza di acqua, poichè gli elementi suddetti possiedono una tensione superficiale, in rapporto all'acqua, molto minore degli idrocarburi saturi.

La raffinazione dei distillati serve ad eliminare i corpi asfalterici e resinosi, i composti ossigenati, azotati e solforosi, i composti lacunari instabili, e i prodotti di decomposizione nocivi, che si formano nella raffinazione stessa.

Gli oli vengono anzitutto trattati con acido solforico, a temperatura e concentrazione convenienti, poichè altrimenti potrebbero venir attaccati i carburi stessi, della serie del metano e dei nafteni. In questo trattamento i carburi non saturi, le olefine, danno luogo a alcool e a prodotti di polimerizzazione, in quantità variabile a seconda della concentrazione e temperatura. Le materie resinose e asfalteriche vengono precipitate sotto forma di un fango vetriolico. I composti ossigenati, gli acidi naftenici, vengono depositi senza modificazione alcuna in questo fango.

Quindi gli oli vengono trattati con soda caustica, la quale trasforma gli acidi naftenici, solforosi e solforici, che si sono formati col trattamento precedente, in sali che vengono eliminati dalla liscivia stessa, e dai lavaggi successivi. E' necessario evitare che impurità mescolate alla liscivia diano luogo a formazione di sali naftenici insolubili in acqua. Il trattamento con liscivia dovrà farsi con acqua pura.

Gli oli per turbine poi subiscono un'ulteriore raffinazione, per la quale vengono utilizzati diversi idrosilicati, i quali agiscono per assorbimento, ossia per azioni superficiali. Sono usate in generale terra

da follone, floridina, ecc., sia mescolato all'olio, sia sotto forma di materia filtrante. Vengono assorbite così le resine, gli asfalti, gli acidi naftenici, i composti azotati e sulfurei, i carburi non saturi, e più difficilmente i carburi aromatici.

Gli oli per turbine così ottenuti non devono contenere composti di zolfo, devono presentare un indice di acidità, espresso in quantità di potassa caustica neutralizzante, nelle condizioni che verranno indicate, pari a 0,07, non devono contenere sostanze alcaline, e una percentuale di ceneri inferiore a 0,10.

La raffinazione deve spingersi fino a rendere gli oli stabili all'azione di una ossidazione lenta. Kissling, Schwartz, e Marcusson hanno però dimostrato che gli oli molto raffinati, ossidati con riscaldamento all'aria, danno luogo a una maggior quantità di acidi catramosi e a una minor quantità di depositi insolubili che non quelli meno raffinati. Stäger ha completato poi le ricerche con le curve della fig. 1. Le curve

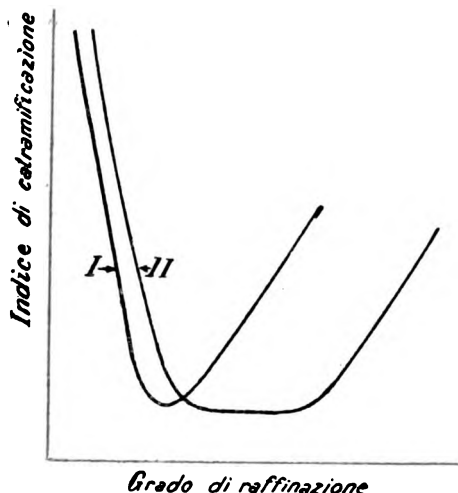


Fig. 1.

I e II mostrano la variazione dell'indice di catramificazione per gli oli a base paraffinica e naftenica al variare del grado di raffinazione. Nelle norme per la verifica degli oli Kissling ha introdotto, per poter dare un elemento che permetta di determinare la reazione dovuta ai prodotti di decomposizione acida, durante il periodo di ossidazione dell'olio, un fattore, sotto il nome di indice di catramificazione, fattore che dà una idea dell'alterazione degli oli durante il loro uso. Questo fattore viene determinato trattando, con una soluzione alcoolica di soda, dell'olio che prima viene riscaldato per un certo tempo, e soffiato con ossigeno. I prodotti della reazione vengono quindi separati, dopo neutralizzazione con un acido, e i risultati sono riportati a 100 g. d'olio.

Le curve I e II indicano chiaramente come l'indice di catramificazione aumenti a partire da un certo grado di raffinazione, e come per gli oli a base naftenica prolungando la raffinazione, vi sia meno pericolo di una ossidazione distruttiva. Notiamo che le curve I e II si riportano al comportamento dell'olio durante ossidazione nell'uso, però lo stesso fenomeno si annunzia già durante l'operazione stessa della raffinazione.

La raffinazione dovrà essere condotta in modo da evitare la formazione di composti solubili, particolarmente di acidi grassi e organici che facilitano l'emulsibilità dell'olio.

I carburi non saturi sono più facilmente ossidati che non i saturi; però anche questi ultimi subiscono una ossidazione. Questa ossidazione aumenta con la temperatura e fino a una temperatura di 120° la reazione avviene con velocità variabile secondo la legge di Van t'Hoff: a temperature elevate si formano degli acidi asfaltogeni, ma ciò non ha importanza per gli oli delle turbine, che non raggiungono mai temperature superiori a 120°.

L'azione lenta ossidante degli oli a 120° in presenza d'aria è stata studiata dal Kissling, il quale ha constatato la formazione di acidi catramosi, che possono separarsi mediante soluzione alcoolica di soda e la formazione di un deposito insolubile.

In quanto alla ossidazione di un olio in servizio essa può essere accelerata da un'autossidazione dei carburi non saturi che fissano l'ossigeno formando composti perossidati, e di quelli saturi che fissano ossigeno, eliminando idrogeno con formazione di acqua ossigenata.

Agiscono con azione catalitica sulla ossidazione, e solo in quantità, i metalli e le diverse impurità che si trovano presenti. In quanto all'azione ossidante delle correnti elettriche, essa, benchè esista, non è ben conosciuta.

L'ossidazione degli oli si esplica quindi in formazione di composti di polimerizzazione, acidi petrolici solubili, acidi grassi e depositi insolubili. Alcuni di questi acidi formano con i metalli dei saponi molto dannosi al meccanismo di circolazione e raffreddamento degli oli stessi. I depositi insolubili poi e l'acqua si depositano nelle parti basse delle condutture.

In quanto all'indice di acidità e di neutralizzazione, acidità che dipende prevalentemente dal processo di raffinazione, esso nelle mo-

derne specifiche di ricezione viene determinato in base al numero di milligrammi di idrato di potassio necessari alla neutralizzazione dell'acido libero contenuto in un grammo d'olio. A questa notazione se ne uniscono altre due: una riferita alla percentuale di acido oleico, l'altra di anidride solforica. I tre numeri corrispondenti a queste tre notazioni, per uno stesso olio, sono legati fra loro da un rapporto costante. Il contenuto di anidride solforica si ottiene dividendo per 14 l'indice di neutralizzazione; quello in acido oleico dividendo lo stesso indice per 2. Però la notazione in anidride solforosa viene oggi abbandonata, perchè dà luogo a confusione da parte delle persone che poco conoscono la chimica degli oli minerali.

Notiamo però che l'indice di neutralizzazione ci dà la quantità di acidi contenuti nell'olio al momento dell'acquisto, mentre l'indice di catramificazione dà un'idea del comportamento dell'olio dal punto di vista delle reazioni acide durante il suo impiego. Un piccolo indice di neutralizzazione ci dice che l'olio ha subito una raffinazione prolungata, ma non come questa sia stata dall'olio sopportata, il che come mostrano le curve I e II sarebbe di grande interesse.

Abbiamo visto che come prodotto della ossidazione degli oli si avevano saponi, e composti solubili e insolubili. I saponi e i composti insolubili vengono a depositarsi sulle pareti del circuito a danno della circolazione e della trasmissione del calore. Anche alcuni composti, solubili solo a elevate temperature, vengono a depositarsi sulle pareti a bassa temperatura. La quantità di questi depositi è legata alla presenza di carburi non saturi, e quindi al grado di raffinazione, che, come abbiamo detto, per uno stesso indice di catramificazione, può essere molto più elevato per gli oli a base naftenica. Le impurità introdotte nell'olio durante il funzionamento della turbina non hanno che un'azione catalitica.

L'acqua presente nell'olio può aumentare la quantità dei depositi con la formazione di emulsioni solide con le parti saponificabili dei depositi e degli acidi insolubili. Se l'olio possiede eccellenti proprietà di demulsibilità, l'influenza dell'acqua diviene trascurabile, specialmente se il sistema di circolazione dell'olio nella turbina è stato ben calcolato, e se il serbatoio contiene tutte le comodità necessarie alla purificazione e alla eliminazione dell'acqua separata.

La demulsibilità è la qualità che possiede l'olio di separarsi dall'acqua con la quale si è prima emulsionato. Questa proprietà, per uno stesso olio, varia con la viscosità, e quindi con la temperatura; però tipi di oli di apparenza simili e di egual viscosità, possono presentare demulsibilità affatto diverse. Su queste differenze influisce non solo il processo di raffinazione, ma anche le impurità contenute nell'olio stesso, allo stato di dissoluzione o colloidale, solubili a diverse temperature. Se si potessero ottenere oli puri, formati esclusivamente da idrocarburi saturi, essi forse certamente presenterebbero la stessa demulsibilità.

E ancora una volta dobbiamo considerare la superiorità, nei rapporti della demulsibilità, degli oli a base naftenica, i quali per uno stesso indice di catramificazione possono subire una raffinazione maggiore e quindi diminuire le impurità presenti e facilitare la demulsione. Il filtraggio con terra a follone ha quindi una grande importanza. Ai fini della demulsibilità sono dannosi gli acidi; gli acidi organici saponificabili possono formare con l'acqua una emulsione permanente; quelli non saponificabili provocano una agglomerazione costante di particelle d'acqua, in virtù della loro debole tensione superficiale in rapporto a quest'ultima.

La viscosità dell'olio influisce sulla demulsibilità, in quanto la tensione superficiale in rapporto all'acqua diminuisce, con l'aumentare del peso molecolare delle frazioni, e specialmente in quanto le attrazioni molecolari offrono una resistenza al movimento dei globuli d'acqua.

Sulla demulsibilità influisce da ultimo il peso specifico, poichè evidentemente la velocità di discesa delle particelle d'acqua è legata alla differenza dei pesi specifici dell'olio e dell'acqua, ed è per questo che per turbine non si deve salire con la densità dell'olio al di sopra di 0,9.

E' conveniente provare gli oli ogni mese nei rapporti della demulsibilità. Ciò indicherà non solo il buono stato dell'olio, ma anche il suo grado di acidità e la sua facilità a formare depositi. Per queste prove è necessario che una stessa quantità di olio venga mescolata costantemente con una stessa quantità di acqua e che il riscaldamento proceda con egual regolarità e per tempi eguali. La quantità d'acqua da mescolarsi dovrà essere poca, in quantità proporzionale a quella che si trova nel serbatoio di una turbina a vapore, ma per la facilità delle letture nella misura, questa quantità non potrà ridursi eccessivamente e noi proponiamo 20 cm<sup>3</sup> d'acqua per 50 cm<sup>3</sup> di olio. Si capisce facilmente come si debba usare acqua purissima distillata.

Notiamo poi che per la eliminazione continua dell'acqua dall'olio nelle turbine stesse, le disposizioni costruttive usate oggi essendo poco soddisfacenti, e così pure le operazioni periodiche di purificazione, conviene porre sul davanti della turbina una tasca nella quale l'acqua venga a depositarsi. Una tubazione di spurgo sul fondo di questa tasca avrebbe una efficacia maggiore dei dispositivi finora usati.

Da quanto si è detto risulta chiara la necessità, date le grandi velocità e pressioni raggiunte nelle turbine a vapore, di determinare un metodo di prova meglio appropriato alla specifica degli oli durante l'uso, e così pure nuove norme per l'uso di questo metodo. Queste

prove benchè non diano una idea esatta del comportamento dell'olio durante 10.000, 20.000 ore di funzionamento, danno però indicazioni molto precise.

Le condizioni di prova non realizzano in modo completo le condizioni di funzionamento; in esse non si tien conto dell'acqua e delle impurità che con gli olii sono continuamente mescolate. Notiamo però che l'influenza che l'acqua ha sugli olii è intimamente legata alle loro qualità acide, alla loro tendenza a formare depositi, e alla loro demulsibilità, e come anche le impurità agiscano solamente in modo catalitico accelerando le reazioni.

Se poi le temperature di prova son superiori a quelle che si hanno nelle turbine, pur tuttavia non si raggiungono mai 120° e fino a questa temperatura un aumento di questa non ha per effetto che una accelerazione delle reazioni.

Il metodo di prova che descriveremo è già stato usato in alcuni laboratori (Stäger) con temperature dello stesso ordine, ma con durate di invecchiamento maggiori.

La base di queste prove potrebbe riattaccarsi alle « Norme relative alla prova degli olii minerali per trasformatori e interruttori dell'Association Suisse des Electriciens e dell'Union de Centrales Suisses d'Electricité » tenendo conto delle varianti necessarie per gli oli per turbine a vapore.

La prova di invecchiamento si potrebbe fare a 110° C e il riscaldamento potrebbe durare 300 ore. Per la prova il recipiente dovrebbe disporsi in modo che una corrente d'aria potesse produrre effetti analoghi di rimescolamento e di polverizzazione dell'olio in presenza dell'aria. Per tener conto dell'influenza catalizzante degli elementi che sono presenti nelle turbine si potrebbe costruire il recipiente in ghisa bruta, con dimensioni tali da presentare all'olio una superficie bagnata che stia al volume dell'olio, nello stesso rapporto che si ha nelle turbine; porre nel recipiente una placca di acciaio di dimensioni determinate; si può trascurare di mettere del bronzo malgrado la sua azione catalizzatrice sia notevole, perchè esso si trova in presenza dell'olio nelle turbine in quantità minime, così pure si possono omettere l'ossido di ferro, e le polveri siliciche, perchè dopo 200 ÷ 300 ore di funzionamento dell'olio esse vi sono in quantità minima; così pure il cotone la cui presenza è puramente accidentale.

Per tenere conto dell'acqua si faranno prove di demulsibilità su quantità di olio prelevate dall'olio nuovo e dopo 100, 200, 300 ore di riscaldamento, e queste prove saranno fatte come si è detto sopra. Le prove di demulsibilità saranno fatte a 50° e il riscaldamento sarà della durata di due minuti, e si terrà conto dell'acqua depositata dopo 1, 2, 3, 4, 5 minuti di riposo dell'olio stesso. Data la velocità degli oli nelle turbine è logico che hanno maggior importanza le misure fatte dopo un breve riposo, ossia di 1, 2, 3 minuti.

La prova di invecchiamento sarà fatta su due litri d'olio dal quale si preleveranno ogni 100 ore di riscaldamento i campioni per le misure di demulsibilità e dell'indice di catramificazione e delle quantità di depositi.

Certo queste norme andranno studiate con maggior cura dai tecnici e dai chimici.

E. G.

## RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

**Y. KUSUNOSE — Bucatura del palloncino di vetro dei triodi trasmettenti.** (Proc. I. R. E., Vol. 15, maggio 1927, N. 5, pag. 431).

Nel funzionamento dei triodi trasmettenti su onda corta accade di frequente che, dopo breve tempo, si ha una bucatura del vetro in uno dei due colli del palloncino e precisamente dalla parte dei sostegni della griglia. Questo fatto avviene di rado nel funzionamento su onde lunghe e non può perciò attribuirsi alle cause comuni di rottura dei triodi.

Poichè, come è stato detto, la foratura avviene sempre nello stesso punto ed inoltre vi si notano intorno traccie di rammolimento del vetro, è probabile che questa avaria dipenda dalle perdite dielettriche nel vetro, dato che, appunto in quella zona, è più intenso il campo elettrico ad alta frequenza.

Consideriamo ad esempio il caso di un triodo M T 4 Marconi. Se si ammette che il campo abbia la distribuzione indicata dalla fig. 1 (nella quale è anche rappresentato il tipo di costruzione del triodo) e che la differenza di potenziale a frequenza radio fra placca e griglia possa raggiungere 10 kV, si può supporre che il campo più intenso si abbia nel punto *b* e che esso sia dell'ordine di 1 kV/cm.

Le perdite dielettriche nel vetro si possono calcolare approssimativamente con la formula:

$$P = k F^2 f \text{ W/cm}^2$$

dove *F* è l'intensità del campo in kV/cm, *f* la frequenza in kilocicli e *k* una costante dipendente dal materiale che, per il caso dell'esempio, è circa  $19.10^{-6}$ . Supponendo  $f = 15.10^3$  kc, le perdite nella parte del vetro sopra accennata ammontano a  $0,36 \text{ W/cm}^2$ . Poichè lo spessore del vetro è di 0,17 cm, la potenza perduta per unità di superficie è di  $0,061 \text{ W/cm}^2$ .

La temperatura raggiunta da questa parte della parete di vetro può essere calcolata considerando che, in un triodo M T 4, nel fun-

zionamento normale si ha un consumo di 80 W per l'accensione e 200 W dissipati sull'anodo. Poichè l'intera superficie del vetro è di  $450 \text{ cm}^2$ , la potenza irradiata per unità di superficie è di  $0,62 \text{ W/cm}^2$ . Ammettendo che di questa ne venga assorbita dal vetro il 20 %, si hanno  $0,12 \text{ W/cm}^2$  dissipati, che possono far raggiungere al vetro una temperatura di  $100 \div 160^\circ \text{ C}$ . Se si aggiunge la potenza perduta nel dielettrico nel funzionamento su onda corta, si può ritenere che, in definitiva, venga raggiunta una temperatura di  $200^\circ \text{ C}$ .

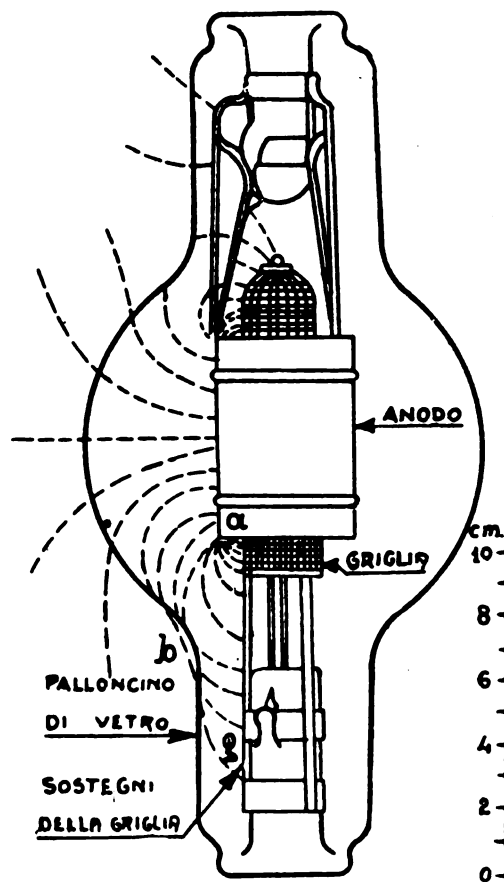


Fig. 1.

In realtà *k* non è costante, ma aumenta molto rapidamente con la temperatura, perciò il valore di  $200^\circ$  sopra dato, può essere largamente sorpassato. In determinate condizioni può quindi darsi che tutto questo calore ricevuto non possa essere smaltito. Allora la temperatura aumenta rapidamente, il vetro raggiunge il punto di fusione e, per effetto della pressione dell'aria, si produce una bucatura nell'involucro del triodo.

Queste ipotesi sono state in massima confermate da una serie di prove eseguite dall'A. L'inconveniente potrà quindi essere eliminato con i seguenti accorgimenti:

### A) Nell'impiego del triodo:

- 1) Raffreddare accuratamente quella parte del palloncino che viene esposta all'azione di un intenso campo elettrico.
- 2) Schermare quelle parti che più facilmente possano venire esposte ad un campo molto intenso.
- 3) Curare che i supporti del triodo non capitino in punti tali da annullare alcuni dei vantaggi precedentemente ottenuti.
- 4) Diminuire la tensione anodica e la potenza erogata in modo da mantenere la temperatura entro limiti di sicurezza.

### B) Nei riguardi del progetto:

- 1) Usare materiale che abbia piccole perdite dielettriche e che sia resistente al calore.
- 2) Studiare la forma dei palloncini e degli elettrodi in modo da eliminare la formazione di intensi campi elettrici in prossimità delle pareti del bulbo.
- 3) Schermare gli elettrodi in modo da eliminare l'inconveniente di cui al precedente n. 2.

### C) Nella fabbricazione:

Continuare la vuotatura del triodo per molto tempo dopo la fine del bombardamento elettronico, facendolo contemporaneamente funzionare su onda corta.

C. Mt.

**I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.**



# CRONACA

## LIBRI E PUBBLICAZIONI.

La Rassegna «Echi e Commenti» che si pubblica a Roma sotto la direzione del Sen. Achille Loria, comprende parecchie rubriche che riguardano i problemi più importanti, tecnici ed economici, del nostro Paese. Vi è così una rubrica destinata all'Economia e Finanza, un'altra ai Problemi militari, e una terza, «Suolo e Sottosuolo», che si occupa delle ricchezze minerarie, della utilizzazione delle acque, delle ricerche di combustibili, ecc.

Recentemente «Echi e Commenti» ha iniziato una rubrica delle «Industrie Elettriche» la quale ha avuto un pronto successo e si è rapidamente sviluppata. Vi collaborano molti fra i migliori nomi della tecnica e della industria elettrica italiana. Con articoli rapidi e sintetici vengono presentati i problemi più importanti e le questioni di maggiore attualità nel campo dell'elettrotecnica. La rubrica serve così di efficace propaganda, fra il pubblico colto, per questo ramo tanto importante della attività nazionale.

## SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

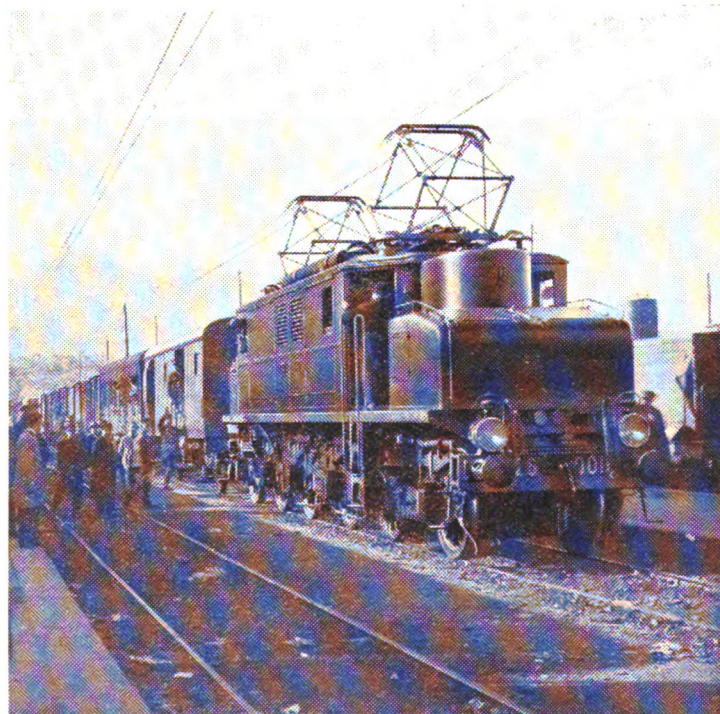
*Borse di Perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico di Milano.* — Il 5 ottobre si è riunita in Milano la Commissione Giudicatrice nominata dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per l'assegnazione delle borse di perfezionamento di L. 6000. La Commissione presieduta dal Sen. Pirelli e composta dai Proff. Sen. Corbino, Giacosa, Lori, Nasini, dagli Ingg. Milievi e Tarlarini, e dall'Avv. Biraghi, ha designato fra i 26 concorrenti per il godimento delle borse per l'anno 1927-1928 i seguenti giovani laureati.

*Per la Chimica:* Paolo Rovesti (Bordighera); Giuseppe Banchi Barini (Pisa); Alberto di Capua (Como).

*Per l'Ingegneria:* Carlo Enrico Galimberti (Cuneo); Gaio Marcello (Pisa).

## TRAZIONE E PROPULSIONE.

*Locomotive elettriche a corrente continua a 3000 V per la linea Benevento-Foggia.* — Sono state eseguite fra la fine di settembre e i primi di ottobre le prove di collaudo della prima locomotiva elettrica a corrente continua a tensione di 3000 V destinata alla Benevento-Foggia di recente elettrificazione. La locomotiva, costruita dalle Officine di Savigliano, e della quale presentiamo la fotografia, è la prima che venga usata sulle linee di Stato, per corrente continua a tensione così elevata. La potenza della macchina è di 1700 kW e la velocità è di 75 km. all'ora.



Locomotore in servizio nella stazione di Benevento.

Le prove di collaudo, tutte soddisfacentemente riuscite, comprendevano: una serie di 10 avviamenti consecutivi su pendenza del 10 ‰, fino a velocità di 75 km. all'ora trainando un treno di 350 tonnellate; una prova di servizio intensivo per 400 km. complessivamente, trainando un treno da 400 tonnellate; e prove di recupero su pendenze maggiori del 15 ‰ con velocità fra 25 e 60 km. all'ora.

# NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE

## Movimento delle Società Elettriche.

### BILANCI E DIVIDENDI.

*Soc. Distribuzioni Elettriche Zambellini* — Savona - Capitale L. 16.000.000.

Il bilancio dell'esercizio chiuso al 30 giugno 1927 presenta un utile netto di 2.761.741 sul quale si distribuisce alle azioni un dividendo di L. 14.

### VARIAZIONI DI CAPITALE.

*Soc. Impianti e Manutenzioni Elettriche e Telefoniche* — Firenze. E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 100.000 a L. 5.000.000.

*Soc. Elettrica della Campania* — Napoli. Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 5.000.000 a L. 10.000.000 emettendo 20.000 azioni da L. 250.

*Soc. An. Illuminazione Elettrica-Gavardo.* Aumenta il capitale sociale portandolo da L. 230.000 a L. 300.000.

*Soc. An. Forze Idrauliche dell'Abruzzo* — Roma. E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 1.250.000 a L. 15.000.000 mediante emissione di 27.500 azioni da L. 500.

*Soc. An. Telefoni Imprese Elettriche Idrauliche e Minerarie* — Roma.

Venne deliberata la riduzione del capitale sociale da L. 900.000 a L. 210.000 svalutando le azioni da L. 500 a L. 116,70.

*Soc. Italiana Telefoni Privati Anonima* — Milano.

Procede alla riduzione del capitale sociale da L. 7.600.000 a L. 4.750.000 svalutando le azioni da L. 80 a L. 50.

### COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

*Soc. Elettrica Aldo Netti* — Orvieto. Venne costituita con capitale sociale di L. 5.000.000 in 50.000 azioni da L. 100.

*Soc. An. Industria Commercio Materiali Elettrici* — Genova. E' stata costituita col capitale da L. 100.000 diviso in azioni da L. 500.

*Soc. An. Imprese Elettriche Morosi - S.A.I.E.M.* — Milano. E' stata costituita con capitale di L. 1.550.000 in 15.500 azioni da L. 100.

*Officine Meccaniche Elettrosiderurgiche* — Novara. Venne costituita con capitale di L. 500.000 in 500 azioni da L. 1000.

*Officine Elettromeccaniche Campioni Botteon Piacentini e C.* — Milano.

Si è costituita questa Soc. An. come trasformazione della preesistente Collettiva Officina Meccanica ed Elettrotecnica Campioni Botteon Piacentini e C. Capitale sociale di L. 30.000 in 300 azioni da L. 100.

*Tessuti Elettrotermici Negromanti* — Milano. Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

*Esercizi Centrali Elettriche - Milano - S.E.C.E.M.* — Milano. E' stato deliberato di procedere allo scioglimento anticipato della Società.

*Soc. Neri per Imprese Elettriche - S.N.I.E.* — Parma. E' stato deliberato lo scioglimento e la liquidazione della Società.

*Soc. An. Stabilimento Elettrochimico Orlando Ferruzzi* — Roma. Venne deliberato di procedere allo scioglimento anticipato della Società.

\* \*

La Società delle Nazioni nelle sue varie formazioni e coi suoi vari organi continua a svolgere una attività abbastanza intensa sia nel campo politico che in quello economico. Certo i risultati tangibili fino ad ora raggiunti non sono stati troppo grandi, nè tali da poter suscitare molte speranze per l'immediato avvenire. Tuttavia è certo che la continuità stessa del lavoro va creando l'ambiente più adatto per un'opera più proficua nel seguirsi degli anni. Sotto questo aspetto i lavori di Ginevra vanno riguardati con simpatia.

Una manifestazione fiancheggiatrice della Società delle Nazioni è stata anche la Conferenza internazionale per l'abolizione dei divieti di importazione ed esportazione. La Conferenza, iniziata il 17 ottobre ha chiusi i suoi lavori in novembre con la firma di una convenzione che impegna gli Stati firmatari ad abolire i vincoli di tal genere attualmente in vigore e a non stabilirne altri per l'avvenire. Sono state ammesse delle eccezioni ma in numero limitato e in casi particolari; fra esse, l'Italia ha fatto comprendere i propri provvedimenti per il grano, in relazione alla politica di intensificazione delle culture seguita attualmente dal Governo, e quelli per i rottami di ferro e minerali metallici di cui non produciamo abbastanza per le più impellenti necessità del nostro consumo interno.

Un'altra manifestazione interessante dell'attività ginevrina è la Conferenza per il disarmo. Ma l'interesse è dato non tanto dalla que-



stione in sé la quale certamente non sarà risolta coi discorsi di Ginevra, ma dal fatto che per la prima volta parteciperà ai lavori della Commissione anche la Russia. Come è noto essa si è sempre astenuta dall'intervenire a Ginevra per un ripicco contro la Svizzera; ora tale questione è stata evidentemente superata e così vedremo a Ginevra, accanto alla Germania, anche la Russia.

A questa deliberazione di Mosca non è probabilmente estranea la grave situazione interna la quale si fa sempre più tesa e minaccia di portare a una vera scissione della compagine bolscevica. Le lotte interne del partito sono arrivate a un parossismo di intensità che non può essere a lungo tollerato e gravi avvenimenti sono certo alle viste.

Anche fra i confinanti colla Russia la situazione è tutt'altro che calma e serena. Specialmente fra la Lituania e la Polonia i rapporti sono estremamente tesi, mentre d'altra parte anche la situazione interna della Lituania è molto difficile. Grandi interessi sono in gioco al riguardo, alcuni visibili ed immediati, altri forse meno diretti ma anche più gravi. Certo è che il gioco delle grandi Potenze è molto serrato intorno alla Polonia e alla Lituania.

Mosca è intervenuta a dare consigli di saggezza a Varsavia, mentre pare che Berlino sia a sua volta intervenuta a Mosca. La Francia e l'Inghilterra hanno anch'esse grandi interessi in quella difficile regione d'Europa che minaccia di diventare una seconda Balcania.

Altre questioni scottanti sono in giuoco fra l'Ungheria e la Rumenia e di esse dovrà ancora occuparsi la Società delle Nazioni, a meno che, con un tratto della solita saggezza, non provveda ad un altro rinvio in attesa che si sviluppi e si risolva la complicata situazione interna della Romania, in questo momento più aggrovigliata che mai.

L'Ungheria ha stipulato un trattato di commercio e di amicizia coll'Albania ed è riuscita anche ad ottenere sul mercato finanziario di New York un prestito di 20 milioni di dollari.

Parecchia attenzione ha destato negli ambienti politici la visita a Vienna del Ministro degli Esteri germanico, Stresemann. Nulla di ufficiale è trapelato sugli scopi del viaggio al quale si è voluto dare il significato di un semplice atto formale di amicizia. Tuttavia la visita ha dato luogo a scambio di discorsi di personalità politiche le quali hanno unanimemente esaltato la fraternità austro-tedesca. Non vi è dubbio che l'episodio è significativo nei riguardi del lavoro occulto ma incessante che si va svolgendo per arrivare prima o poi all'unione fra i due Paesi tedeschi.

In Germania ferve sempre la discussione circa l'intervento dell'Agente delle Riparazioni contro l'impostazione del bilancio statale. La risposta tedesca all'Agente generale afferma che il Governo tedesco non condivide i timori espressi circa la solidità del bilancio e dichiara che la Germania mette tutta la sua attenzione e la sua buona volontà nell'adempiere agli obblighi derivanti dalle riparazioni. Pochi cifre, che citiamo più avanti, bastano a dimostrare fino a che punto queste asserzioni possono ritenersi attendibili.

A questo proposito notevolissimo è il monito che lo stesso Direttore generale della Reichsbank ha rivolto ai suoi concittadini. Il Dott. Schacht ha messo in evidenza i pericoli della politica di prestiti che, se sono stati una necessità in un primo tempo per la Germania, stanno diventando una minaccia grave per l'economia tedesca. Il Dott. Schacht calcola a circa 10 miliardi di marchi-oro complessivamente i prestiti tedeschi contratti all'estero, e di essi 4 miliardi e mezzo sono a breve scadenza. Gli interessi e gli ammortamenti richiedono circa 750 milioni di marchi all'anno; bisogna tener conto ancora del disavanzo della bilancia commerciale il cui deficit è stato finora prevalentemente pagato col prodotto dei prestiti.

Il Direttore della Reichsbank ha aspramente criticato la facilità colla quale gli Enti pubblici della Germania si danno alle spese di lusso, asserendo che la somma spesa dai Comuni per campi sportivi, campi di aviazione, acquisto di alberghi, ecc., è di poco inferiore all'ammontare complessivo dei debiti esteri. Evidentemente una migliore conferma alle critiche dell'Agente delle Riparazioni non poteva verificarsi.

Nel compiere questa rapida rassegna politico-economica, vogliamo ancora ricordare, perché può essere esponente di un indirizzo suscettibile di sviluppi impreveduti, l'intervento del capitale americano in Africa. Si tratta dell'accordo concluso dall'Abissinia con un gruppo di New York per la costruzione di una diga sul Nilo Azzurro. E' il primo caso di interessamento degli Stati Uniti in Africa e poichè è ben noto che l'interessamento politico segue inesorabilmente quello economico, il fatto acquista un particolare interesse. Non per nulla esso è stato vivacissimamente commentato in Inghilterra,

\*

L'attività dell'Italia nei suoi rapporti coll'estero ha assunto nello scorso mese una importanza speciale nei riguardi delle relazioni colla Francia. Come è noto fra i due Paesi latini si è stabilita da tempo una situazione di freddezza e di diffidenza che molteplici fattori vengono ad acuire, che è generalmente deprecata dalla stampa politica di entrambi i Paesi ma che pure non si è potuta fino ad ora risolvere con quella chiarezza e quella completezza che sarebbe indubbiamente desiderabile.

Il trattato stipulato dalla Francia colla Jugoslavia non è venuto certamente a facilitare questa opera d'intesa. Non è qui il luogo di entrare in una disamina del trattato né delle cause che hanno indotto la Francia a stipularlo proprio in questo momento di estrema delicatezza di rapporti coll'Italia. Il trattato è stato sufficientemente

criticato da molti ambienti politici nella stessa Francia i quali ne hanno apertamente messe in luce le spiacevoli ripercussioni nei riguardi dell'Italia.

Si è voluto interpretare come una risposta all'accordo franco-jugoslavo, il nuovo Patto stipulato dall'Italia coll'Albania. La falsità di questa affermazione è stata messa facilmente in luce dal semplice esame delle date, non essendo possibile che un patto di tanta importanza politica sia stato improvvisato in due o tre giorni sotto il pungolo di un dispetto o poco meno.

In realtà il nuovo Patto coll'Albania se anche riguarda convenzioni militari, ha uno scopo eminentemente pacifico ed è un naturale sviluppo della politica seguita dall'Italia. La favola del lupo e dell'agnello è troppo nota e troppo spesso ripetuta nelle vicende politiche, e l'Albania, paese povero, all'inizio del suo sviluppo, ancora privo o quasi di risorse militari poteva essere un troppo timido agnello per non destare le voglie rapaci di qualche lupo non lontano. Era opportuno si sapesse che l'agnello era bene accompagnato e ben custodito affinché queste voglie non si disfrenassero.

L'atto dell'Italia ha essenzialmente questo significato di monito e come tale ha un valore indiscusso nei rispetti della pace balcanica e quindi, di riflesso, per la pace di tutta Europa. L'avventura albanese è diventata molto più difficile e quindi molto meno appetibile.

L'interesse dell'Italia alla indipendenza albanese è stata notoriamente illustrata innumerevoli volte, sia dal lato militare e specialmente della sicurezza dell'Adriatico, sia dal lato commerciale e finanziario. L'Albania è un Paese che può diventare uno sbocco importante per le merci italiane quando possa prendere un assetto stabile e tranquillo. Le vicissitudini politiche hanno sempre impedito lo sviluppo civile dell'Albania la quale è sotto molti aspetti un Paese ancora vergine che può avere ampie possibilità e non manca di risorse naturali.

L'Italia che ha intrecciato legami economici e commerciali di vario genere e di importanza sempre crescente coll'Albania non può permettere nessuna minaccia alla tranquillità del Paese e per questo è intervenuta a garantire la sicurezza della sua indipendenza. E' del resto opportuno notare che il prevalente interesse dell'Italia in Albania è stato già da tempo riconosciuto in modo ufficiale dalle Potenze.

La conclusione del patto ha suscitato grande compiacimento in Albania dove si sono svolte dimostrazioni entusiastiche per l'Italia. Non altrettanto naturale è la viva irritazione che il Patto stesso ha causato a Belgrado; il disappunto jugoslavo è tanto più significativo quanto più vivace ed irritato!

E' opportuno notare che l'opinione pubblica europea ha accolto il Patto con serenità. Non sono mancate le critiche ma nel complesso si può dire che le buone ragioni dell'Italia sono state quasi unanimemente riconosciute. Nella stessa penisola balcanica, l'unico Paese dove esso ha suscitato irritazione ed allarme è la Jugoslavia; del rimanente, nessuno dei confinanti coll'Albania ha trovato ragione di malcontento nel Patto stretto fra Tirana e Roma.

Il Patto ha poi avuto una conseguenza indiretta, forse inattesa, ma che può essere grandemente benefica. Esso cioè ha giovato a portare lo sviluppo della situazione fra Italia e Francia a quel punto di maturità nel quale una soluzione di chiarimento si impone al di sopra della volontà dei singoli uomini.

Il susseguirsi dei Patti franco-jugoslavo e italo-albanese ha messo in così netta evidenza il contrasto della politica di Parigi e di Roma nei Balcani che molte voci si sono levate in Francia a chiedere se valga la pena di compromettere le relazioni con Roma per le simpatie con Belgrado. E' singolare osservare come Briand non abbia mai trovato parole così fervide per augurare la ripresa della fiducia e della cordialità con Roma come dopo il Patto italo-albanese!

La cosa è giunta al punto che già si parla di imminenti e progettati incontri fra Mussolini e Briand. Nulla di ufficiale è trapelato al riguardo, ma l'incontro non è improbabile e certo appare molto desiderabile.

Le ragioni di amicizia fra le due Nazioni latine sono così numerose, così impellenti ed evidenti che, al di sopra di ogni ragione di malumore, di ripicco e di diffidenza, come al di fuori di ogni ragione sentimentale, si impongono nettamente al freddo esame della ragione. Questa convinzione, sempre molto diffusa in Italia, sia pure in mezzo al malcontento generale, ha fatto molta strada in questi ultimi tempi anche in Francia.

Un chiarimento e una definizione generale dei rapporti politici ed economici fra Roma e Parigi, che involgesse tutte le questioni presenti e presentasse la base per chiarimenti futuri sarebbe altamente benefica. Le sue ripercussioni sarebbero assai vaste e costituirebbero un coefficiente validissimo pel benessere dei due Paesi e uno strumento dei più efficaci per la pace e la sicurezza europea.

Intanto una questione di grande importanza dove Italia e Francia sono pure di fronte, è sempre viva ed accesa. Si tratta della questione di Tangeri che non ha ancora trovato la sua soluzione e intorno alla quale recentemente il senatore Tittoni ha fatto delle dichiarazioni riferentesi ai passati accordi mediterranei, dalle quali il buon diritto dell'Italia risulterebbe chiaro, contro le affermazioni di esclusività della Francia. E' probabile che la questione si trascini ancora per molto tempo.

Il Governo italiano ha fatto registrare dalla Società delle Nazioni i protocolli degli accordi stipulati in questo e nello scorso anno colla Spagna, con la Rumenia, coll'Ungheria e collo Yemen.

Con la Ungheria sono in corso le trattative per la stipulazione di un Trattato di commercio definitivo a complemento degli accordi stabiliti in linea generale quando fu a Roma il Ministro degli Esteri ungherese. Si vanno così sempre più stringendo i rapporti di amici-

zia fra le due Nazioni che si sono spesso trovate fianco a fianco nella loro storia. Le trattative procedono molto attivamente e si annuncia prossima la conclusione.

L'amicizia italo-ungherese suscita qualche malumore in Romania dove, come è noto, molto sono i punti di contrasto con l'Ungheria. L'azione italiana è intesa a spianare gli attriti fra i due Paesi con una azione di conciliazione.

Naturalmente la incerta situazione romena, dopo la morte di Re Ferdinando e dopo quella di Bratianu, non è molto favorevole ad un proficuo lavoro in questo senso. Occorre attendere che la Romania abbia risolto la propria crisi interna e possa così assumere un netto e definitivo orientamento nella politica estera.

Era annunciata la venuta a Roma del Ministro degli Esteri romeno, Titulescu e la sua visita doveva avere il significato, ufficialmente dichiarato, di una attestazione di amicizia. Una indisposizione del Ministro e successivamente la nuova situazione creata dalla scomparsa di Bratianu, hanno sospeso la visita che non si sa quando potrà essere effettuata.

Abbiamo accennato nelle precedenti Note, come l'Italia procede regolarmente ai pagamenti delle rate dei debiti esteri. E' noto come a questo servizio siano devoluti principalmente gli introiti che provengono dai pagamenti tedeschi in conto riparazioni. Nel mese di ottobre l'Italia ha ottenuto dalla Germania un importo di riparazioni valutato complessivamente in 9.557.617 marchi-oro, dei quali 4.208.094 in carbone e relativo trasporto, 2.540.422 in altre consegne in natura e 2.809.102 in trasferimenti di divise. Queste cifre vanno confrontate con 76 milioni ricevuti dalla Francia, 29 milioni dall'Inghilterra, 4,5 milioni dalla Jugoslavia, 5,7 dagli Stati Uniti, ecc.

E' evidente l'importanza che riveste per noi la regolarità dei pagamenti tedeschi e quindi l'interesse grande che destano le notizie pessimistiche sul prossimo sviluppo del piano Dawes. Abbiamo altra volta accennato all'intervento dell'Agente generale dei Pagamenti contro la politica spendereccia della Germania. E in verità le prospettive dei pagamenti nei prossimi anni sono tali che dovranno richiedere l'intervento di tutte le risorse tedesche.

Infatti nell'esercizio ora in corso (1927-28) la Germania dovrà versare 1750 milioni e a partire dall'esercizio prossimo dovrà pagare ogni anno 2500 milioni di marchi-oro. Si noti che tale somma va sempre più gravando sul bilancio statale della Germania, mentre le prime annualità sono state pagate quasi esclusivamente col prestito che è stato inizialmente concesso ad esse appunto in relazione al piano Dawes.

Ora la situazione del bilancio tedesco è andata sempre peggiorando. Mentre nel 1924-25 si era avuto un sensibilissimo avanzo, nell'esercizio 1925-26 si è avuto un piccolo disavanzo il quale toccò gli 800 milioni di marchi-oro nel 1926-27 e sarà non inferiore anche nell'esercizio ora in corso.

La cosa più grave si è che tale situazione non dipende da una diminuzione di entrate, che seguono il ritmo previsto dal piano Dawes, ma da un crescendo continuo delle spese.

La incomprensione evidente, sia essa riflessa o no, da parte della Germania dei suoi obblighi apre purtroppo la possibilità a nuove complicazioni di ogni genere.

\*

Il conto del Tesoro, pur continuando a risentire le conseguenze del presente periodo di assestamento, presenta ancora, alla chiusura del primo quadrimestre dell'esercizio in corso, una eccedenza attiva. Questo fatto è altamente confortante per tutti coloro che seguono con appassionata attenzione le vicende finanziarie di questo momento; un bilancio in avanzo è infatti il presupposto primo e fondamentale della vittoria nella battaglia economica che il Paese sta combattendo. Per quanto l'avanzo netto non sia molto vistoso, essendo limitato a sei milioni di lire, pur tuttavia esso è altamente significativo in quanto rassicura contro quello che era il principale timore di tutti: che cioè le ripercussioni della crisi industriale e quelle, più dirette, degli sgravi fiscali decretati dal Governo e benefici per tanti aspetti, avessero ad influire dannosamente sull'equilibrio del bilancio statale riaprendo la falla pericolosa dei disavanzi.

Fortunatamente così non è avvenuto e ciò permette di procedere con maggiore energia e con maggiore serenità nell'assestamento dell'economia del Paese sulle nuove basi create dalla rivalutazione della lira. Certo, la situazione richiede ancora da parte del Governo la più oculata sorveglianza, e da parte di tutti i cittadini la più fattiva e volenterosa collaborazione.

Ma non errano, probabilmente, quelli che giudicano essere ormai il punto più grave della crisi superato; se non altro, l'andamento della crisi sino ad oggi permette di ritenere con ragionevole fiducia che la crisi può essere superata senza che il Paese ne risenta ulteriori gravi scosse.

Sarà così un nuovo passo innanzi compiuto sulla via del risolleppamento della vita economica della Nazione la quale sta faticosamente, ma ininterrottamente risolvendosi dal turbamento e dalla prostrazione che lo sforzo immane della guerra e le vicende politiche ed economiche del dopo guerra avevano prodotto.

L'avanzo del bilancio risulta dalla differenza fra le entrate accertate in 6118 milioni nel quadrimestre, e gli impegni di spese ammontanti a 6112 milioni. Nel solo mese di ottobre gli incassi per entrate effettive aumentarono a 1983 milioni mentre i pagamenti si limitarono a 1446 milioni lasciando una eccedenza attiva di 537 milioni. Il conto corrente del Tesoro colla Banca d'Italia presentava, alla fine di ottobre, crediti di 59 milioni a favore del Tesoro.

Una analisi dell'andamento delle entrate presenta sempre, in momenti di preoccupazione come il presente, un interesse notevole.

Si deve anzitutto osservare che l'avanzo di sei milioni, prima citato si è potuto raggiungere ad una data che nei primi quattro mesi dell'esercizio ora in corso, le entrate effettive dello Stato, ordinarie e straordinarie, siano state di ben 422 milioni inferiori al previsto; esse hanno infatti raggiunto 6118 milioni mentre se ne erano preveduti nel bilancio preventivo 6540. Le cause cui prima accennavamo, hanno dunque realmente inciso in misura ben sensibile sull'andamento delle entrate. Tuttavia se si considera l'ampiezza ed anche la profondità del turbamento economico che, almeno in un primo tempo, si è manifestato, non si può a meno di riconoscere che le ripercussioni sul bilancio dello Stato sono state meno profonde di quanto si poteva temere, limitandosi a circa il 15 per cento delle entrate previste.

Le più forti falcidie si sono avute naturalmente nelle Aziende ferroviarie, postali e telegrafiche che si risentono direttamente delle diminuzioni verificatesi in diverse voci delle tariffe; così l'utile di queste Aziende, che era stato previsto in circa 88 milioni, nei primi quattro mesi, si è ridotto a circa 12 milioni solamente. E' però già confortante che, anche così, le Aziende non gravino sul bilancio come avveniva regolarmente nei primi anni del dopo guerra.

Meno sensibili, proporzionalmente, sono le falcidie subite dalle imposte dirette, per le quali era prevista una entrata di 452 milioni al mese; invece esse, dopo aver dato 510 milioni in luglio, sono andate gradatamente declinando a 421 in agosto, 408 in settembre, 400 in ottobre. Analogo andamento presentano le privative le quali, contro una previsione di 297 milioni mensili, hanno dato: 268 milioni in luglio, 313 in agosto, 306 in settembre, 296 in ottobre.

Altri cespiti di entrate invece, dopo avere accusato con una forte contrazione iniziale l'effetto della crisi, danno segno di riprendersi più o meno vigorosamente. Così le tasse di scambio per le quali si erano preventivati 308 milioni al mese, hanno dato 346 milioni in luglio, 229 in agosto, 200 in settembre e 225 in ottobre. Le quote di cambio sui dazi di importazione, contro 125 milioni mensili preventivati, hanno dato 117 milioni in luglio, 113 in agosto, 96 in settembre e 102 in ottobre.

Più sentito ancora è il movimento di ripresa nelle imposte di fabbricazione che, preventivate in 158 milioni al mese, ne hanno dato 84 in luglio, 124 in agosto, 138 in settembre e 142 in ottobre.

Non mancano voci di entrate che si mantengono superiori alle previsioni. Così le dogane, anziché 38 milioni al mese, hanno dato 108 milioni in luglio, 65 in agosto, 43 in settembre e 56 in ottobre. Anche altre voci di imposte indirette e il lotto hanno fruttato più del previsto.

Siamo dunque in pieno sviluppo del periodo di assestamento delle imposte le quali tendono a riprendere l'andamento normale senza averlo però ancora raggiunto. La contrazione delle entrate deve dunque essere ancora fronteggiata e può esserlo, specialmente, con una energica politica di contrazione delle spese che deve essere invocata e favorita da tutti i buoni cittadini. Nessuna debolezza è compatibile in questa materia colle difficoltà del momento presente; la severità che il Governo dimostrerà nel contenere le spese sarà per esso titolo di merito tanto maggiore quanto più grande essa sarà stata. Si intende che con ciò non si vuol auspicare una cecità completa sui bisogni della Nazione ma soltanto un impiego molto ponderato del pubblico denaro.

Abbiamo già accennato altra volta come questa severità sia ormai in atto. L'avanzo registrato nel bilancio ne è la dimostrazione migliore e perciò esso assume particolare importanza, come dicevamo, quasi come simbolo di un programma che si vuol realizzare ad ogni costo.

Un caposaldo di questo programma, è, come è noto, la progressiva riduzione della circolazione e del debito pubblico.

Durante il mese di ottobre è continuato il miglioramento qualitativo della circolazione con una progressiva diminuzione di quella per conto dello Stato mentre la circolazione bancaria subiva un corrispondente incremento per far fronte alle esigenze della industria. Alla fine del mese di ottobre la circolazione complessiva, per conto dello Stato e del commercio, era valutata a 19.074 milioni di lire. Dal 31 ottobre la diminuzione della circolazione totale è stata di 1353 milioni di lire, risultante di una contrazione di 1117 milioni in quella di Stato, passata da 2100 milioni a 983 milioni, e di una diminuzione di 236 milioni nella circolazione bancaria, passata da 18.327 milioni a 18.091 milioni di lire. In particolare nella circolazione bancaria, quella emessa per conto dello Stato è diminuita di 2500 milioni.

Circa la situazione dei debiti interni si hanno ora le cifre definitive dopo la sistemazione del prestito del Littorio. Al 30 settembre 1927 il debito pubblico totale ammontava a 86.120 milioni di lire così distribuiti: debiti di prima della guerra 12.390 milioni; prestito nazionale 36.053 milioni; prestito del Littorio 2306 milioni; Buoni del Tesoro poliennali 12.504 milioni; Obbligazioni al 4,75 % redimibili 572 milioni; obbligazioni delle Venezie 1233 milioni; debito ex austriaco 10 milioni; Buoni del Tesoro ordinari 15.209 milioni; biglietti di Stato 1053 milioni, circolazione bancaria per conto dello Stato 4227 milioni; conto corrente colla Cassa Depositi e Prestiti 561 milioni.

Comincia intanto a rendersi sensibile l'azione della Cassa di ammortamento del Debito Pubblico. Essa ha provveduto ad acquistare 300 milioni di lire di titoli di Stato i quali saranno bruciati entro il mese di dicembre.



A queste cifre che dicono la saldezza della pubblica finanza fanno riscontro altre cifre che si riferiscono alla situazione dell'industria e che sono pure di notevole interesse.

Anzitutto merita di essere rilevata la netta ripresa del mercato dei valori durante gli ultimi mesi. Nell'ottobre l'indice Guarneri è valutato a 123,98. Bisogna ricordare che nel mese di agosto l'indice era stato di 113,45; perciò il miglioramento verificatosi alla fine di ottobre è stato di 10,53 punti ossia di circa il 10 %. Confrontando la situazione a fine ottobre con i valori estremi toccati, si rileva: una diminuzione di 106,2 punti, ossia del 46 per cento rispetto al valore massimo di 230,10 nel febbraio 1925, e un aumento di 24,64 punti, pari al 25 % rispetto al minimo di 99,34 toccato nel luglio 1927.

Ridotto si mantiene invece il ritmo degli investimenti azionari che, nel mese di ottobre, è stato, al netto, di 17 milioni di lire. Questa cifra è inferiore per 109 milioni a quella dell'ottobre dello scorso anno, per 828 milioni a quella dell'ottobre 1925 e anche, per 177 milioni, a quella dell'ottobre 1924.

Complessivamente nei primi dieci mesi dell'anno ora al termine si sono verificati investimenti azionari valutati, al netto, a 1572 milioni restando inferiori rispettivamente per 1811 milioni, 5088 e 2167 milioni a quelli verificatisi nello stesso periodo nei tre anni precedenti.

Dal 31 dicembre 1922 al 31 ottobre 1927 il capitale totale delle Società per azioni si è più che raddoppiato, passando da 5560 milioni a 11.870 milioni di lire, con un aumento del 114 per cento. Non vi è dunque da meravigliarsi se il ritmo degli aumenti di investimenti si è grandemente allentato dopo uno sforzo così rilevante chiesto al risparmio del Paese da parte della industria che doveva adeguare le proprie risorse e disponibilità alle nuove esigenze della situazione ed al cambiato equilibrio dei valori.

\*

Seguiamo, come sempre abbiamo fatto mensilmente, l'andamento degli scambi commerciali che costituisce uno degli indici più sensibili e più significativi della situazione industriale del Paese.

Anche durante il mese di ottobre, si mantiene quasi l'equilibrio fra le importazioni e le esportazioni. Tale risultato è conseguenza delle caratteristiche assunte da qualche tempo dal movimento dei nostri scambi commerciali coll'estero, cioè di una contrazione contemporanea così delle esportazioni che delle importazioni ma queste ultime in misura molto più notevole delle prime.

Nell'ottobre ora decorso si sono infatti avute importazioni per 1403 milioni circa, mentre le esportazioni furono di 1398 circa milioni; si è avuto quindi uno sbilancio commerciale di poco più di 4 milioni. Complessivamente nei primi dieci mesi di quest'anno le importazioni sono state di 17.083 milioni, mentre nei primi dieci mesi del 1926, esse avevano toccato il valore di 21.822 milioni di lire. Si è verificato quindi, nelle importazioni, una diminuzione di 4738 milioni circa, ossia del 21,6 per cento.

Le esportazioni, hanno anch'esse subito una diminuzione sensibile, contenuta però in limiti molto più modesti. Infatti nel 1927, dal 1° gennaio all'ultimo di ottobre, si sono esportate tante merci per un valore di circa 12.775 milioni, contro 15.031 esportate nello stesso periodo dello scorso anno. Qui dunque la diminuzione è stata di 2256 milioni di lire, pari al 15 per cento delle esportazioni dei primi dieci mesi del 1926.

In virtù di questi due movimenti di contrazione concomitanti ma di diversa entità, lo sbilancio commerciale viene alquanto alleggerito. Infatti la eccedenza delle importazioni sulle esportazioni dal 1° gennaio al 31 ottobre 1927 è stata di 4208 milioni circa, mentre era arrivata a 6790 milioni al 31 ottobre dello scorso anno. L'alleggerimento conseguito nella bilancia degli scambi coll'estero è stato dunque di oltre 2482 milioni in dieci mesi, pari al 36,50 per cento.

Se dunque il movimento commerciale accusa nettamente il periodo di crisi di assestamento ancora in sviluppo, la politica di rivalutazione non ha però portato quei disastrosi effetti di squilibrio che in qualche ambiente erano stati preconizzati. Non si è verificato nessuna invasione di merci straniere in Italia e se pure la nostra produzione ha trovato maggiori difficoltà ad espandersi all'estero, il fenomeno non ha però assunto proporzioni molto rilevanti.

Certo è che nessuno sforzo va tralasciato per cercare di ridare alla nostra corrente di esportazione tutta la sua ampiezza e per diffonderla sempre maggiormente. Molto si può fare ancora da noi non soltanto come perfezionamento tecnico della produzione, ma anche e sopra tutto come perfezionamento di organizzazione e di tecnica commerciale.

E' chiaro tuttavia che un apprezzamento esatto del valore effettivo dei nostri scambi coll'estero non può essere fatto basandosi semplicemente sul valore delle merci entrate od uscite dal territorio nazionale, fintanto che il valore stesso è espresso in lire carta. E' questa una unità monetaria il cui valore intrinseco ha cambiato notevolmente da tempo e tempo e perciò i valori espressi in una unità variabile non possono venire confrontati direttamente.

Il confronto può riuscire alquanto più istruttivo quando sia le esportazioni che le importazioni vengano valutate non in lire carta ma in moneta aurea tenendo conto del valore della lira carta nel momento in cui le importazioni e le esportazioni stesse si sono verificate.

Questo calcolo è stato tentato in pubblicazioni recenti le quali hanno ricalcolato le esportazioni e le importazioni mensili dal 1° gennaio 1926 al 31 luglio 1927, riportandole al valore dell'oro ossia valutandole in lire sterline.

Senza riportare qui i dettagli di tale calcolo crediamo interessante riportarne le conclusioni le quali spostano singolarmente i termini del confronto quali risultavano dalla valutazione in lire carta.

Infatti, le importazioni nei primi sette mesi dello scorso anno, che risultavano espresse in circa 16.304 milioni di lire carta, corrispondono a 129 milioni circa di lire sterline. Le importazioni dei primi sette mesi dell'anno in corso, (13.302 milioni di lire carta) corrispondono invece a 134 milioni di lire sterline. Come si vede, il valore reale delle importazioni risulta accresciuto di cinque milioni circa di lire sterline, sebbene dal confronto dei valori in lire carta risulti invece una diminuzione di circa 3 miliardi.

Analogamente le esportazioni, dal 1° gennaio 1926 al 31 luglio 1927, valutate in 9805 milioni di lire carta, corrispondono a circa 78 milioni di lire sterline, mentre quelle dei primi sette mesi del 1927 che sono di 9117 milioni di lire carta, corrispondono, per l'accresciuto valore della lira, a circa 93 milioni di sterline. A una diminuzione di 688 milioni di lire carta, corrisponde dunque un aumento di oltre 15 milioni di lire sterline.

Conseguentemente, il deficit della bilancia commerciale che accusava già un alleggerimento da 6499 milioni di lire carta a 4185 milioni dai primi sette mesi del 1926 a quelli del 1927, accusa un miglioramento notevolissimo anche se valutato in moneta aurea. Passiamo infatti 51,5 milioni di sterline nel 1926 a 41,5 milioni di sterline nel 1927. Questo alleggerimento di 10 milioni di sterline è conseguenza dell'accresciuto valore aureo delle nostre esportazioni.

Qualche aspetto particolare del quadro degli scambi commerciali merita ancora di essere rilevato.

E' degno di nota, ad esempio, che in quest'anno abbiamo importato combustibili fossili in quantità notevolmente maggiore che nel 1926. Dal 1° gennaio al 31 agosto 1927 sono state infatti introdotte in Italia 10 milioni di tonnellate di carbone, mentre nello stesso periodo dello scorso anno se ne erano importate 8.820.000 tonnellate; l'incremento verificatosi è stato dunque di circa il 13 per cento. Data l'importanza fondamentale di questo genere di importazione come materia prima della industria, questo incremento ha un significato favorevole anche se esso sia dovuto a considerazioni di vario genere. Si noti che l'aumento non è già dovuto all'introduzione di carbone per conto riparazioni dove anzi si è verificata una contrazione da 2.170.000 tonnellate, a 2.070.000 tonnellate, nel periodo indicato.

L'incremento nelle importazioni di carbone è dovuto ad acquisti per conto della industria la quale ha acquistato, nei primi otto mesi di quest'anno, 7.930.000 tonnellate di combustibili fossili, con una spesa di 1470 milioni di lire, superiore di 150 milioni a quella dei primi otto mesi del 1926.

All'incremento dell'importazione di carbone si accompagna un aumento anche in quella degli olii minerali dei quali si introdussero per 20 milioni di lire in più nei primi otto mesi del 1927 che nello scorso anno.

Le contrazioni più forti si verificarono nelle materie prime e nei prodotti tessili, di cui si importarono, sempre nei primi otto mesi, ben 1526 milioni in meno nel 1927. Seguono: i prodotti animali con una contrazione di 379 milioni, il macchinario con 309 milioni, i metalli con 277 milioni, ecc.

Nelle esportazioni diminuirono specialmente i prodotti tessili per 782 milioni complessivamente fra cotone, seta, lana e canapa; i prodotti agrari per 157 milioni, i pneumatici per 4 milioni, i cappelli per 57 milioni, ecc. Piccoli aumenti si verificarono nelle esportazioni del marmo, per 26 milioni, dello zolfo per 22 milioni e nei minerali di zinco per 26 milioni.

Una industria che combatte saldamente la sua battaglia per la esportazione, è quella automobilistica, la quale è riuscita nei primi nove mesi dell'anno in corso a mandare all'estero un numero di macchine superiore a quello dello stesso periodo dell'anno precedente. Si è passati infatti da 26.097 macchine a 27.166. Sebbene l'aumento sia dovuto specialmente alle vetture di tipo economico, pure all'accresciuto numero delle macchine fa riscontro anche un aumento nel valore corrispondente che, valutato in lire-oro, è passato da 99 milioni a 143 milioni con un aumento del 44 per cento.

Abbiamo più volte accennato al fervore di costruzioni navali che si è andato sviluppando in Italia. Dai dati ufficiali del Lloyd's Register inglese risulta ora che l'Italia si trova al secondo posto fra le Nazioni del mondo per le costruzioni navali nel periodo del 30 giugno 1926 al 30 giugno 1927. Prima viene naturalmente l'Inghilterra con 189 navi e 553.101 tonnellate, poi l'Italia con 18 navi e 128.141 tonnellate. Seguono l'Olanda con 29 navi ma sole 70.967 tonnellate, gli Stati Uniti con 23 navi e 49.159 tonnellate, la Germania con 7 navi e 44.984 tonnellate, la Francia con 11 navi e 30.048 tonnellate, ecc.

\*

La cronaca delle nostre Banche è, pel mese di novembre, meno lieta che nei mesi ultimi precedenti. Non già che si sia ritornati al pessimismo regnato fino a pochi mesi or sono, ma la rapida ripresa del mercato, che era andata manifestando, ha subito un arresto.

Il mercato è stato spesso inquieto, nervoso e irregolare. Per quanto il fondo si sia dimostrato ancora sostenuto e ottimistico, pure si sono avuti momenti di pesantezza e di regresso. L'alleggerimento di parecchie posizioni troppo cariche ha provocato delle vendite abbondanti, mentre d'altra parte un forte dissesto manifestatosi sulla piazza di Roma ha influenzato in modo nocivo anche gli altri mercati. Si aggiungano i complicati sviluppi della situazione politica europea,

le preoccupazioni circa i futuri pagamenti germanici e un certo senso di smarrimento non ben definito diffuso fra i contrattatori.

I titoli di Stato hanno accusato particolarmente la tendenza del mercato, e per quanto si siano dimostrati sensibilissimi ad ogni intervento di difesa, hanno avuto nel complesso un andamento pesante.

Molto movimentati sono stati i bancari, ben difesi però e abbastanza sostenuti.

I titoli tessili che avevano più degli altri risentito delle buone tendenze dei mercati precedenti segnando progressi anche notevolissimi, accusano più degli altri la pesantezza del mercato attuale segnando sensibili falcidie.

Poco attivi, e pesanti, i titoli meccanici e metallurgici e quelli dei trasporti. Trascurati gli immobiliari. I sacchariferi e gli alimentari, ben sostenuti durante tutto il mese, declinano in chiusura. Sensibili contrazioni si notano nei titoli di esportazione.

I titoli elettrici sono stati nel complesso meglio tenuti degli altri, in causa di forti compere anche da parte dell'estero.

RENATO SAN NICOLÒ.

### Variazioni dei titoli elettrici nel mese di novembre 1927

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison . . . . .	375	628	640	630
Lombarda . . . . .	500	930	910	890
Bresciana . . . . .	100	218	211	214
Adamello . . . . .	200	234	232	237
Unione Esercizi Elettrici . . . . .	50	100	103	103
Elettrica Alta Italia . . . . .	250	250	239	237
Officine Elettr. Genovesi . . . . .	250	278	274	271
Adriatica . . . . .	100	230	206	210
Compagnia Imprese Elettriche Liguri . . . . .	100	165	165	184
Ligure Toscana . . . . .	200	252	257	259
Generale Elettr. della Sicilia . . . . .	100	111	110	109
Elettrica Brioschi . . . . .	250	391	395	392
Emiliana Esercizi Elettrici . . . . .	35	43	42	43
Forze Idrauliche Crespi . . . . .	250	390	390	385
Elettrica Valdarno . . . . .	100	127	131	131
Tirso . . . . .	250	202	210	205
Terni . . . . .	400	426	420	414
Meridionale di Elettricità . . . . .	250	295	290	276
Idroelettrica Piemontese . . . . .	125	144	139	135
Dinamo . . . . .	100	123	124	124

### Prezzi dei materiali nella prima settimana di dicembre 1927

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

#### COMBUSTIBILI

<b>Carboni da vapore</b>				
Cardiff primario . . . . .	L. 175,—	a L. 180,—	alla tonn.	
Newcastle . . . . .	—,—	—,—		
Americano . . . . .	—,—	—,—		
Slesia . . . . .	155,—	160,—		
Sarre . . . . .	135,—	150,—		
<b>Antraciti</b>				
Inglese primaria (in pezzatura) . . . . .	290,—	295,—		
Tedesca (in pezzatura) . . . . .	295,—	300,—		
<b>Coke</b>				
Coke da gas nazionale . . . . .	215,—	220,—		
Coke da gas inglese . . . . .	215,—	220,—		
Coke metallurgico inglese . . . . .	205,—	210,—		
Petrolio . . . . .	230,—	265,—	al quint.	
<b>Nafta</b>				
Per Diesel . . . . .	410,—	440,—	alla tonn.	
Per caldaie . . . . .	380,—	410,—		
Benzina in fusti . . . . .	265,—	325,—	al quint.	

#### METALLI

<b>Ghisa</b>				
Eglinton N. 1 . . . . .	L. 590,—	a L. 600,—	alla tonn.	
Middlesbrø N. 3 . . . . .	490,—	500,—		
Ematite . . . . .	530,—	540,—		
Lussemburgo-Lorena . . . . .	445,—	450,—		
<b>Ferro</b>				
Laminato omogeneo . . . . .	95,50	—,—	al quint.	
Poutrelles . . . . .	89,50	—,—		
Lamiere da 4 mm. in più . . . . .	90,—	—,—		
Tubi per gas . . . . .	220,—	—,—		
<b>Acciaio</b>				
Rapido per utensili . . . . .	1250,—	4500,—		
Martin resist. 50-70 . . . . .	180,—	220,—		
<b>Rame</b>				
Elettrolitico . . . . .	625,—	640,—		
In fogli comune . . . . .	865,—	885,—		
In barre tonde e quadre . . . . .	830,—	840,—		
Stagno in pani . . . . .	2500,—	2550,—		
Zinco in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	305,—	315,—		
Piombo in pani 1 <sup>a</sup> fusione . . . . .	230,—	240,—		
Antimonio in pani . . . . .	690,—	705,—		
Ottone in barre . . . . .	545,—	565,—		

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

E. V. PANNELL. — *High tension line practice - Materials and Methods.* — New York - D. Van Nostrand Co., 1926, pag. 313. — Prezzo 5 dollari.

Il libro è dedicato esclusivamente alla parte meccanica della costruzione delle linee elettriche, escludendo volutamente ogni calcolazione di carattere elettrico.

La trattazione ha carattere essenzialmente descrittivo ed applicativo; esulano quindi dal piano dell'opera le complesse calcolazioni statiche, mentre abbondano i dati empirici, i risultati di esperienze, le notizie di linee costruite.

Il libro acquista così uno speciale carattere e diventa per molti aspetti interessante. Le notizie, ad esempio, sui conduttori di alluminio, sui conduttori cavi o con anima di acciaio, riguardo alle loro proprietà fisiche e meccaniche, sono singolarmente abbondanti e non facili a trovarsi altrove. Di diretto interesse sono anche le abbondanti e dettagliate notizie date sulle caratteristiche costruttive di un gran numero di linee ad alta tensione americane; e altrettanto potrebbe dirsi di altri argomenti trattati.

\*

ANDERSON. — *The Metallurgy of Aluminium and Aluminium Alloys.* — Henry Carey Baird and Co. Inc. - New York, 1925, pag. 882.

L'alluminio, entrato relativamente da pochi anni nell'applicazione pratica industriale, ha rapidamente acquistato, per le sue peculiari qualità, una grandissima importanza in molti rami della tecnica. Molto opportuno riesce quindi il presente volume il quale estesamente tratta dal punto di vista scientifico e da quello pratico tutte le questioni relative all'alluminio e alle sue leghe e alle loro molteplici e svariate applicazioni. Mancava fino ad ora, nella letteratura tecnica, un trattato completo sull'argomento cosicché può ben dirsi che il libro dell'Anderson riempie veramente una lacuna.

Partendo dall'esposizione dei giacimenti naturali di minerali di alluminio, e dei processi di estrazione del metallo, l'A. passa successivamente ad esaminare le varie applicazioni e i sistemi di lavorazione di ogni genere. Particolare attenzione è rivolta alle leghe di alluminio le quali vanno acquistando sempre maggiore importanza. Il libro, veramente esauriente, è compilato con criteri di grande praticità ed è arricchito di un'ampia bibliografia.

\*

L. SACCO e A. CELLONI. — *Manuale elementare di radiotecnica*, vol. I, pag. 332 - vol. II, pag. 383. — Roma, a cura dell'Ufficio Marconi, 1927. — Prezzo L. 30.

Questo manuale, arrivato ormai alla quarta edizione, è compilato senza eccessive pretese scientifiche ma con intenti eminentemente pratici. Esso si rivolge specialmente a tutti coloro che, pur non avendo una particolare cultura matematica ed elettrotecnica vogliono rendersi una spiegazione almeno qualitativa dei complessi fenomeni che intervengono nella radiotelegrafia e vogliono mettersi in grado di adoperare in modo razionale piccole stazioni radio.

Così delimitato il campo di applicazione del libro, può dirsi che questo raggiunge efficacemente il suo scopo. Il non facile compito è esaurito con grande abilità dagli AA. i quali riescono a dare una idea sufficientemente completa di questo modernissimo ramo dell'elettrotecnica.

\*

KARL MELLER. — *Einzelantrieb von Werkzeugmaschinen.* — Lipsia, 1927 - S. Hirzel, pag. 224. — Prezzo 15 marchi.

Il volume fa parte della interessante serie di monografie che l'editore Hirzel di Lipsia va pubblicando sulle applicazioni della elettricità nell'industria. La presente monografia riguarda, come dice il titolo, l'applicazione dei motori elettrici pel comando singolo di macchine utensili.

L'argomento è trattato nel modo più esauriente. Precede una parte dedicata alle considerazioni generali sulla trasmissione del moto alle macchine, con un ampio e razionale confronto dei vantaggi relativi del comando singolo su quello a trasmissioni con alberi.

Vengono poi separatamente esaminati i diversi tipi di motori impiegati nell'industria colle loro caratteristiche e l'apparecchiatura relativa.

Finalmente nella terza parte vengono descritte le applicazioni del comando singolo ai diversi tipi di macchine utensili, illustrando i modi di montaggio, i dispositivi di comando e di regolazione, ecc.

Tutto il libro è scritto con un grande senso pratico e applicativo con esclusione delle complicazioni teoriche e col minimo sviluppo di calcolazioni. Esso merita di essere largamente conosciuto nell'industria.



## Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### NORME IMPIANTI.

In seguito a trattative svoltesi negli ultimi mesi fra l'A. E. I. e l'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (U.N.F.I.E.L.) è stato concluso un accordo per la revisione delle Norme Impianti, secondo le disposizioni del Regolamento che qui riportiamo.

Art. 1. — L'Associazione Elettrotecnica Italiana (A.E.I.) e l'Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche (U.N.F.I.E.L.) decidono di procedere d'accordo alla revisione triennale delle Norme per l'esercizio e l'esecuzione degli impianti elettrici, e di pubblicarle col titolo: « *Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici* » compilate a cura dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e della Unione Nazionale Fascista Industrie Elettriche. Testo dell'anno..... ».

Art. 2. — La revisione e l'aggiornamento di cui sopra sono affidati ad una Commissione paritetica costituita da 12 (dodici) membri designati per metà dall'A.E.I. e per metà dalla U.N.F.I.E.L. Ogni delegazione nomina un proprio presidente. I due presidenti convocano la Commissione d'accordo, e dirigono le discussioni per turno.

Art. 3. — La Commissione viene rinnovata per metà ogni triennio. Il primo rinnovo si fa mediante sorteggio separato fra i membri rappresentanti la A.E.I. e i membri rappresentanti la U.N.F.I.E.L. I Commissari sono rieleggibili.

Art. 4. — Il testo riveduto dalla Commissione viene pubblicato nel primo bimestre di ogni triennio dagli organi ufficiali delle due Associazioni.

Sulle osservazioni che i soci presentassero alla Commissione (e per essa ai rispettivi presidenti di delegazione) nel bimestre successivo all'avvenuta pubblicazione, la Commissione decide inappellabilmente nel termine di quattro mesi dalla pubblicazione stessa; provvedendo alla pubblicazione del testo definitivo non oltre il bimestre successivo.

Art. 5. — Le deliberazioni della Commissione, specialmente su argomenti di particolare importanza, devono essere prese per referendum a semplice richiesta di un Commissario. Esse sono valide se riportano l'approvazione della metà più uno dei Commissari.

Art. 6. — La Commissione può compilare un proprio regolamento interno ed eventualmente nominare un segretario, il quale però non può avere un incarico superiore ad un triennio.

Art. 7. — La carica di Commissario è gratuita, le funzioni di Segretario possono essere retribuite; ma la retribuzione deve riportare l'approvazione delle due Associazioni. Le spese comuni sono dimidiate fra le due Associazioni.

\*

La delegazione dell'A. E. I. è stata costituita dai colleghi: Prof. Gino Rebora (Presidente), A. Barbagelata, L. Ferraris, F. Manfredi, F. Massarelli, G. Revessi.

La delegazione dell'U. N. F. I. E. L. è costituita dai colleghi: G. Amati, S. Broggi, G. Cenato, G. Fano, P. Ferrerio (Presidente), C. Palestino.

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI MILANO.

La sera del 6 dicembre 1926 l'Ing. Motti, Direttore della Sezione Studi e Lavori della Società Meridionale di Elettricità, tenne una conferenza sugli impianti della suddetta Società.

Il conferenziere, presentato ai soci dal Vice Presidente Ing. Manfredi, ha illustrato il grande sviluppo degli impianti della Meridionale dalla prima centrale a corrente continua ai recenti impianti termici e idraulici con linee di trasmissione a 88 mila, a 60 mila e 150 mila volt.

La conferenza è stata illustrata da una interessante cinematografia riprodotte alcune fasi della costruzione delle linee della Sila e in particolare quella a 150 kV Sila-Puglie.

Alla fine della conferenza l'oratore venne calorosamente applaudito.

All'Ing. Motti venne, il giorno seguente, offerta una colazione alla quale parteciparono vari membri del Consiglio della Sezione e alcuni soci.

\*

La sera dell'11 gennaio 1927, il socio Ing. Comm. Carlo Clerici, tenne una comunicazione sul tema: « *L'illuminazione pubblica nelle grandi città* ».

Il conferenziere spiegò ai soci lo sviluppo relativo all'illuminazione nelle grandi città, incominciando dai sistemi primitivi ad oggi, enumerando i vantaggi dei vari sistemi di installazioni moderne, e facendo i relativi confronti, e chiuse la conferenza colla storia dell'illuminazione della Città di Milano.

Vivi applausi accolgono l'interessante comunicazione dell'Ing. Clerici al quale il Presidente porge vivi ringraziamenti.

\*

La sera del 18 febbraio 1927, il socio Ing. Guido Peri, Capo Servizio Tecnologico della Città di Torino, tenne una comunicazione sul tema: « *Note e rilievi sulla illuminazione di strade* ».

Il Conferenziere intrattene il numeroso uditorio facendo la rassegna dei vari tipi di lampade adottate per l'illuminazione delle Città, delle lanterne, dei tipi di apparecchi e loro disposizione nelle strade, dei vari tipi di globi e rifrattori, delle misure su strade illuminate coi vari sistemi, ecc., ecc.

Il Conferenziere venne vivamente applaudito.

\*

La sera del 25 febbraio, l'Ing. E. M. Deloraine della International Standard Electric Corporation, presentato dal Presidente Ing. Emanueli, ha tenuto ai soci una conferenza sulla: « *Telefonia transatlantica e la stazione trasmittente di Rugby* ».

L'Ing. Deloraine ha illustrato il sistema di trasmissione telefonica ora funzionante tra l'Inghilterra e gli Stati Uniti. Il circuito è formato da due linee telefoniche colleganti Londra colle stazioni trasmettitrice di Rugby e ricevitrice di Wrington in Europa e da due corrispondenti linee in America tra le stazioni di Long Island e la città New York. La trasmissione radiofonica attraverso l'oceano è ottenuta con un sistema speciale a doppia modulazione con amplificazione sull'alta frequenza ottenendo una potenza di 100 kW antenna.

Il conferenziere ha illustrato largamente le stazioni trasmettrici, i tipi di antenna usati, i sistemi di controllo adottati per proteggere gli apparecchi in casi di anormale funzionamento o false manovre.

La conferenza illustrata da interessanti proiezioni fu vivamente applaudita.

\*

La sera del 12 aprile 1927, il socio Ing. Natale Ratti, tenne una conferenza sul seguente argomento: « *Supporti e lubrificazione allo stato attuale della teoria e della pratica* ».

Il conferenziere, presentato dal Vice Presidente Ing. Manfredi, intrattiene, con rara competenza, il numeroso uditorio, suddividendo la materia dell'interessante argomento nelle seguenti parti:

Generalità - Cenni storici - Le nuove concezioni sull'attrito fra superficie solide in movimento - L'attrito idrodinamico e la teoria idrodinamica della lubrificazione - La viscosità, i viscosimetri; proprietà particolari degli olii lubrificanti - Applicazione della teoria ai supporti di spinta, il supporto Michell e derivati - Applicazione della teoria ai supporti portanti con cuscinetto cilindrico - Norme pratiche di costruzione - Il supporto portante Michell - I canali d'olio - I metalli per cuscinetti - La velocità critica dei supporti.

Alla fine il conferenziere viene vivamente applaudito, e il Presidente ringrazia l'Ing. Ratti per gli interessanti suoi studi comunicati ai soci.

\*

Nel pomeriggio del giorno 7 settembre il Sig. F. W. Peek Jr. Ingegnere Capo della General Electric Company (Pittsfield), che si trovava in Italia per partecipare alla riunione di Bellagio dell'I. E. C., accettando l'invito rivoltagli dalla nostra Sezione, tenne nella Sala d'Oro della Società del Giardino, gentilmente concessa, una interessante comunicazione sul tema: « *Scariche atmosferiche e linee di trasmissione* ».

In assenza del Presidente, Sig. Ing. L. Emanueli, il Conferenziere venne presentato al numeroso uditorio dal V. Presidente, Ing. F. Manfredi, col seguente discorso:

#### Egredi Colleghi.

L'assenza del nostro Presidente, Ing. Emanueli, che trovai in America per la messa in servizio, felicemente avvenuta in questi giorni, della prima grande installazione del nuovo cavo a 130.000 V (gloriosa affermazione della tecnica e della industria italiana), dà a me l'onore di presentare a Voi un illustre tecnico americano, il Prof. Ing. Frank William Peek.

Egli, trovandosi in Italia in occasione del Congresso a Bellagio della Commissione Elettrotecnica Internazionale, ha accolto l'invito rivoltagli e terrà stasera in questa Sala d'Oro, gentilmente concessa dalla Società del Giardino, una Comunicazione, illustrata da cinematografia, sulle scariche atmosferiche e sulle linee di trasmissione ad alta tensione.



Data la notorietà del Prof. Peek, poche parole basteranno ad illustrarne l'opera.

Ma voglio anzitutto ricordare come il progresso industriale sia intimamente legato al progresso scientifico e come le difficoltà di ordine tecnico, che talvolta ritardano il progresso della industria, vengono superate, prima o poi, per merito degli studiosi che consacrano ingegno e vita alle ricerche.

Questo fatto si è manifestato in forma evidente nella nostra industria elettrica, che, nel suo sviluppo rapido e travolgente, ha trovato guida ed appoggio in una eletta schiera di Uomini, i quali, col loro tenace e paziente lavoro, hanno aperto la strada a nuove conquiste, a nuovi sistemi, a nuovi perfezionamenti, seguendo e prevenendo bene spesso i bisogni della pratica industriale.

Frank William Peek, colle sue ricerche appassionate ed accurate nel campo della trasmissione elettrica e dei fenomeni dielettrici, appartiene appunto a questa eletta schiera di ingegneri dediti alle ricerche ed alle invenzioni.

Nel 1910 egli si occupava già dello studio dei problemi delle linee di trasmissione a 250 kV. Ben dieci anni prima che la trasmissione industriale dell'energia elettrica a così elevata tensione entrasse nel campo della pratica, egli costruì una linea sperimentale ad altissima tensione, stabilì le leggi del fenomeno « corona » e le riassume in formule pratiche; indicò la opportunità degli anelli di guardia per gli isolatori di linea e compì una serie completa di ricerche relative alle manovre, alla protezione ed alla regolazione delle linee ad altissima tensione.

I suoi scritti scientifici sui fenomeni dielettrici nell'olio e nell'aria, sui fenomeni transitori, sugli isolanti, sulla protezione contro i fulmini, tradotti in parecchie lingue, formano oggetto di studio e di ammirazione da parte di tutti gli ingegneri elettrotecnici. Il suo libro sui « fenomeni dielettrici nella tecnica delle alte tensioni » è libro di testo nelle Scuole di Ingegneria d'America.

Nato in California nel 1884 si laureava ingegnere nel 1905 e riceveva il titolo di professore dall'Unione nel 1911.

Nel 1905 entrava nella General Electric Company; nel 1909 assumeva la direzione del reparto Consulenza tecnica. Oggi egli è ingegnere capo del laboratorio sperimentale per le alte tensioni della General a Pittsfield, ed è valente collaboratore del nostro Faccioli, il quale è stato recentemente nominato Condirettore di quelle officine.

All'Ing. Giuseppe Faccioli, che così alto fa suonare in America il nome d'Italia e la cui parola semplice e sapiente udiamo due anni or sono in questa stessa sala, vada, col plauso per la cospicua posizione raggiunta, il saluto nostro cordiale ed affettuoso.

Il Prof. William Peek, premiato col premio di fondazione Thomas Rowland, colla medaglia d'oro Levy, Presidente per diversi anni della Commissione Elettrofisica, membro di altre Commissioni e di altri Istituti, è oggidì una delle figure eminenti fra gli scienziati americani.

Ma egli è essenzialmente noto in tutto il mondo nel campo delle ricerche sui fulmini artificiali e sulle alte tensioni. Egli ha prodotto, nel laboratorio della General, tensioni superiori ai 2.000.000 di volt.

Il suo ragionamento calmo e lucido, la sua personalità simpatica, gli hanno procurato una schiera di amici che gli augurano un avvenire sempre più fecondo nelle sue ricerche per lo sviluppo delle trasmissioni elettriche.

Il Prof. Peek ringraziò vivamente delle cortesi parole dette dal Presidente a suo riguardo, ed iniziò la sua conferenza.

L'oratore espose il risultato di esperienze eseguite nei laboratori della General Electric Company, ove, nell'intento di studiare e prevenire gli effetti del fulmine sulle linee di trasmissione e sui depositi di sostanze infiammabili, si ricorse alla produzione del fulmine artificiale usufruendo di apposito generatore.

In queste esperienze il Peek fu, come è noto, collaboratore del nostro Ing. Faccioli, recentemente nominato condirettore delle Officine di Pittsfield della General.

Furono fatti studi sia sopra il fulmine naturale sia su quello artificiale prodotto in laboratorio con 2.000.000 di volt. Si fecero pure delle prove sopra isolatori ed isolanti diversi ed anche sopra modelli di linee, parafulmini, ecc. Come risultato si può dedurre che sembra possibile predeterminare la tensione e le altre caratteristiche del fulmine, la tensione indotta da esso sulle linee, la rigidità dielettrica degli isolatori, l'efficacia dei conduttori di messa a terra, la probabilità delle scariche dirette, ecc.

Qualcuna delle conclusioni, a cui si è giunti in tali esperienze che furono esposte dall'oratore, sono le seguenti: si è potuto stabilire che la tensione del fulmine è dell'ordine di 100.000.000 volt, la corrente 80.000 ampere e l'energia 4 kVA. Il gradiente massimo è 100 kV per piede (330 kV per m). Le scariche sono generalmente non oscillanti ed avvengono talvolta in pochi microsecondi.

I disturbi prodotti dal fulmine sono generalmente onde a fronte ripido della durata di pochi microsecondi. Si trova la loro tensione moltiplicando il gradiente apparente di tensione per l'altezza della linea; però questa tensione è limitata dalla tensione di scarica dell'isolatore.

Il massimo gradiente possibile è di 100.000 volt per piede (330.000 volt per m); il valore del gradiente apparente usato per determinare la tensione indotta nelle linee di trasmissione è generalmente molto minore, perchè dipende dalla velocità di scarica della

nube. Quando una nube si scarica lentamente, la carica ha il tempo di distribuirsi sopra un tratto di linea più lungo. Un'onda di tensione si mantiene generalmente nello spazio di qualche chilometro a causa delle perdite per effetto corona. Inoltre la tensione si riduce alla metà, quando l'onda è in pieno movimento perchè la metà dell'energia diviene elettromagnetica.

La tensione di adescamento dell'arco prodotta dal fulmine sopra gli isolatori e la resistenza alla perforazione degli isolanti sono sempre maggiori dei valori corrispondenti ad una frequenza di 60 periodi al secondo. Una curva dell'adescamento dell'arco sopra un isolatore ricavata con un fulmine artificiale è stata controllata con risultati soddisfacenti sino ad 1 milione ed 800.000 volt nel caso del fulmine naturale.

La messa a terra della linea, riducendo la tensione indotta dal fulmine a metà ha per effetto di aumentare l'isolamento della linea e di ridurre nello stesso tempo le sollecitazioni delle macchine. Naturalmente il conduttore di messa a terra deve essere installato convenientemente.

Quando la linea possiede un isolamento elevato si possono avere dei disturbi alle macchine, qualora non si adoperino scaricatori ad intervallo d'aria o altri apparecchi di protezione. Lo scopo di uno scaricatore è di proteggere le macchine.

Facendo un confronto della resistenza al fulmine delle macchine e degli isolatori, con le tensioni possibili del fulmine si può stabilire la probabilità di disturbi ed interruzioni di servizio. Se poi convenga o no rendere una linea immune dagli effetti del fulmine, è un problema economico. Inoltre delle esperienze fatte sopra dei modelli hanno permesso di spiegare certi effetti peculiari delle scariche dirette sui serbatoi d'olio e sui magazzini di sostanze infiammabili, esplosivi, ecc. e di progettare i mezzi di protezione.

La conferenza fu poi illustrata da una cinematografia nella quale erano riprodotte parecchie delle esperienze esposte dall'oratore.

Il Conferenziere venne calorosamente applaudito, e l'interessante e simpatica riunione venne chiusa con un banchetto offerto al gradito ospite, con l'intervento di numerosi soci.

\*

Per cortese consenso della S.T.I.P.E.L., nel pomeriggio del giorno 5 novembre, i soci, guidati dal Presidente Ing. Emanueli, hanno visitato gli impianti telefonici della città.

Alla centrale di via Gaetano Negri, il Direttore, Ing. Gustavo Palestrino, ha dato il benvenuto ai visitatori ed ha illustrato con brevi parole lo sviluppo e l'incremento degli impianti e dei servizi telefonici della città per opera della Stipel.

Prossimamente entrerà in servizio la Centrale automatica di Porta Volta e in tal modo sarà compiuta la trasformazione della intera rete telefonica cittadina la quale conta ora 28.000 abbonati.

Le nuove richieste di telefoni possono essere soddisfatte ora in due o tre giorni.

La Società Stipel ha inoltre istituito speciali servizi in parte già funzionanti e in parte di prossima attuazione che saranno di grande utilità per i cittadini.

Tali sono: il servizio dei fonotelegrammi, il servizio delle chiamate delle auto pubbliche, il servizio di sveglia, la segnalazione dei programmi teatrali, degli orari di partenza e di arrivo dei treni e dei ritardi negli arrivi, ecc.

I dirigenti e i tecnici della Stipel hanno illustrato con opportuni schemi e modelli il funzionamento del sistema automatico di chiamata che ora è adottato.

Dopo una visita agli uffici della sede della Direzione della centrale interurbana e dei reparti dei servizi speciali, i soci sono passati alla sottostazione di Via Parini dove hanno potuto esaminare nel dettaglio il funzionamento della centrale automatica.

Qui la Direzione della Stipel ha offerto agli ospiti con grande signorilità un rinfresco.

Il Presidente Ing. Emanueli ringraziando il Direttore Generale Ing. Gustavo Palestrino ha espresso il suo vivo compiacimento per la meravigliosa opera svolta dalla Stipel la quale ha compiuto in brevissimo tempo una vera trasformazione del servizio telefonico di Milano secondo i più moderni criteri della tecnica.

## Necrologio

Si è spento a Milano, dopo un lungo periodo di malattia l'

**Ing. LUIGI BOSELLI**

che fu uno dei primi soci di quella Sezione. A capo, da molti anni, di un importante studio di rappresentanze, Egli portava nella sua professione uno spirito tecnico, una correttezza ed una squisita signorilità di modi che rendevano particolarmente piacevole il trattare con lui, e che fanno profondamente rimpiangere la sua scomparsa, a quanti ebbero la fortuna di conoscerlo e, quindi, di stimarlo vivamente.

Alla famiglia così dolorosamente colpita, vadano le nostre più sentite espressioni di condoglianza.

# L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

## ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA ANNUNCIATA, 4 - MILANO (102) - TELEFONO N. 64-176

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

### *L'Esposizione di Como e il Congresso dei Fisici.*

Ci è sembrato che non si potesse chiudere meglio questo memorabile anno Voltiano, così denso di avvenimenti di grande interesse per gli elettrotecnici, se non occupandoci delle due principali manifestazioni organizzate dal Comitato per le onoranze al Grande Comasco: l'Esposizione tenutasi fra il maggio e l'ottobre a Villa Olmo ed il Congresso internazionale dei Fisici.

Di entrambi gli avvenimenti già abbiamo avuto occasione di occuparci, ma la grande mole delle memorie raccolte per l'ultima riunione sociale — che rimarrà pure essa sotto questo aspetto, veramente memorabile — ci ha sempre impedito di dare di essi quell'ampia relazione che la loro importanza richiedeva. Lo facciamo oggi, in modo che, in avvenire, chi vorrà ritornare sulle onoranze Voltiane, potrà trovare tutti gli elementi e tutte le notizie raccolte nel volume 1927 dell'*Elettrotecnica*.

Per l'esposizione, organizzata com'è noto, con la consulenza della nostra Associazione, abbiamo cercato di dare un'idea quanto più possibilmente esatta dell'ampio materiale raccolto nelle gallerie delle Comunicazioni elettriche e degli impianti; ma non ci sarebbe stato possibile, naturalmente, citare o ricordare tutto e tutti, e chiediamo perciò venia fin d'ora, delle involontarie omissioni.

Per il Congresso dei Fisici abbiamo pregato il Prof. PUGNO VANONI, che fu parte attivissima del Comitato organizzatore, di riferirne ai lettori. La grande varietà degli argomenti trattati al Congresso ha reso assai difficile quel lavoro di sintesi che i lettori desidererebbero trovare in una cronaca di tale genere: la sintesi dei grandi problemi che oggi travagliano gli scienziati e che furono tutti toccati nello svolgimento del Congresso, fu d'altronde fatta in modo mirabile dal Prof. Corbino in quella sua indimenticabile conferenza al Congresso dell'A. E. I., della quale già pubblicammo il testo (15 ottobre 1927, pag. 750).

La chiara ed interessante esposizione del Pugno Vanoni, varrà tuttavia a dare una visione d'insieme della materia e dell'importanza del Congresso, il quale rimarrà senza dubbio famoso negli annali della Fisica, non essendo dato di prevedere quando ancora si potranno trovare insieme raccolti a discutere i più grandi scienziati viventi in ogni parte del mondo.

### *L'impianto di Cardano.*

Senza pregiudizio di una più ampia e completa descrizione futura, abbiamo creduto interessante fornire ai lettori qualche notizia sull'impianto di Cardano, in avanzata costruzione sull'Isarco, la cui centrale, coi suoi 200.000 kW installati, sarà una delle maggiori del nostro Paese.

LA REDAZIONE

### □ L'ESPOSIZIONE VOLTIANA DI COMO □

R. SAN NICOLÒ

Fra le manifestazioni che il Comitato per le Onoranze a Volta ha organizzato quest'anno a Como, ha assunto una notevole importanza la Esposizione ordinata e raccolta nelle sale della Villa Olmo e in quelle dei fabbricati adiacenti aggiunti. L'Esposizione constava di due mostre: quella Nazionale delle Industrie Elettriche e quella Internazionale delle Comunicazioni Elettriche, entrambe preparate su programmi e proposte dell'A. E. I.

Descrivere minutamente tutto il materiale esposto non sarebbe certamente possibile nei brevi limiti di un articolo di Rivista. Ci limiteremo perciò nelle righe seguenti a dare una idea complessiva delle mostre che hanno costituito una manifestazione veramente grandiosa. Essa torna ad onore, oltretutto del Comitato di Como, anche della nostra Associazione, la Segreteria della quale ne curò l'organizzazione tecnica e la distribuzione del materiale esposto.

\*

La prima parte della mostra Nazionale era riservata alle Società di produzione e distribuzione di energia elettrica.

Il meraviglioso sforzo che l'Italia ha compiuto in questo campo, era ampiamente documentato, da carte, fotografie, plastici riproducenti i più notevoli impianti e le grandi reti di distribuzione. Si può dire che tutta l'industria italiana della produzione d'energia elettrica era rappresentata alla mostra. Il visitatore italiano poteva provare un giustificato senso di orgoglio e di compiacimento anche di fronte agli intervenuti di altri Paesi.

I grandi gruppi di Società Elettriche si presentavano in tutta la imponenza del loro organismo tecnico e finanziario.

Il Gruppo Edison in quattro stands, arredati con severa eleganza, ha raccolto le Società che lo compongono, cercando di dare con grandi diagrammi, quadri e album di fotografie, plastici, un'idea della varietà e importanza della loro azione, singolarmente e collettivamente.

Le cifre complessive sono grandiose: centrali con una potenza idraulica di 637.000 kW e termica di 129.000: serbatoi per 125 milioni di m<sup>3</sup> corrispondenti a 192 milioni di kWh; 2.136 milioni di kWh prodotti ed acquistati.

L'attività del gruppo si estende, come è noto, dalla Liguria e dalle Alpi Marittime, dove è rappresentato dagli impianti delle Officine Genovesi, della Soc. della Maira e della Negri, per gran parte delle Alpi Piemontesi, dove si sviluppano gli impianti della cessata Società Conti e della Dinamo, quelli di Valle Antrona e dell'Ovesca, fino alle Alpi Lombarde colla Società Interregionale, coll'Orobia e colla Comacina. Mentre da un lato il gruppo si protende fino alla Toscana, dall'altro si spinge ad oriente colla Società Bresciana la quale a sua volta collegandosi colla Emiliana, quasi completa il ciclo. Particolare attenzione richiamavano le notizie sulla grande centrale termoelettrica in costruzione a Genova da parte del « Concenter » in cui la Edison ha una partecipazione preponderante.

La mostra del Gruppo Edison aveva anche largo interesse dal lato storico poichè, come è noto, lo sviluppo della Società segna la storia dello sviluppo dell'industria della produzione dell'energia elettrica in Italia. Questo sviluppo era illustrato attraverso a quadri e ad album fotografici.

**L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.**



Anche il complesso di molteplici attività che fa capo al Gruppo S. I. P. era largamente illustrato nella sua struttura industriale, che comprende: nel gruppo elettrico, Società di pro-



Fig. 1. — Il grande atrio della Villa Olmo.

duzione e di distribuzione di energia, nel gruppo telefonico Società concessionarie di zone e nel gruppo aziende sussidiarie Società produttrici di materiale sia elettrico che telefonico in armonia col progressivo sviluppo del Gruppo, che attualmente riassume in sé un quinto della produzione idroelettrica italiana e circa il 40 per cento dei telefoni d'Italia.

Una grande carta al 250.000 indicava le più importanti centrali di produzione sia idrica che termica nonché le ripartizioni delle zone di distribuzione di energia elettrica che si estendono dalla Provincia di Cuneo e della Valle d'Aosta al Gallaratese e alla Valtellina (Zona Società Lombarda), e raffigurava pure l'interessante tracciato della grandiosa linea a 220 mila volt, attualmente in costruzione, che porterà fra breve a Milano e a Torino le nuove e fresche energie delle valate dell'Alto Adige.

Alcune interessanti fotografie rappresentavano i nuovi lavori degli impianti del Marmore della S. I. M. (Società Idroelettrica Marmore) in valle d'Aosta (Centrali di Covalou e Maën, diga di Cignagna, ecc.), e dell'Alto Brembo (Centrali di Carona e di Bordogna) mettendone in rilievo le più notevoli caratteristiche tecniche. Di grande importanza la centrale in costruzione sull'Isarco, che sarà una delle più grandi d'Europa e della quale daremo presto un'ampio cenno su *L'Elettrotecnica*.

La Società Generale Elettrica dell'Adamello presentava in una carta al 250.000 l'insieme delle linee e degli impianti che essa esercisce, illustrandoli anche con numerosi segni e fotografie e con un grande plastico della zona dell'Adamello.

La Società ha attualmente in esercizio quattro Centrali idroelettriche proprie e quattro Centrali idroelettriche delle So-

cietà dell'Allione e dell'Ozola da essa controllate, e precisamente:

Le tre centrali di Campellio, Isola e Cedegolo, che utilizzano tre salti successivi, rispettivamente di 158, 931 e 474 metri, e che dispongono di tre laghi serbatoi: Baitone, Sallarno e Arno rispettivamente di 14, 14 e 35 milioni di metri cubi di capacità. La potenza complessiva del macchinario installato in queste tre centrali è di kW 85.500. Vi è poi la Centrale di Temù che utilizza un salto di 772 metri con una potenza installata di 42.000 kW.

Le due Centrali di Paisco e di Forno d'Allione, della Società Idroelettrica dell'Allione, hanno complessivamente una potenza installata di 16.000 kW.

Le due centrali di Ligonchio e di Predare, di proprietà della Società Idroelettrica dell'Ozola, hanno complessivamente 24.500 kW.

La Società Adamello ha attualmente in avanzata costruzione la Centrale idroelettrica di Sonico sul fiume Oglio, con una potenza installata di 60.000 kW e la centrale termoelettrica di Piacenza disposta per l'installazione di 40.000 kW e che era particolarmente illustrata da un apposito plastico. A sua volta la Società Idroelettrica dell'Ozola ha pure pressoché ultimato una nuova centrale idroelettrica a Ligonchio con la potenza installata di 15.000 kW.

Complessivamente il sistema di produzione della Società Adamello dispone così di 283.000 kW installati o in corso di installazione.

L'Azienda Elettrica Municipale di Milano dava una visione dei propri impianti mediante un apposito plastico della Valtellina e con planimetrie delle linee congiungenti le centrali colla città.

La Società Unione Esercizi Elettrici esprimeva diverso materiale dimostrativo dello sviluppo recente della Società e delle sue consorelle e che illustrava alcuni tra i più importanti impianti costruiti o in corso di attuazione.

Due plastici rappresentavano l'importante diga costruita dalla Società Industriale Italiana sul Rio Scandarella creando un serbatoio di 12.500.000 metri cubi.

Tali opere costituiscono soltanto uno dei numerosi impianti che la Società Industriale Italiana ha studiato e in gran parte ha già costruito per la razionale utilizzazione del bacino del fiume Tronto e dei suoi affluenti e che nel loro insieme rappresentano uno degli esempi più importanti di sfruttamento integrale di un corso d'acqua.

Un altro plastico rappresentava la diga di sbarramento che la Società Idroelettrica dell'Alto Savio, sta costruendo sul



Fig. 2. — La galleria della Mostra Nazionale delle Industrie Idroelettriche.

Fiume Savio. Con tale opera si verrà a creare un invaso di circa 22.000.000 m<sup>3</sup> che verranno utilizzati in una centrale avente la potenza di circa 3.500 kW.

Tale impianto sorge a valle di un altro già costruito dalla



Società Idroelettrica Alto Savio a Quarto, presso Sarsina, il quale ha un serbatoio di 6.500.000 m<sup>3</sup> con centrale della potenza di 4000 kW.

Inoltre la creazione di tali grandi serbatoi è collegata all'attuazione di un grandioso progetto per la irrigazione della Bassa Romagna, di cui la S. I. D. A. S. si è fatta promotrice.

Un terzo plastico rappresenta il complesso di opere studiate dalla Società Idroelettrica Alto Timavo, per la costruzione di un grande impianto idroelettrico con centrali poste in prossimità di Trieste, per complessivi 50.000 kW, abbinato alla costruzione dell'acquedotto per acqua potabile della città di Trieste capace di 65.000 m<sup>3</sup> al giorno.

Sul Timavo e sul Padez, suo affluente di sinistra, sono progettate due grandi dighe di sbarramento con le quali si vengono a creare due serbatoi, l'uno della capacità di circa 40 milioni di m<sup>3</sup> sul Timavo e l'altro di circa 3.250.000 m<sup>3</sup> sul Padez.

L'acqua di quest'ultimo serbatoio, previa accurata filtrazione, è destinata ad essere riunita a quella proveniente a mezzo di un canale lungo circa km 21 dalle Sorgenti di Bisterza, per integrare le portate nel periodo di magra.

Il canale di derivazione del serbatoio sul Timavo, dopo circa 3 km di percorso a mezza costa raggiunge l'imbocco di una grande galleria a pelo libero che, attraversando tutto il massiccio del Carso, va a sboccare, dopo circa 14,5 km nelle immediate vicinanze di Trieste.

Nel cielo di tale galleria è collocata la tubazione metallica che convoglia le acque destinate ad uso potabile provenienti dalle sorgenti di Bisterza e dal serbatoio sul Padez: tali acque vengono utilizzate in una centrale apposita avente una potenza di circa 1000 kW installati e con lo scarico a quota 150 cosicchè le acque possono venire direttamente distribuite nell'abitato.

Le acque provenienti dalla grande galleria sono invece utilizzate in una centrale con scarico a quota 15 la cui potenza installata è di oltre 50.000 kW.

In complesso i plastici presentati rappresentano tre classici esempi di impianti l'uno inquadrantesi in un piano di completa utilizzazione, prevalentemente idroelettrica, di un corso di acqua (Tronto), gli altri due di impianti idroelettrici abbinati rispettivamente a un vasto piano di irrigazione e a un importante acquedotto per acqua potabile. Essi costituiscono così esempi di impianti concepiti con grande modernità di criteri, in quanto non si limitano a creare nuove fonti di energia, ma cercando di favorire l'interesse generale sia con l'avvantaggiare l'agricoltura di una vasta regione, sia col migliorare le condizioni di vita e di igiene di una numerosa popolazione.

Un quadro luminoso dava una rappresentazione degli incrementi che gli impianti della U.E.E. e le sue zone di distribuzione hanno avuto dal 1915 ad oggi. Il gruppo Unione Esercizi Elettrici ha attualmente una potenza circolante complessiva sulle reti di circa 110.000 kW con una produzione annua di 380.000.000 di kWh che vengono distribuiti a 1300 Comuni su una superficie di circa 55.000 km<sup>2</sup> vale a dire quasi un quinto della superficie d'Italia.

Il Gruppo Società Adriatica di Elettricità, riassumeva in un grande quadro la zona di sua influenza, che si estende su sedici provincie dal confine orientale fino al Garda e dalla catena delle Alpi Veneto-Tridentine-Giulie fino all'Appennino Romagnolo. Al gruppo fanno capo complessivamente una ventina di Società elettriche, e il suo sviluppo nell'ultimo ventennio era illustrato in un grande diagramma.

Una ricca raccolta di fotografie dava la chiara visione delle opere principali dei maggiori impianti, da quelli più vecchi sul Cismon e sul Cellina, a quelli sull'Adige e agli ultimi importantissimi del gruppo Piave-Santa Croce.

Quest'ultimo era rappresentato da un rilievo plastico al 250.000, sul quale si potevano riconoscere la ubicazione delle cinque centrali che, con una potenza complessiva di 220.000 kW, possono sviluppare annualmente circa 600 milioni di kWh.

Complessivamente nell'ultimo ventennio le centrali del gruppo dell'Adriatica sono passate da 11.000 kW installati, ad oltre 220.000 e l'energia prodotta, da 16 milioni di kWh annui si è elevata a più di 600 milioni.

Particolare interesse, per la regione nella quale si svolge la sua attività, richiamava la mostra della Società Trezzo e della Società Tridentina che illustravano con grafici, disegni e fotografie i loro impianti e specialmente quelli dell'Avisio e del Noce, costruiti o in costruzione.

L'impianto del Lago di Serrai e delle Piazze, con centrale sulle sponde dell'Avisio, entrato in servizio alla fine del 1926 utilizza un serbatoio di 6.300.000 metri cubi ed ha un salto

di 600 metri con una potenza installata di 13.500 kW. Di ben maggiore importanza sono gli impianti in avanzata costruzione nella valle del fiume Noce. Quello di Caserer con un serbatoio di 13.000.000 di metri cubi situato a 2600 metri sul mare, avrà un salto di 600 metri e una potenza installata di 15.000 kW. La centrale di Cogolo, a valle della precedente, sfrutterà su un salto di 750 metri anche le acque di un altro ramo del Noce, regolato da un secondo serbatoio di circa 25.000.000 di metri cubi; essa avrà una potenza installata di 40.000 kW. Allo sbocco della valle del Noce in quella dell'Adige sorgerà la centrale di Mezzacorona con un salto di 120 metri e una potenza di 50.000 kW.

Oltre questi impianti in avanzata costruzione, la Tridentina sta rapidamente allestendo l'impianto del Vize, affluente dell'Isarco; la centrale, con un salto di 350 m conterrà due gruppi da 12.000 kVA a frequenza industriale, e altri due gruppi da 9000 kVA, per servizio di trazione. Il piano di lavori previsto e pel quale la Società ha già ottenuto numerose concessioni è ancora assai più vasto di quanto è qui accennato.

Ancora del Trentino, parlava lo stand del Consorzio dei Comuni di Rovereto e Riva che esponeva plastici e fotografie dei lavori in corso per il nuovo impianto del Ponale, che sostituirà quello vecchio distrutto durante la guerra, e che utilizzerà come serbatoio il lago di Ledro.

Poco rappresentata relativamente alla mostra di Como, era l'Italia Centrale, a cui, oltre ad alcuni impianti importanti della Unione Esercizi Elettrici, si riferivano i plastici e le fotografie dell'impianto dell'Aniene, esposti dall'Azienda Elettrica Governatorato di Roma. Questa aveva organizzato una magnifica mostra che comprendeva, fra l'altro, un completo modello, funzionante, dei comandi di illuminazione dell'Urbe.

All'Italia meridionale ci riportava invece lo stand della Società Meridionale di Elettricità, dove erano raccolti disegni e fotografie relativi agli impianti dell'Aventino, del Lete, del Tanagro e del Matese, che i lettori di *L'Elettrotecnica* conoscono per le ampie descrizioni che essa ne ha pubblicato. I grandiosi impianti della Sila erano pure largamente illustrati e richiamavano l'attenta curiosità dei visitatori. Si notava anche un modello dell'e tubazioni usate per la distribuzione sotterranea in Napoli.

La Sicilia era rappresentata dalla Società Generale Elettrica della Sicilia colla mostra delle sue centrali termiche e idrauliche dell'Alcantara, del Cassibile e specialmente dell'impianto dell'Alto Belice del quale *L'Elettrotecnica* ha dato a suo tempo larghe notizie.

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha largamente partecipato alle mostre di Como inviando copiosi ed interessanti materiali ed occupando con essi quattro stands della « Esposizione Nazionale delle Industrie Idroelettriche » ed uno della « Esposizione Internazionale delle Comunicazioni ».

Nella prima delle suddette Esposizioni a mezzo di plastici, quadri, grafici, modelli, fotografie, album, ecc., rendeva noto lo sviluppo raggiunto fino ad oggi della elettro-trazione nella rete ferroviaria italiana ed illustrava gli impianti idroelettrici costruiti ed in corso di costruzione per opera dell'Amministrazione stessa.

Tre grandi quadri policromi indicavano gli impianti di elettro-trazione (linee primarie, di contatto, sottostazioni, centrali di produzione, cabine di sezionamento, ecc.), esistenti ed in corso di costruzione nei seguenti gruppi di linee: ligure-piemontese-toscano-emiliane, lombarde e meridionale.

Quattro grandi schemi riportavano le principali caratteristiche degli impianti di Morbegno e di Bardonecchia, e di quelli sull'alto Reno ed affluenti, e sul Sagittario (Abruzzo).

Quadri policromi rappresentavano piante e sezioni della centrale del Sagittario e della grande sottostazione di conversione di S. Viola (Bologna).

Due quadri contenevano diagrammi relativi ai dati di traffico delle linee a trazione elettrica e agli sviluppi dei lavori di elettrificazione durante l'ultimo decennio d'esercizio, ed altri quadri illustravano con vedute prospettive e schematiche i sistemi di sospensione aerea adottati per le linee di contatto trifasi in corrispondenza degli scambi nelle stazioni.

Notevole era la raccolta di plastici, dei quali uno nella scala 1:5000 riproducente il complesso degli impianti idroelettrici di Bardonecchia; e altri della vallata e delle opere sul Sagittario, e delle dighe costruite sui torrenti Limentra per gli impianti del Reno.

Anche il Servizio Idrografico Italiano, dipendente dal Ministero dei Lavori Pubblici partecipava alla Mostra Nazionale delle Industrie Idroelettriche con un copioso materiale. Fra esso, erano riportati i risultati più recenti delle indagini stati-

stiche che il Servizio va da qualche anno compiendo sistematicamente in questo campo.

Erano esposte così tre grandi carte d'Italia (scala di 1:500.000) riportanti rispettivamente l'indicazione delle centrali idroelettriche (con potenza superiore ai 300 HP medi nominali) delle linee elettriche ad alto potenziale (oltre i 30.000 volt) e dei laghi serbatoi, sia in funzione che in costruzione. Sei grafici murali di grandi dimensioni davano poi una chiara visione dello sviluppo della produzione di energia elettrica in Italia nel settennio 1920-1927; della distribuzione mensile e razionale della produzione di energia elettrica nel 1926 e del suo impiego nei vari usi; della potenza relativa agli impianti idroelettrici in funzione o in costruzione nelle varie regioni d'Italia al 31 dicembre 1926 e, infine, del rapporto fra l'energia idraulica totale utilizzabile, quella utilizzata e quella in corso di utilizzazione.



Fig. 3. — Lo stand dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Altro materiale era stato poi esposto allo scopo di dare al tecnico visitatore una conoscenza, anche sommaria, delle finalità, della costituzione e del funzionamento del Servizio Idrografico la cui attività più o meno direttamente si rivolge tutta allo studio del regime dei nostri corsi d'acqua.

Una grande carta d'Italia al 500.000 riportava per esteso i tracciati delle linee di livellazione che per oltre 8000 chilometri sono state rilevate a cura del Servizio, costituendo la parte preparatoria di un poderoso lavoro che porterà al tracciamento dei profili longitudinali di gran numero dei corsi d'acqua della Penisola. Un'altra carta simile rappresentava la rete d'osservazione del Servizio con le sue 5000 stazioni pluviometriche, freaticometriche e idrometriche, e una terza riportava la rappresentazione isocetica delle piogge medie annue sull'Italia nel quinquennio 1921-1925.

Completavano la mostra numerose fotografie illustranti gli impianti più caratteristici e importanti realizzati dal Servizio e vari esemplari di strumenti meteorologici e idrometrici generalmente adottati per le diverse osservazioni.

Due stands di particolare carattere, in questa parte della mostra erano quelli U. N. F. I. E. L. e dell'A. E. I.

La U. N. F. I. E. L. aveva esposto due grandi plastici della nostra penisola, sui quali, a mezzo di segnali luminosi che si accendevano periodicamente, era rappresentato il progressivo sviluppo degli impianti elettrici e delle linee di trasmissione in Italia. Inoltre la U. N. F. I. E. L. esprimeva la

raccolta delle sue pubblicazioni, e quelle dell'Energia Elettrica e degli Annali per la Utilizzazione delle Acque.

L'Associazione Elettrotecnica Italiana aveva raccolto in uno stand elegante i dati statistici dell'andamento dei soci e della loro diffusione nel mondo, come pure della diffusione del suo giornale « L'Elettrotecnica », e delle manifestazioni che segnano il progressivo sviluppo del grande Sodalizio. La ricca raccolta di pubblicazioni, monografie, descrizioni di centrali, volumi di Norme, statistiche degli impianti elettrici italiani, ecc., attestavano, insieme alle pubblicazioni voltiane e alla imponente raccolta degli Atti e delle annate de L'Elettrotecnica, la grande attività tecnica della A. E. I. e la vitalità che anima il glorioso Sodalizio.

\*

Sebbene nel riparto del macchinario fossero relativamente poche le Ditte costruttrici italiane intervenute, pure la mostra poteva ben ritenersi di eccezionale importanza per le caratteristiche del materiale esposto.

Le Costruzioni Meccaniche Riva, la vecchia e gloriosa Ditta milanese, dava in un diagramma luminoso l'idea completa del proprio sviluppo e della potenzialità raggiunta, presentando la distribuzione annuale progressiva dei 3100 impianti eseguiti dal 1885 al 1926 per complessivi 2.600.000 kW installati.

La produzione attuale era ben rappresentata da un modello, nella scala di 1 a 20, di una delle cinque turbine Francis ad asse verticale da 35.000 kW in costruzione per la centrale di Cardano della Società dell'Isarco. Queste macchine, che saranno fra le più grandi d'Europa, utilizzeranno un salto di 155 metri e una portata di 25 metri cubi al secondo ciascuna, e potranno funzionare a 252 o a 300 giri, secondo la frequenza da generare coll'alternatore.

La ruota, di m 2,60 di diametro è fusa in un sol pezzo, di bronzo. La turbina ha un solo supporto di guida e un supporto di sospensione tipo Michell a blocchetti oscillanti, calcolato per un carico di 200.000 kg.

Di proporzioni naturalmente assai più modeste ma di non minore interesse tecnico, nello stand della Riva, erano gli apparecchi per la sincronizzazione automatica dei gruppi idroelettrici, costruiti dalla Casa sui brevetti Sartori-Calzoni. Figurava nella mostra un regolatore di turbina tipo normale Riva, con applicato un servomotore rotativo a pressione d'olio che sotto il controllo dello speciale « Ricercatore di sincronismo » (ad esso collegato con due tubi di circolazione d'olio) è posto in condizioni di regolare senza indecisioni la velocità della turbina durante la messa in parallelo, portando il numero dei giri dell'alternatore in sincronismo colla frequenza della linea cui va allacciato.

Tale apparecchio è integrato col « selettore di sincronismo » che serve a chiudere automaticamente l'interruttore dell'alternatore non appena si presenta la condizione di perfetto sincronismo con la permanenza corrispondente alla taratura dell'apparecchio.

Caratteristica essenziale del selettore è appunto quella di essere a tempo regolabile, per cui, a seconda delle esigenze di servizio, può farsi il parallelo colla rapidità voluta. E' stato pure esposto uno schema di collegamento dei suddetti apparecchi di sincronizzazione per mostrare la loro disposizione ed applicazione ai gruppi idroelettrici.

La fotografia di un modello di turbina da 35.000 kW, era esposto dalla De Pretto-Escher, Wyss di Schio, la quale ha in costruzione tre di queste macchine ad asse verticale per la centrale di Galleto della « Terni » sul nuovo salto sul Velino, di 197 metri. La girante, in bronzo, che deve smaltire una portata di 22,5 metri cubi al secondo è munita di speciali labirinti anulari che impediscono le fughe d'acqua in pura perdita, contribuendo ad elevare il rendimento della turbina; altri anelli di acciaio speciale al cromo, prodotto delle Acciaierie di Terni, fasciano la ruota ed il distributore e costituiscono delle guarnizioni di ricambio contro l'usura della sabbia silicea finissima convogliata dalle acque del Velino. E' notevole la disposizione per il facile smontaggio della ruota dal di sotto, scostando un tronco del tubo di aspirazione diviso in settori, e liberando la ruota con dispositivo comandato dall'alto attraverso l'albero forato; la ruota posata su carrello può essere afferrata dalla gru e sollevata.

La produzione di turbine Pelton della stessa Ditta era rappresentata da un ago da ugello per una delle due Pelton ad asse verticale, da 11.000 kW in costruzione per la centrale di Cardano, e da disegni delle due Pelton a due getti ad asse



orizzontale da 22.000 kW in costruzione per la centrale del Ponale. Noto in queste ultime il bassissimo valore del rapporto fra diametro della ruota e diametro dell'ugello, e la disposizione per il funzionamento con ambedue o con un solo getto.

Una quantità di fotografie stava poi ad illustrare l'altra produzione della Casa. La mostra era completata da un modello di valvola rotativa, del noto tipo speciale della Ditta e che verrà adottato anche per le grandi turbine di Galleto.

Di non minore importanza era la mostra del macchinario elettrico. Un modello in scala 1 a 10 di uno degli alternatori da 36.000 kVA, da accoppiare alle citate turbine della Riva nella centrale di Cardano, si poteva ammirare nel vasto stand della *Compagnia Generale di Elettricità* che ha in costruzione due alternatori di questo tipo. Si tratta di macchine ad asse verticale, che possono funzionare a 42 o a 50 periodi, compiendo 252 o 300 giri al minuto, a tensione fra 9500 e 11.000 V. Come tutte le macchine sincrone della C. G. E. anche gli alternatori dell'Isarco saranno avvolti col metodo dell'avvolgimento a doppio strato, che era illustrato da un campione sezionato presentato nello stand.

Nel secondo settore dello stand, si osservavano un avvolgimento di alta tensione (147.000 V) di una colonna di trasformatore trifase da 16.000 kVA, 42/50 periodi, 7000/126 mila a 147.000 V, del tipo costruito per la centrale di Temù, e un avvolgimento secondario di trasformatore trifase 10.000 kVA, 45 periodi, 138.000/63.000 V, del tipo all'aperto costruito per la sottostazione di Bari. Questi avvolgimenti richiamavano l'attenzione per parecchie particolarità tecniche e costruttive. Si notavano ancora alcuni raddrizzatori Tungar per la carica di accumulatori di isolante ercolite, esemplari di ventilatori, e una raccolta di svariato materiale telefonico secondo i brevetti Thomson Houston.

Per la centrale di Galleto, sopra ricordata, costruisce tre alternatori ad asse verticale da 37.000 kVA, il *Tecnomasio Italiano Brow Boveri*; di queste macchine abbiamo già dato notizie su *L'Elettrotecnica* <sup>(1)</sup>, riproducendo la fotografia di un modello che era esposto a Como. Accanto ad esso il *Tecnomasio* esponeva il modello di uno dei tre trasformatori trifasi da 36.000 kVA, a 235.000 V, 42/50 periodi destinati alla centrale di Cardano della Società dell'Isarco. E' questa la tensione più elevata che si sia finora raggiunta al mondo con trasformatori per servizio industriale. Tali trasformatori vengono costruiti in modo da poter funzionare sia col collegamento a terra del centro alla tensione, sia senza tale collegamento.

A un altro genere di costruzioni richiamava il modello, pure esposto dal *Tecnomasio*, di uno dei cinque locomotori per corrente continua a 4000 V, per la Torino-Lanzo.

Una serie di diagrammi riassume la storia e lo sviluppo del *Tecnomasio Italiano* specialmente nei riguardi del materiale per trazione. Alla produzione finora eseguita, veramente imponente, faceva riscontro in altri diagrammi la produzione in corso non meno imponente.

Una mostra ricca e svariata aveva la *S. A. Ercole Marcelli* la quale presentava una quantità di tipi di motori di piccolissima potenza, a corrente continua, specialmente adatti per applicazioni radio o per laboratori. Pure per servizio radio erano esposti gruppi generatori e convertitori. Ricordiamo ancora dei trasformatori ad alta frequenza, regolatori induttivi, elettroestrattori d'aria per servizio di bordo, ecc.

Completavano la mostra del macchinario la *Scotti e Brioschi* di Novara, con parecchi tipi di trasformatori e un autotrasformatore da 5000 kVA regolabile sotto carico; e la *Alfieri e Colli* di Milano che illustrava con quadri e fotografie la propria attività rivolta specialmente alla riparazione e alla modifica del macchinario elettrico.

\*

Nel campo dell'apparecchiatura elettrica è da ricordare anzitutto la mostra della *Ditta Magrini* la quale presentava,

oltre all'apparecchiatura per esterno a 250.000 V, di cui *L'Elettrotecnica* ha già fatto cenno a proposito della Fiera di Milano, molto altro svariato materiale di sua costruzione. Ricordiamo, fra l'altro, una completa cabina di trasformazione che funzionava per i servizi elettrici della Esposizione, ed era munita di tutti i dispositivi di comando e di protezione. Nella galleria della Mostra Nazionale delle Industrie Elettriche, la *Magrini* aveva anche un proprio stand, dove esponeva una ricca raccolta di fotografie di installazioni da essa eseguite, e presentava parecchi saggi della sua produzione; fra essi: un interruttore tripolare in olio per 15.000 V e 600 A, un selettore di sincronismo brevetto Sartori-Calzoni del tipo ben noto. Noto un comando a distanza a solenoide per gli interruttori a 250.000 V; studiato in modo da eliminare nel comando il tempo necessario alla magnetizzazione realizzando una operazione rapidissima. Completavano la ricca mostra un dispositivo per comando a distanza ad aria compressa per interruttori, interessante per le disposizioni costruttive che prevengono qualunque pericolo di manovra accidentale anche in caso di fughe di aria compressa.



Fig. 4. — Una parte della galleria delle industrie elettriche.

La *Ditta Vanotti e Fantini* di Milano presentava pure i suoi ultimi tipi di materiale di apparecchiatura, fra il quale notato il tipo di sezionatore a manovra simultanea per alte tensioni e forti intensità; oltre ai noti tipi di materiale da quadro e da manovra, costituenti un insieme veramente interessante.

Nello stand della *Soc. An. Istrumenti di Misura C. G. S.* abbiamo notato, oltre alla serie completa di istrumenti indicatori, registratori e contatori già noti, una nuova serie di trasformatori di intensità e di tensione per applicazioni fino a 80.000 volt, che rappresentano un progresso veramente notevole nella tecnica dei trasformatori di misura. Destava molto interesse il nuovo modello di registratore a servomotore creato quest'anno dalla C. G. S.

Una specialissima applicazione che ha attinenza alle comunicazioni telefoniche era pure presentata dalla C. G. S. e realizzata da questa in collaborazione colla *Ditta Società Italiana Brevetti Arturo Perego*. Si tratta della utilizzazione di una linea telefonica per la riproduzione a distanza in modo continuo del diagramma di un registratore a servomotore. L'apparecchio trasmettitore era installato nello stand C. G. S., mentre quello ricevitore era nello stand Perego, entrambi accompagnati dal relativo quadretto per la commutazione e per i dispositivi di sicurezza per i telefoni Perego. Abbiamo potuto osservare l'identità dei diagrammi forniti dai due registratori.

Una ricca e svariata mostra di apparecchi di misura era pure presentata dalla *Weston Elec. Indust. Corp.* rappresentata dall'Ing. *Bellotti*. Si notava oltre una serie dei noti apparecchi della Ditta, molti istrumenti per uso radio di cui diremo più avanti.

L'Ing. *Bellotti* esponeva altresì apparecchi della *Chauvin et Arnoux* di Parigi, pure da lui rappresentata. Oltre a un

<sup>(1)</sup> Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. n. del novembre 1927, pag.



nuovo tipo di ohmetro portatile, merita di essere ricordato un regolatore automatico di temperatura per usi industriali, di facile e sicuro funzionamento.

Anche la Casa *Siry Chamon* di Milano aveva esposto parecchi tipi dei suoi contatori elettrici.

Negli ambienti della esposizione, era installato un servizio di avvisatori automatici di incendio della Soc. An. « Ora Elettrica ».

La *Ditta Allocchio Bacchini e C.* specializzata, come è noto, in costruzione di apparecchi di misura da laboratorio di precisione, esponeva una larga serie di apparecchi per uso generale fra cui riferendoci specialmente a quelli che riguardano le comunicazioni elettriche, notiamo: apparecchi per la determinazione dei guasti e misure di isolamento sulle linee telegrafiche e telefoniche, di vari tipi e di varie entità; apparecchi per misure a frequenza telefonica fra le linee stesse, fra cui vediamo il generatore a valvola di frequenze telefoniche; voltmetri amplificatori, apparecchi per misura del cross talk, linee artificiali, voltmetri a valvola, ecc.

Questi apparecchi costituiscono un complesso completo per tutte le misure effettuabili sulle linee e sui cavi e sono per la prima volta costruiti in Italia.



Fig. 5. — Una parte della galleria delle industrie elettriche.

In prima linea poi la Ditta esponeva il suo tipo di oscillografo, ulteriormente perfezionato, il quale ha funzionato durante il periodo dell'esposizione.

La Ditta, che è anche specializzata per la costruzione di materiale telegrafico di precisione esponeva inoltre: un banco Wheatstone completo, con automatico, ricevente, tasti, cassetta di compensazione, e una serie di parti di ricambio e di relais di tutti i tipi di cui la Ditta è costruttrice.

Ma in questo campo, la cosa più particolarmente interessante era l'Esposizione degli apparecchi per i cavi sottomarini di cui recentemente la Ditta ha iniziato la costruzione, fino ad ora fatta esclusivamente in Inghilterra. Essa comprendeva: sifoni semplici e doppi; apparecchi di misura; tiracarte, e molti altri accessori.

Per il materiale radio infine la Ditta esponeva oltre ai ricevitori normali, tutta una serie di ondometri di precisione; specialmente interessanti i tipi per onde corte e il tipo ideato dal Prof. Vallauri. Notevole una serie di generatori per lunghezze variabili da circa 3 metri fino a 30.000 metri. Collegando questi ultimi con generatore a frequenze telefoniche si può dire che si ha una serie di generatori per tutte le frequenze.

La Ditta esponeva anche una serie di apparecchi trasmettitori e ricevitori per onde da 10 metri in su.

Completavano la mostra, tipi di apparecchi per misure normali, fra cui quelli noti ideati dal Prof. Barbagelata e cioè: potenziometro a c. a. e relativi accessori; shunt per c. a.; apparecchi per la segnalazione della circolazione d'acqua; ap-

parecchi per la misura delle portate d'acqua col metodo elettrochimico, ecc.

Per la depurazione dell'olio dei trasformatori, erano esposti interessanti tipi di filtri-presse da parte della S. A. G. *Cariboni* e della Ditta *G. Mannino e C.* Apparecchi per filtrazione ed essiccazione degli olii erano pure esposti dall'Ing. *Veronesi*.

Una mostra affatto particolare era quella della S. I. A. P. *Società Italiana Apparecchi Precisione* di Bologna che esponeva una serie di apparecchi per misure idrografiche: limnografi per registrazioni a distanza, strumenti per misure di portata e simili.

La *Società An. Luigi Gorla e C.* esponeva dispositivi ed apparecchi per l'esame radiografico dei metalli, costruiti su brevetti dell'Ing. *Pugno Vannoni* e che riscuotevano molto interesse per le loro caratteristiche tecniche che permettono di ottenere radiografie di spessori metallici relativamente rilevante, con esposizioni assai brevi in confronto a quelle necessarie con apparecchi di altri tipi.

La *Ditta Ing. S. Bellotti e C.* di Milano aveva esposto reostati e controller di sua fabbricazione, fra i quali, notevoli alcuni regolatori di corrente per saldatura elettrica.

Anche la mostra dell'Ing. *G. Picker* si staccava dal resto della Esposizione. L'Ing. *Picker*, in rappresentanza della Ditta *Inventio* di Glaris (Buda-Pest) presentava degli archetti per prese di corrente per carrozze tramviarie costruiti su brevetto dell'Ing. *De Fischer*. Questi archetti sono costruiti in modo da evitare gli scintillii che si verificano coi tipi usuali, assicurando una buona aderenza fra il pattino e il filo di linea.

E sarebbero ancora da ricordare la *Società Electrolux* con aspirapolvere e dispositivi frigoriferi elettrici; e, per l'elettrochimica la Ditta *Ing. De Nora* con dispositivi elettrolitici per la soda.

\*

Nel campo dei conduttori ed isolanti partecipavano alla Esposizione, parecchie fra le maggiori Case italiane.

Nella mostra della *Società Italiana Pirelli* era dato il maggior rilievo al noto tipo di cavo per altissima tensione che questa Ditta ha recentissimamente costruito e posato negli Stati Uniti d'America, e precisamente per una linea di km 10 a 140.000 volt a Chicago, e per una di 19 km a 132.000 V a New York.

Un quadro dimostrativo spiegava al visitatore lo schermo di un impianto di tali cavi. Erano pure presentati esemplari dei

vari apparati accessori, nonché dei giunti normali e dei terminali.

Di un altro cavo funzionante secondo gli stessi principi, ma trifase per 66.000 volt, ora in corso di posa per l'Azienda Elettrica Municipale di Milano, è pure mostrato un campione, insieme con quello di altri cavi per trasporto di energia di notevole importanza, fra cui i modernissimi « Pirelli H ».

In apposita vetrina è dimostrato poi lo sviluppo storico della fabbricazione mediante campioni di cavi, dai primitivi del 1882 formati da sbarre di rame entro tubi di ferro pieni di catrame, fino ai modernissimi come quello prima citato.

Inoltre un ricco assortimento di cavi telefonici, a gran numero di copie ed a coppie, metteva in rilievo l'abbondante produzione della Ditta Pirelli per la costruzione della grande rete nazionale di cavi telefonici.

Un'interessante modello della nave posa-cavi « Città di Milano » ricordava ai visitatori la attività, nel campo dei cavi sottomarini, della Ditta Pirelli che, come è noto, conta al suo attivo, oltre all'intera rete sottomarina telegrafica dello Stato Italiano, anche i nuovi cavi transoceanici della Italcable per le Americhe.

La mostra della *Società An. Ing. V. Tedeschi e C.* contribuiva validamente a dimostrare i progressi realizzati dalle fabbriche nazionali di cavi nei due campi che in questi ultimi anni hanno avuto le maggiori applicazioni: cavi ad alta tensione e cavi telefonici, coi relativi accessori e mezzi di posa.

Nel campo dei cavi ad alta tensione, la *Tedeschi* presenta il nuovo cavo unipolare testé brevettato con anima interna di materiale coibente di olio isolante e conduttore anulare.



Questo cavo è attualmente in funzionamento negli impianti della S. I. P. alla tensione di 75.000 volt direttamente collegato alle linee aeree senza alcun sistema di protezione. Malgrado gravissimi uragani scoppiati sulla linea e sovratensioni determinantesi da cause varie il cavo non ha subito alcun inconveniente dimostrando di costituire per le sue proprietà caratteristiche, un mezzo di ammorzamento e di protezione contro le sovra tensioni.

In conseguenza dei particolari mezzi di fabbricazione le perdite nel dielettrico di questo cavo sono singolarmente basse e costanti col variare del gradiente del potenziale.

La Tedeschi presentava pure il cavo trifase a superficie metallizzata ben noto per le sue proprietà che consentono l'impiego dei cavi trifasi per più alte tensioni (fino a 60.000 volt) per la maggiore uniformità del campo elettrico nel materiale isolante, colla conseguenza di minori perdite dielettriche.

Il riparto dei cavi telefonici della Società Tedeschi presentava campioni dei grandi cavi telefonici interurbani che si posano attualmente in Italia per conto della Stipel e dello Stato, insieme ai cavi telefonici urbani di grande potenzialità di coppie.

Completavano la mostra accessori speciali sia per esterno che per interno, sia con protezione che senza, anche di tipi nuovi e notevoli per le ingegnosità delle disposizioni degli organi che servono alla protezione ed al sezionamento dei circuiti telefonici.

La Società Ceramica Richard-Ginori presentava alla Mostra Voltiana, i suoi più importanti tipi di isolatori per le varie applicazioni elettriche, dai piccoli isolatori per radiotelegrafia ai grossi passanti per tensioni d'esercizio di 150.000 volt.

Negli isolatori di linea a sospensione la Ditta si è specializzata con diversi modelli brevettati. Di tale tipo erano esposte catene per altissime tensioni fino a 150.000 volt, con vari sistemi di attacco e di morsetterie, e alcune sezioni diametrali, che ne illustravano i particolari costruttivi.

Di isolatori di linea a perno erano esposti alcuni dei modelli più recenti (a campane larghe) fino alla tensione di esercizio di 80.000 V.

Nel montaggio di questi tipi di isolatori è stato introdotto il sistema caratteristico brevettato di sezionamento degli strati intermedi di cemento, in settori, rendendo così le variazioni di volume, proporzionali allo spessore (circa mm 4/5 anziché ai relativi diametri esterni (mass. mm 200).

Tale sistema è eminentemente vantaggioso ad evitare le rotture per variazioni di volume tra le varie parti. A dimostrare come tale sistema venga realizzato era stato esposto un grosso isolatore a perno sezionato.

Alla mostra figuravano anche modelli di isolatori portanti per cabine all'aperto fabbricati dalla Ditta, per tensioni fino a 220.000 volt.

Pei passanti da esterno la Ditta presentava, fra l'altro, la parte superiore e inferiore di un passante per tensione di esercizio di 150.000 volt, modello Tecnomasio Italiano Brown Boveri; la parte superiore in un sol pezzo, raggiunge il peso di circa 1,5 Ql., e l'altezza di circa m 1,45. Inoltre: una serie di elementi a campana, formanti la parte superiore di un passante per altissime tensioni, secondo modelli della Ditta Magrini di Bergamo, e un passamuro per esterno, in due pezzi per 60.000 volt.

Completavano la mostra, alcuni modelli di grossi passanti da interno in uno o due pezzi, colonnini portanti da interno fino ai modelli più grandi, isolatori terminali per cavi, tipi vari per radiotelegrafia, isolatori per trazione elettrica, e infine alcuni modelli di importanza storica; e precisamente: un campione del tipo usato nel primo impianto di Tivoli, studiato nel 1888 dal Sen. Mengarini, e un campione del modello del classico tipo Paderno, studiato dal Gr. Uff. Ing. Guido Semenza.

La Società Ceramica del Verbano di Laveno presentava i suoi tipi di isolatori sospesi. Nel tipo Untra, a testa sferica, lo sforzo di trazione viene trasmesso dal perno attraverso il cemento alle pareti di porcellana, sollecitando alla pressione; nell'interno vi sono inoltre due mezzi coni di porcellana; per mezzo di procedimenti speciali il cemento è preparato in modo da eliminare i soliti inconvenienti.

Il tipo detto « testa a cono » ha il pregio di avere completamente eliminato il cemento interno. Il perno è in un sol pezzo, segmentato alla sua estremità superiore in diversi bracci, i quali, previo riscaldamento con una saldatrice elettrica, vengono pressati su di un cono di acciaio introdotto nell'isolatore, che li allontana fino a farli aderire alla porcellana. Lo sforzo di trazione viene quindi trasmesso dalla testa del perno alle superfici coniche della porcellana sollecitandola alla com-

pressione. Per compensare piccoli dislivelli viene applicato un cuscinetto di tela impregnato tra acciaio e porcellana. Il perno viene protetto dall'umidità per mezzo di un anello di piombo colato internamente. Il tipo normale di sospensione ha un carico di rottura fra 5000 e 6000 kg.

Nell'isolatore « a sfere », il perno avente l'estremità allargata è trattenuto da alcune sfere di acciaio che si collocano in una speciale cavità dell'isolatore, e quivi trattenute da una lega di piombo quivi colato.

Erano anche esposti dei tipi speciali, rinforzati ed aventi un diametro maggiore del normale, destinati a linee 220 kV. Il tipo per sospensione ha un carico di rottura medio di 15.000 kg, quello d'amarro di 28.000 kg.

Vi erano ancora isolatori passanti e poggianti. Questi ultimi tipi in due e tre pezzi uniti tra loro con flangie di acciaio e relative cappe per effluvi, rispettivamente per tensione di 75 e 150 kV.

Non si potrebbe chiudere la rassegna dei materiali isolanti, senza ricordare la notevole e caratteristica mostra della M. I. V. A. - *Manifattura Isolatori in Vetro di Acqui*, che presentava i suoi tipi ben noti per basse ed alte tensioni; quella della Soc. *Porcellane Trento*, ricca di isolatori per installazioni di telegrafia e telefonia; e quella della *Porcellanfabrik Merckelsgrün*, per conto della sua rappresentante « *Forniture Elettriche Industriali* » di Como.

Un materiale isolante adatto per particolari impieghi è l'eternit. La Società Eternit di Genova aveva esposto una quantità di tipi di installazioni telefoniche di condotti per canalizzazione sotterranea, di pareti divisorie, di applicazioni diverse e molteplici di questo materiale agli impianti elettrici.

Completava la mostra degli isolanti lo stand della Società *Negri G. e C.* di Milano coi suoi prodotti in micanite, micarta e simili.

\*

Più vicino all'opera del Grande fisico comense, ci riportava la esposizione dei costruttori di pile ed accumulatori.

Una mostra molto ricca in questo genere di apparecchi, aveva la S. A. *Supernila* di Firenze. Ricordiamo fra i prodotti più interessanti: le pile a secco « *Macros* » della capacità di 200 amperora, a 1,5 V; le pile « *Aionia* » pure per forti capacità; i nuovi tipi *Oxair*, ecc. La Ditta esponeva anche un proprio tipo di apparecchio radioricevente, trasportabile.

Un interesse oltrechè tecnico, storico, rivestiva la mostra della Ditta *Mezzanica e Wirth* di Milano che presentava una pila Volta del tipo originario del 1799, una pila Leclanché come fu costruita la prima volta nel 1868 e una pila Galvanophor del 1898. La Ditta esponeva poi naturalmente una quantità di tipi moderni, Galvanophor, a liquido e a secco nonché batterie di pile per usi radio e materiale telefonico. Ancora nel campo delle pile vanno ricordati i tipi AD a zinco-carbone della Ditta *Marco Cappelli* di Milano; quelle, speciali per usi radio e per apparecchi telefonici o telegrafici da campo della Ditta *Alfio Vianelli* di Somma Lombardo; e quelle per telefonia, telegrafia o radio della Ditta *Fratelli Pagani* di Milano.

La *Fabbrica Accumulatori Henseberger* di Monza, presentava i suoi tipi per sommergibili, fra i quali un elemento in ebanite, pesante 750 kg.; della capacità di 12.000 ampere-ora; ed uno « *Ironclad* » da 500 kg e 7000 ampere-ora che si distingue per la grande durata delle sue piastre positive. Per l'elettrotrazione, vi era un tipo leggero da 300 ampere-ora. E poi, tipi per avviamento di automobile, elementi in vetro per batterie fisse, per impianti di segnalazioni, ecc.; tipi radio di vario genere e due elementi al ferro-nichel da 11,25 e 37,5 Ah, secondo il tipo originario Edison. Interessante, una raccolta di piastre in diversi stadi di lavorazione e di differenti sistemi di costruzione.

La Società Gen. Italiana Accumulatori Elettrici di Melzo, nel suo stand, anzichè fare una vera e propria esposizione dei suoi prodotti si limitava ad esporne pochi, caratteristici delle più importanti applicazioni. Così, per gli accumulatori per installazioni fisse, ne aveva esposto uno del tipo « *J 16* » (580 ampere-ora alla scarica in 10 ore) in doppi vasi di vetro e un altro tipo « *J 152* » (5512 ampere-ora alla scarica in 10 ore) in cassa di legno.

Per gli accumulatori da sommergibili ne figurava uno spaccato, così da mostrarne la struttura; esso ha la capacità di 10400 ampere-ora alla scarica in 20 ore. Di fronte a questi, diremo così, colossi della produzione, era esposto un piccolo accumulatore tipo « *Qt* » per batteria anodica, della capacità di 1,4 ampere-ora in 10 ore.

La Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici pre-



sentava ancora un accumulatore originale « Edison » al ferro-nickel e una piastra positiva e un accumulatore da trazione del tipo Ironclad.

La Soc. An. *Accumulatori Elettrici Dott. Scaini* aveva a Como una raccolta di batterie per installazioni per automobili, in cui la Ditta si è da tempo specializzata. Inoltre essa presentava batterie per trazione elettrica o per installazioni fisse, e tipi speciali per radio.

\*

La mostra delle comunicazioni elettriche era così ricca e vasta che non è possibile davvero illustrarla convenientemente nei termini di un articolo di rivista. Ricordiamo perciò soltanto, in modo rapido, le Case più rilevanti.

Notiamo anzitutto la *Compagnia Italiana dei Cavi Telegrafici Sottomarini - Italcable* che presentava a Como una stazione di trasmissione in semplice con automatico a zona perforata, e una stazione ricevente la quale aveva la possibilità di ricevere i segnali oltretutto sul siphon recorder, anche su speciale riproiettore automatico che, mediante zona riproiettata, poteva azionare due apparecchi stampanti; uno a zona ed uno a pagina.

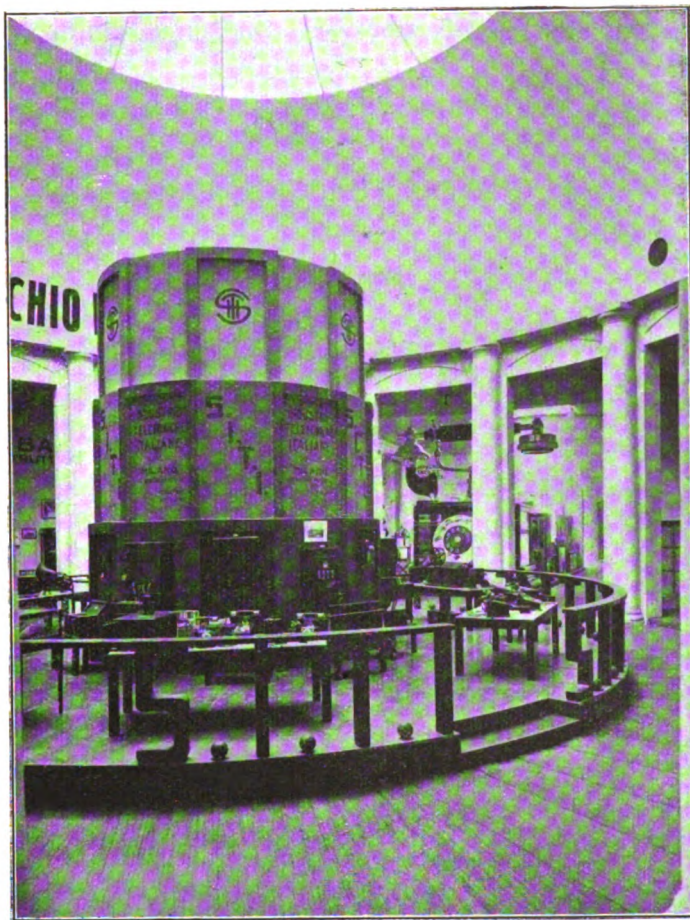


Fig. 6. — Una parte della Mostra Radiotecnica.

Il riproiettore da cavo e lo stampante costituivano una delle più recenti creazioni della tecnica telegrafica da cavi, dovuta alla Casa Creed di Londra. Completavano la mostra diversi apparecchi celeri da telegrafia terrestre, campioni di cavo sottomarino e una serie di apparecchi di misura per cavi, della Casa Sullivan di Londra.

La *Società Industrie Telefoniche Italiane « Doglio »* (S. I. T. I.) di Milano, oltre ai diversi apparecchi telefonici e centralini normali, automatici, presentava un nuovo apparecchio intercomunicante di minimo ingombro, tipi perfezionati di centralini automatici, e un nuovo centralino per segnalazione di incendi. Una abbondante serie di pezzi staccati permetteva di osservare il grado di perfezione tecnica raggiunto dalla Ditta. Essa ha anche una abbondante produzione di materiale radio, largamente rappresentato a Como, con tipi a circuiti neutralizzati e con altri basati su circuiti a cambiamento di frequenza. La S. I. T. I. aveva anche eretto una stazione trasmittente da 100 W costruita su dispositivi brevettati dalla Ditta.

Fra il materiale esposto dalla Casa Ing. G. Ancona e C. Loria di Milano, ricordiamo oltre parecchi centralini telefonici in forma di eleganti mobiletti, un quadro telefonico speciale

per centrali elettriche in materiale incombustibile, di uso facilissimo e con tutte le parti facilmente ricambiabili. Noto anche una installazione di segnalazioni luminose per albergo, del tipo più moderno.

Interessante, come sempre, per caratteristiche tecniche la mostra della S. A. *Brevetti Arturo Perego* di Milano, coi suoi ben noti tipi di sicurezza contro tensioni di 130.000 V e oltre. Fra le novità esposte ricordiamo dei relais di comando a corrente continua o alternata per comando a distanza di centrali automatiche, e degli interruttori automatici di protezione per trasformatori. Abbondantissima poi la mostra dei telefoni di sicurezza nelle più svariate forme e applicazioni, degli apparecchi per telefonia e telegrafia simultanea, per comunicazioni a onde guidate, per radiotrasmissioni, ecc.

La Soc. *Italiana Lorenz A.* di Milano, in unione alla *Angelo Lorenz* espose vari tipi modernissimi di centralini telefonici automatici e semiautomatici fra i quali un centralino da 10.000 numeri del tipo Autofabag installato in diverse città italiane; e una quantità di materiale diverso per installazioni telefoniche, e alcuni apparecchi a riscossione automatica.

Una mostra di notevole importanza ed interesse era stata organizzata dalla A. E. G. di Berlino rappresentata dalla *Variini e Ampt* di Milano. Per le linee telefoniche a grande distanza erano esposti esemplari di amplificatori di diversi tipi, e stazioni amplificatrici complete alcune delle quali di facile e relativamente economica realizzazione. Una raccolta di valvole termoioniche di vecchio modello dava la storia e la dimostrazione dello sviluppo storico di questo importantissimo apparecchio ed era completata dai modelli più perfezionati e recenti costruiti dalla Casa berlinese.

Fra il copioso materiale per installazioni telefoniche, ricordiamo i dispositivi di protezione delle linee telefoniche contro gli effetti indotti da linee ad alta tensione. La Ditta costruisce poi anche stazioni telegrafiche ad onde modulate per impiego su cavi telefonici, e ne erano esposti dei modelli a Como.

Materiale telefonico e telegrafico di diverso genere presentavano anche la Casa *Zwietusch e C.* che espose anche i suoi impianti di posta pneumatica, e, come abbiamo già ricordato, la *Compagnia Generale di Elettricità*, la Ditta *Mesenzana e Wirth*, la *Società Allocchio e Bacchini*.

La *Standard Elettrica Italiana* di Milano, aveva disposto una raccolta di materiale veramente notevole. Oltre ad una quantità di apparecchi telefonici per installazioni di ogni genere, essa illustrava specialmente colla sua mostra la installazione di una sezione di amplificatori per telefonia a grande distanza. Non possiamo qui entrare nei dettagli di tale mostra, limitandoci forzatamente a dire che essa metteva in evidenza tutti i complessi accorgimenti e dispositivi che permettono oggi di realizzare comunicazioni telefoniche fino a distanza di parecchie migliaia di chilometri.

Anzitutto si imponeva all'attenzione l'impianto completo e funzionante di una stazione di radiotrasmissione circolare della potenza di antenna di 5 kW su 500 m di lunghezza d'onda, con auditorium nell'interno della mostra e con una disposizione adatta allo scopo di permettere ai visitatori di assistere a tutte le fasi di una trasmissione di radioconcerti che giornalmente venivano eseguiti con scelto programma e con artisti della Società.

Per quanto riguarda le radiotrasmissioni, la *Standard* presentava un apparecchio per le misure radio e cioè dell'intensità del campo elettrico di una trasmittente fino a parecchie centinaia di chilometri dalla trasmittente. Questo tipo di apparecchio è stato usato nelle misure eseguite per l'installazione della stazione radiotelefonica transoceanica di Rugby.

Da ricordare è ancora un oscillografo Brown Boveri funzionante con bassa tensione anodica (300 V) e che permette di eseguire ricerche con onde a frequenze da pochi periodi fino a un milione di periodi al secondo.

Una mostra storica degli apparecchi telefonici si poteva vedere nello stand della *Società Ericsson Italiana*, dove erano esposte delle serie di apparecchi di epoche successive a partire dal 1881; si notava con curiosità un centralino Ericsson automatico per 7 linee, risalente al 1883.

Nello stesso stand era esposto molto materiale per linee telefoniche e un impianto di rete modello per una decina di linee telefoniche complete partenti da un distributore principale per 700 coppie.

Oltre a tale materiale, sono da ricordare due impianti completi di segnalazione d'incendio, e un impianto modello di orologi elettrici.

Grande curiosità richiamava nei visitatori un gigantesco apparecchio telefonico alto quasi sei metri e racchiudente nella



sua parte inferiore una centrale automatica da 10.000 abbonati con selettori di 300 numeri.

La Soc. An. Hasler di Berna aveva preparato uno stand contenente parecchi tipi di centralini telefonici adatti per piccoli centri abitati, e una quantità di apparecchiatura diversa inerente agli impianti telefonici.

Una mostra nazionale aveva organizzata la Cecoslovacchia raccogliendo i prodotti di parecchie fabbriche diverse che producono cavi telefonici, porcellane per usi elettrotecnici o apparecchi telegrafici e telefonici

\*

Le radiotrasmissioni occupavano, come è facile pensare, un posto molto importante all'Esposizione di Como.

Ricordiamo in prima linea la *Italo-Radio* - Soc. Ital. per i Servizi Radioelettrici, di Milano, la quale, come è noto, è intesa a realizzare i collegamenti per via radio a grandi distanze fra l'Italia e gli altri Paesi. Nel suo stand essa aveva raccolto, a Villa Olmo, una quantità di materiale atto a dare la idea dei servizi che essa è attualmente in grado di compiere coi tre grandi centri radiotelegrafici di cui dispone a Roma, a Pisa e a Milano. Grazie a questi impianti è realizzato il collegamento costante non soltanto con tutta l'Europa, ma anche colle due Americhe e col più lontano Oriente.

Le Case produttrici di apparecchi o di materiale radiotelegrafico e radiotelefonico che si presentavano a Villa Olmo erano assai numerose.

Si trovavano così, accanto alle altre Ditte di cui abbiamo in più luoghi fatto parola, la Soc. *Radio Italia* di Roma con apparecchi per aviazione, per servizi commerciali e militari, valvole, altoparlanti, e un impianto di radiogoniometria; la Soc. An. *Fabbricazione Apparecchi Radiofonici S.A.F.A.R.* coi suoi noti tipi di altoparlanti alcuni dei quali di nuova fabbricazione; la Ditta Ing. G. *Ramazzotti di Milano* coi suoi apparecchi tipo R. D. a cambiamento di frequenza; l'*Ufficio Marconi* di Roma con una ricca mostra di apparecchi e con modelli e fotografie degli impianti a onde dirette del Governo inglese.

Il materiale radio americano della *Radio Corporation of America* era presentato dalla Compagnia Generale di Elettricità di Milano e dalla Soc. Ital. Radioaudizione Circolare S.I.R.A.C. di Milano, che la rappresentano. Oltre ai noti apparecchi Radiola e a nuovi tipi di altoparlanti, erano esposti alimentatori di placca con presa da corrente alternata, e una serie di valvole ioniche.

Ricca di tipi di valvole termoioniche era la mostra della *Philips-Radio* di Milano, la quale esponeva anche interessanti novità oltrechè in tipi di valvole, in altoparlante e accoppiatori di bassa frequenza.

Una mostra di particolare interesse era quella di apparecchi di misura per radio, della *Weston Electrical Instrument Corporation*, presentati dalla Ditta Ing. S. Bellotti e C. di Milano. Vi figurava un gruppo di amperometri da quadro ad alta frequenza di tipo nuovo a coppia termoelettrica, milliamperometri, e voltmetri portatili. Oltre questi apparecchi per misure correnti, erano esposti anche apparecchi da laboratorio, sempre per ricerche di radio, fra cui dei voltmetri termici, milliamperometri di grande sensibilità, dispositivi speciali per prove di apparecchi e valvole.

La Ditta Bellotti presentava inoltre una serie di interessanti condensatori a mica e in carta della *Dubilier Condenser Co.* di Londra, (fra i quali un elemento delle grandi batterie della stazione di Rugby), e i regolatori automatici per alimentatori di placca degli *Ateliers H. Cuenod* di Ginevra, e le resistenze smaltate della *Ward Leonard Electric Co.* di Mount Vernon (N. J.).

Abbiamo riservato una speciale menzione alla mostra della *Società Italiana Siemens* perchè essa era così grandiosa da costituire da essa sola una vera piccola esposizione. La Siemens e Halske di Berlino, di cui la Società Italiana Siemens è una filiazione, è stata fondata vent'anni dopo la morte di Volta ed ha perciò seguito veramente dai suoi inizi lo svolgersi dell'industria elettrotecnica.

La mostra di Villa Olmo comprendeva parecchie sezioni. Nel riparto telefonico, oltre a diversi apparecchi di interesse storico, erano esposti i modelli più recenti e perfezionati di apparecchi automatici per i più diversi servizi. Per le installazioni di linea, figuravano, accanto ad un tronco di cavo telefonico da mille coppie, una bobina Pupin completa per impianti sotterranei e parte di una bobina Pupin per cavo subacqueo, oltre a parecchi cimeli di interesse storico, e ad un moderno amplificatore a due valvole per linee aeree del tipo adottato anche sulla rete italiana.

Le radiotrasmissioni erano rappresentate da un grande diffusore a foglio. Figuravano anche un impianto per la trasmissione delle immagini e uno per telefonia a onde convogliate.

Una mostra speciale era stata organizzata, riguardante le misure elettriche. Essa raccoglieva, accanto ad una raccolta di apparecchi di valore storico, i più perfetti e moderni strumenti di misura da laboratorio.

E sarebbero ancora da ricordare una quantità di apparecchi elettrici per i più svariati servizi, impianti di orologi elettrici di vario genere, dispositivi per il controllo delle lavorazioni,

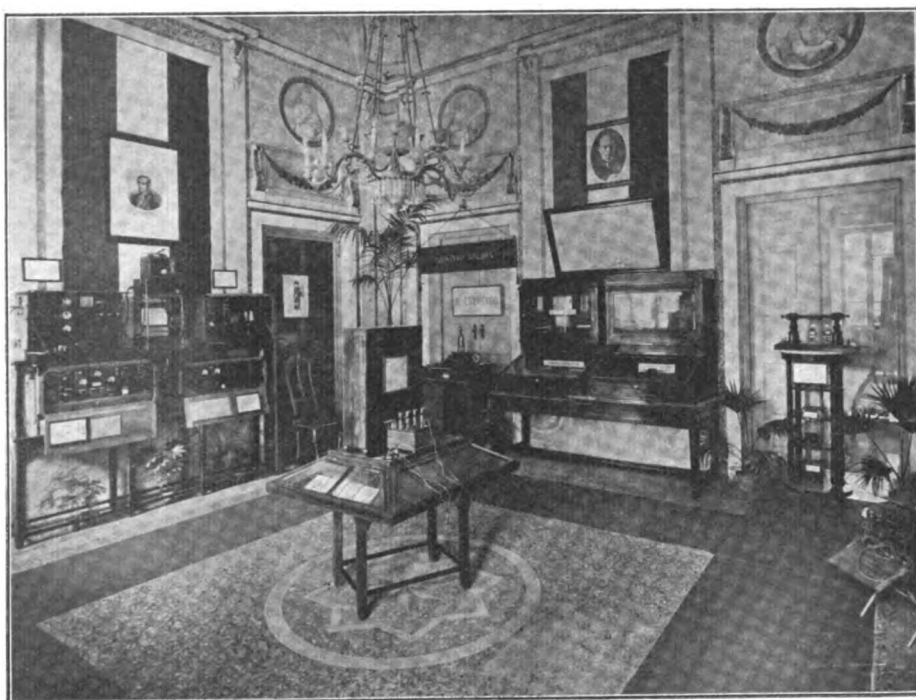


Fig. 7. — Sala del R. Esercito.

avvisatori di incendio, segnalazioni per traffico, casseforti con avvisatori di sicurezza, ecc.

\*

La Mostra Internazionale delle Comunicazioni Elettriche, occupava le sale della Villa Olmo e comprendeva le mostre di ben undici Nazioni oltre a quella Italiana di cui diremo in modo particolare in seguito. Mentre però alcuni Paesi avevano organizzato delle mostre ricche di materiale e del più alto interesse storico e tecnico, altre Nazioni si limitavano ad illustrare con grafici e fotografie lo sviluppo delle rispettive aziende statali dei telegrafi e telefoni.

Così, il Ministero delle Poste e Telegrafi della Cecoslovacchia dava la dimostrazione dei progressi tecnici e finanziari compiuti in questo campo dal giovane Paese, dopo la guerra; interessante il progetto della rete di cavi telefonici a grande distanza. L'Olanda esponeva essa pure una serie di diagrammi e di fotografie, oltre ad alcuni apparecchi radio; notevoli i grafici riferenti alle comunicazioni radio colle lontane colonie delle Indie.

Nella sala della Svezia campeggiava un grande quadro luminoso che rappresentava il notevolissimo sviluppo della rete telefonica svedese. Oltre ad una ricca serie di grafici e di fotografie, era anche esposto una quantità di materiale telefonico diverso e di pezzi staccati per apparecchi, centralini e linee. Una serie di pubblicazioni tecniche completava la mostra.

Molto ricca di materiale per installazioni e per apparecchi era anche la sala riservata alla Svizzera nella quale si poteva seguire, attraverso il materiale esposto il graduale progresso in estensione e in perfezionamento tecnico delle reti telegrafiche

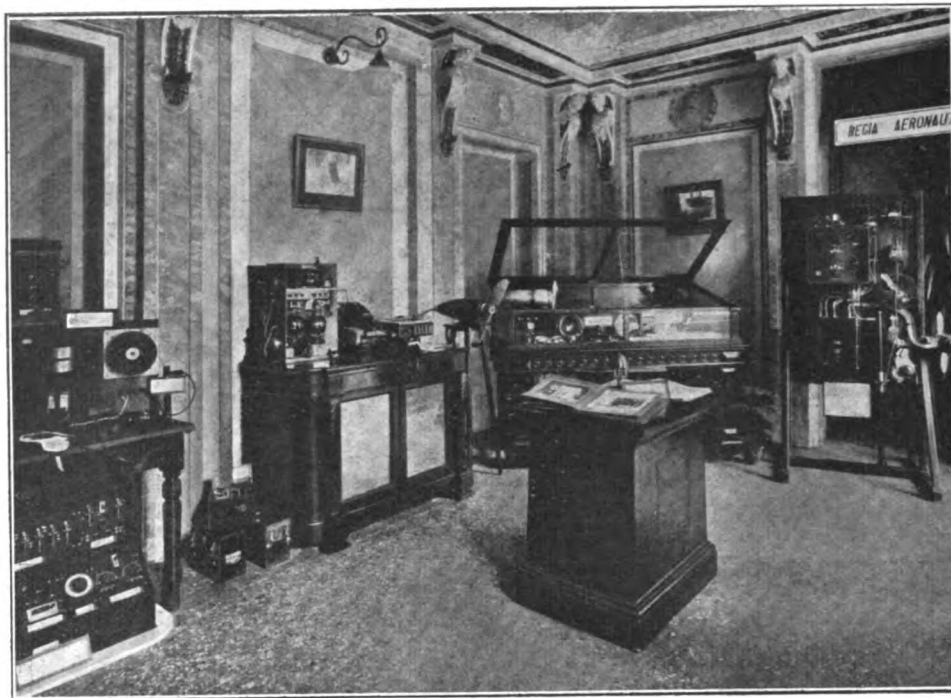


Fig. 8. — La sala della R. Aeronautica.

e telefoniche; una quantità di pubblicazioni tecniche, statistiche, norme, ecc., documentava la attività scientifica della Svizzera nel campo delle comunicazioni elettriche.

L'Inghilterra presentava parecchio materiale riguardante i cavi sottomarini e le radiotrasmissioni. Una serie di fotografie illustrava la grande stazione di Rugby. La mostra aveva anche interesse storico essendo esposti apparecchi di varie epoche a cominciare da un Morse.

Anche il Giappone era presente a Como, con una serie di disegni e di schemi riferentesi agli impianti telefonici e radio costruiti o già progettati.

La mostra ungherese costituiva una bella documentazione del contributo portato dall'Ungheria alla elettrotecnica. Si ammiravano infatti diversi apparecchi risalenti fino al 1847, a partire dai quali si poteva seguire il progressivo sviluppo degli impianti e dei servizi fino allo stato attuale. I lavori per l'automatismo dei telefoni di Buda-Pest e la posa del cavo con Vienna erano illustrati da fotografie, mentre due plastici riproducevano due stazioni radiotelefoniche vicine a Buda Pest.

Della storia del telefono e telegrafo si occupava in gran parte anche la esposizione organizzata dal Ministero delle Comunicazioni dell'Austria.

Si poterono così vedere i primi tipi di pile costruite in Austria poco dopo la scoperta di Volta, i primi apparecchi Grietl per la telegrafia in duplex, il primo comulatore telefonico usato a Vienna, ecc. Anche nella parte riguardante le valvole ioniche, l'Austria faceva una affermazione presentando un modello della valvola ionica a tre elettrodi costruita nel 1890 dal von Lieben. A questo e ad altro parecchio materiale storico, va aggiunta la ricca mostra di materiale moderno d'ogni genere, e una serie di quadri e fotografie relative allo stato attuale degli impianti e dei servizi austriaci.

Gli amatori della storia della tecnica, potevano soffermarsi a lungo con interesse nella mostra della Francia per seguire le successive tappe della tecnica francese dal telegrafo Chappe del 1792, per una lunga serie di strumenti e di apparecchi che non ci è possibile ricordare qui, fino alle più recenti perfezionate costruzioni e ai più moderni impianti. Anche la ben nota produzione radiotecnica francese, era largamente rappresentata con apparecchi e materiale di ogni genere.

Pure di grande importanza così storica come moderna, era la mostra della Germania, dove accanto al busto di Volta, trovava

posto quello di Hertz. Una curiosità storica e tecnica era il telegrafo di Soemmering del 1808, che utilizzava l'interposizione di bolle di gas, prodotte dalla dissociazione dell'acqua, sul passaggio della corrente. Pure interessanti il telegrafo scrivente di Steinheit (1836) gli apparecchi costruiti da Gauss, e il telegrafo a indice del Siemens (1847). Impossibile seguire qui la ricca mostra che comprendeva fra l'altro una raccolta di eccezionale ampiezza relativa allo sviluppo e al perfezionamento della pila e degli accumulatori, fino ai tipi più recenti.

Gli Stati Uniti presentavano la mostra organizzata dalla Amer. Telephone and Telegraph Co., successa alla Bell. Di alto interesse era la riproduzione della mostra organizzata da G. Bell nel 1876 alla Esposizione di Filadelfia e che comprendeva i primi apparecchi usati dal costruttore americano. Abbiamo potuto osservare anche dei modelli del primo apparecchio telefonico usato negli Stati Uniti e quello del primo centralino manuale per uso commerciale. Una serie di quadri dava poi l'idea della diffusione del sistema Bell in America e dell'importanza assunta dal servizio telefonico.

La Am. Tel. and Teleg. Co. aveva anche preparato due pubblicazioni di cui una relativa ai telefoni automatici tipo Bell ed un'altra generica sulla storia e sullo sviluppo del telefono e delle radiotrasmissioni, intitolata « Cose degne di essere note riguardo al telefono ». Fra le cose « degne di essere note » i tecnici della Bell non hanno però creduto che entrassero punto (in onta al deliberato delle Corti del loro Paese) il nome del Meucci, per quanto riguarda il telefono, nè, per la radio, quello di Marconi!

\*

La mostra organizzata dal Governo italiano merita di essere particolarmente illustrata, sia pure per quel pochissimo che lo consentono queste note, perchè era veramente tale da poter dare a ciascun cuore di italiano un senso di legittimo orgoglio e ad ogni tecnico motivo di vero compiacimento e di alto interesse.

Le sale dei cimeli Voltiani e Marconiani sarebbero bastate da sole a costituire una importante attrattiva della Esposizione.

Un grande quadro raccoglieva la fotografia di parecchi cimeli di Volta, mentre un modello della sua pila originale del 1799 rappresentava l'opera migliore del Grande. Accanto ad

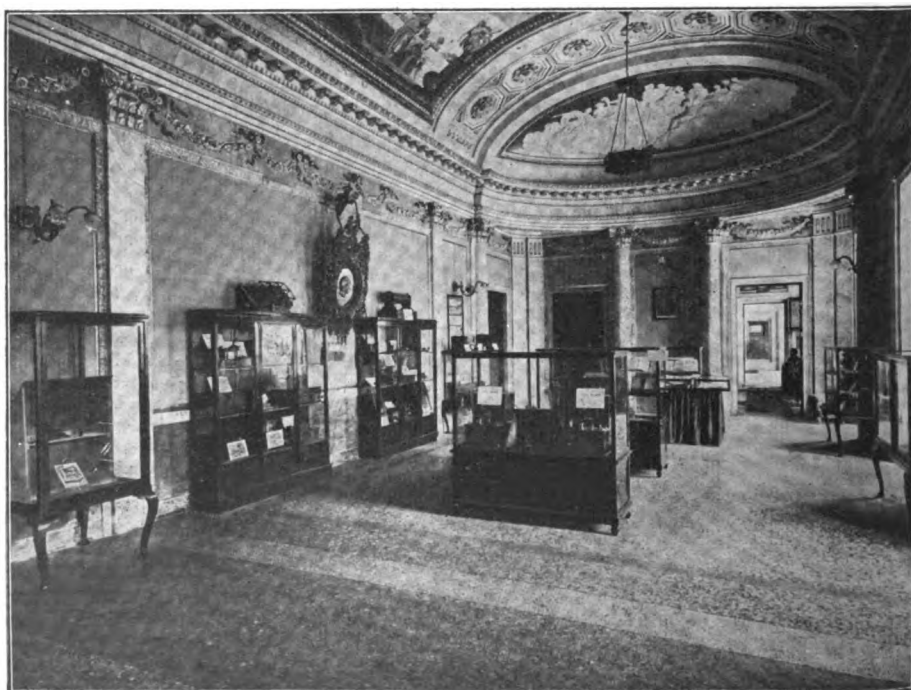


Fig. 9. — La sala dei cimeli Voltiani e Marconiani.

essa si potevano osservare le pile usate fin dal 1850 cogli impianti telegrafici degli antichi Stati italiani, e i tipi successivamente adottati, quasi di anno in anno, seguendo il progresso incessante.

Per la telegrafia era presentato un apparecchio Breguet usato fin dal 1847 nel Gran Ducato di Toscana, e poi i primi tipi Wheatstone degli Stati Sardi del 1851 e quelli Henley impiantati nello stesso anno fra Napoli e Caserta; cimeli della prima linea telegrafica fra Roma e Terracina; e poi una serie di apparecchi rappresentanti i progressivi perfezionamenti e che dimostrano come, pur tra le vicissitudini della politica, l'agile spirito del nostro popolo abbia sempre seguito da presso e spesso preceduto lo sviluppo della scienza e della tecnica nel mondo. Ricordiamo in particolare il pantelegrafo Caselli col quale fin dal 1858 si realizzava la trasmissione dei disegni, e che era presentato, funzionante, all'Esposizione di Como.

L'Istituto Superiore Postale e Telegrafico, organizzando la mostra, aveva anche presentato parecchi campioni dei primi cavi telegrafici sottomarini posati in Italia; fra essi, uno posato nel 1854 fra la Spezia e la Corsica e ripescato nel 1927, ed altri del 1858, 1859 e successivamente fino ai recentissimi cavi fra l'Italia e l'America.

Nel riparto della telefonia campeggiava una fotografia di Antonio Meucci, accanto alla quale alcune note illustravano i meriti dell'inventore italiano e ne dimostravano i diritti di priorità, riconosciutigli ufficialmente dai supremi tribunali degli Stati Uniti. I cimeli del Meucci, e delle sue prime esperienze risalenti al 1849, precedevano nella mostra i primi apparecchi del Bell (1877), ed altri costruiti a Roma nel 1878. Parecchio materiale esposto si riferiva al primo impianto di telefono pubblico in Roma, nel 1881. Fra gli apparecchi esposti a rappresentare i successivi sviluppi l'Italia occupava ancora un onorifico posto, coi dispositivi microtelefonici Colacicchi (1881), coi centralini automatici Marzi (1886), con gli apparecchi per telegrafia e telefonia simultanee Brunè-Turchi, ecc.

Nei riguardi delle radiotrasmissioni, ricordiamo anzitutto la raccolta dei cimeli Marconiani organizzata col concorso della R. Marina e che trasportava il visitatore ai primi successi del 1896 facendogli seguire, attraverso le prove transatlantiche del 1900, la campagna sperimentale della « Carlo Alberto » nel 1902, e i primi apparecchi a valvola di Fleming, i successivi, quasi fantastici sviluppi della grande invenzione italiana fino alle applicazioni belliche dell'ultima guerra ed alle ultime recentissime innovazioni apportate da Marconi colle radiotrasmissioni colle onde a fascio.

Nè alla mostra Marconiana per quanto vasta e interessante si limitava, nel campo della storia delle radiotrasmissioni, la partecipazione italiana alla mostra di Como. Erano infatti esposti anche i primi oscillatori Righi, i coherer Calzecchi-Onesti del 1884, un gruppo radiotelefonico Majorana, sperimentato con successo nel 1908, ad arco Poulsen e microfono idraulico Majorana, ecc.

Una apposita sala della mostra italiana era riservata agli apparecchi moderni e raccoglieva esemplari di apparecchi di tutti i generi in uso sulle linee italiane, e una quantità di pubblicazioni tecniche italiane e di diagrammi e carte dimostrative.

Una mostra speciale era stata organizzata dal R. Esercito e comprendeva apparecchi ed strumenti costruiti dalle Officine del Genio di Pavia, o appartenenti all'Istituto Radiotelegrafico del Genio Militare di Roma; fra questi ricordiamo una raccolta di dispositivi sperimentali, raccolti su un tavolo, e che permetteva di riprodurre le principali esperienze di elettricità compiute da Volta.

Le Officine Radiotelegrafiche del Genio Militare avevano a loro volta esposto, oltre a diversi tipi di stazioni per usi militari, anche alcune autostazioni complete e un carro armato con apparecchio radio.

Dovremmo ricordare ancora la mostra della R. Aeronautica con dispositivi radiogoniometrici da campo e apparecchi diversi da bordo, quella del Ministero delle Colonie, con carte, fotografie e materiale usato specialmente in Libia, e quello delle Ferrovie dello Stato che presentavano il materiale telefonico e telegrafico di servizio.

Veramente importante e del più alto interesse, era la par-

tecipazione della R. Marina. Le benemeritenze di essa nei riguardi delle radiotrasmissioni, per l'aiuto iniziale a Marconi e per il solido contributo tecnico successivamente sempre portato a questo ramo delle comunicazioni elettriche sono ben note. La mostra di Como riconfermava l'alta importanza che vi annette la Marina.

Una serie di ricevitori costruiti nella Officina Radio Telegrafica della R. Marina, dal primo ricevitore a cristallo fino ad oggi, rappresentava la storia quasi completa di questo essenziale elemento. Una quantità di altro materiale, e di fotografie e di disegni, dava la dimostrazione dell'attività e del perfezionamento tecnico raggiunto dai laboratori scientifici di cui la Marina dispone.

Ma l'affermazione maggior: era costituita dalla stazione radiotelegrafica a onde corte di m 34,75 che la Marina aveva installato nel parco della Villa Olmo. Colla potenza di 25 kW all'antenna la stazione manteneva regolarmente il collegamento colle colonie nostre e coi più lontani Paesi d'oltre Oceano. E' interessante sapere come dal primo tentativo di messa in servizio fu subito possibile stabilire l'allacciamento colle stazioni della Cina.

Le osservazioni regolarmente notate periodicamente, dimostrano come le comunicazioni, anche coi Paesi più lontani, si mantenessero sempre chiare e sicure.

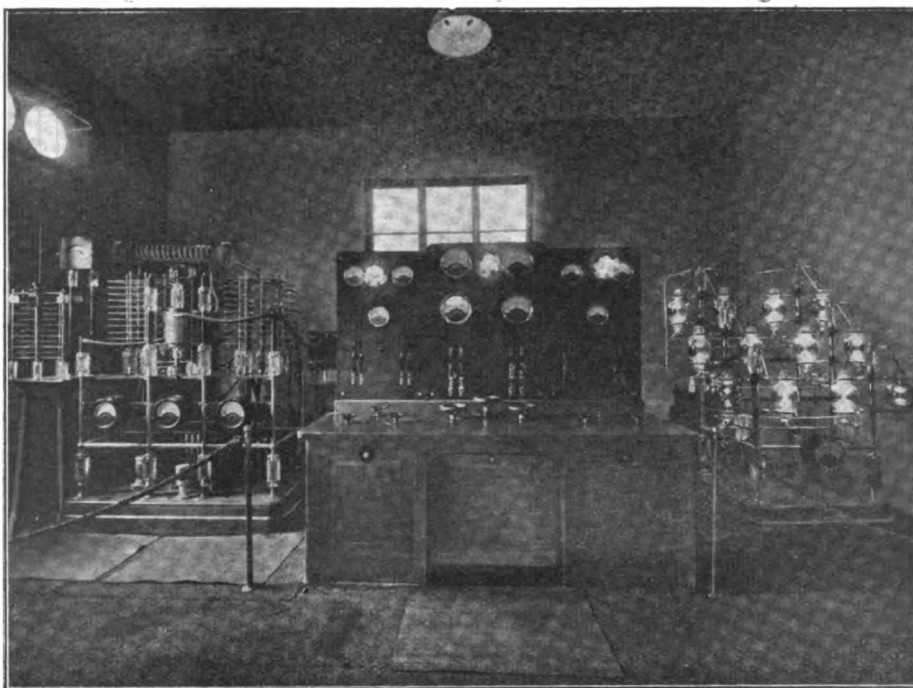


Fig. 10. — Interno della stazione radiotelegrafica della R. Marina.

Ad esclusione di alcuni elementi forniti gentilmente da diverse Ditte, la stazione e tutte le sue parti essenziali era stata completamente installata dalla Marina e costituiva una documentazione di valentia tecnica che era motivo di giusta soddisfazione.

\*

La corsa che noi abbiamo fatto attraverso le mostre elettriche di Villa Olmo, è stata necessariamente rapida e incompleta; molto materiale che non abbiamo potuto ricordare, sarebbe stato più che degno di menzione. Opportunamente quindi il Comitato per le Onoranze Voltiane con la collaborazione della Segreteria dell'A. E. I., sta provvedendo alla stampa di un volume che sarà qualche cosa di più di un semplice catalogo della Esposizione e che servirà a conservare il ricordo di tutto il materiale presentato.

Non è certo arduo di affermare che l'Esposizione di Villa Olmo è riuscita una affermazione dignitissima e degna della memoria del Grande che si trattava di onorare.

**L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi. Soci vitalizi.**



## IL CONGRESSO INTERNAZIONALE DEI FISICI

E. PUGNO VANONI

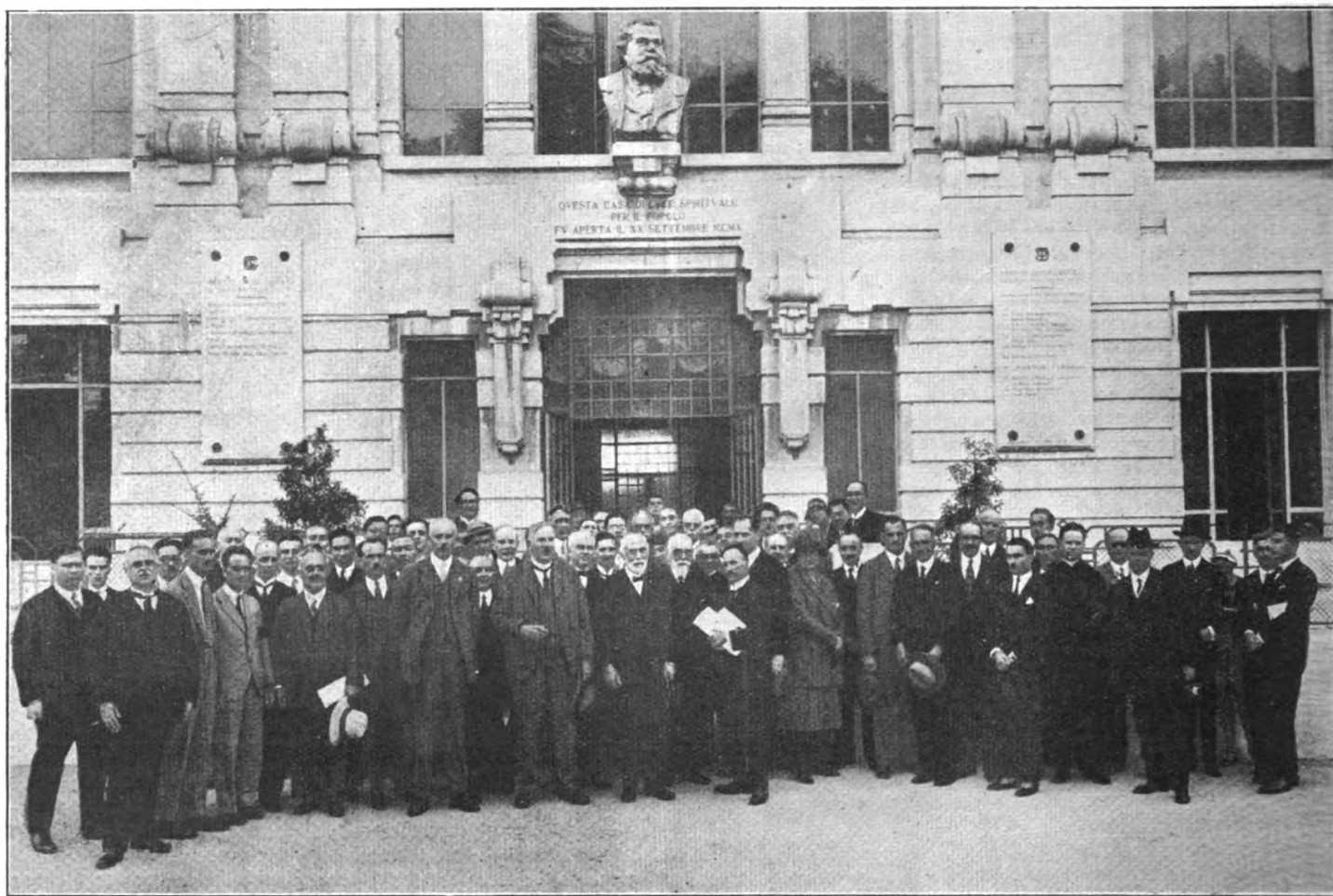
Alla Commissione per i Congressi Scientifici delle Onoranze a Volta è sembrato che la manifestazione più degna per commemorare il nostro Grande, fosse quella di convocare in Como le maggiori personalità mondiali nel campo della fisica.

La cosa presentava qualche difficoltà, trattandosi di far venire a Como fisici da tutte le parti del mondo, comprese anche le più lontane, quali l'India e il Giappone, ed imponendosi quindi un contributo alle spese di viaggio dei singoli.

teoria quantistica della luce; Laue, lo scopritore della diffrazione dei raggi X a mezzo dei cristalli; Millikan, conosciuto per i suoi studi sull'effetto fotoelettrico, sui raggi ultra violetti, sui raggi cosmici; Bragg, lo scopritore della distribuzione degli atomi nei reticoli cristallini; Bohr, che ideò il modello di atomo su cui si basano tutti gli studi moderni sulla materia.

Oltre a coloro che avevano conseguito i premi Nobel vanno menzionati il Born, come fondatore della meccanica quantistica; il Compton, scopritore dell'effetto che porta il suo nome (consistente nella variazione di lunghezza d'onda della radiazione diffusa e nel contemporaneo strappamento di elettroni) e che gli ha fatto assegnare quest'anno il premio Nobel; il Fleming, precursore delle valvole termoioniche; il Richardson, lo studioso dei fenomeni termoionici...

Per brevità e non per minori meriti elencherò solo i nomi di quegli stranieri, che oltre ai precedenti presentarono memorie e presero parte alle discussioni durante le sedute tecni-



I Congressisti escono da una delle riunioni tenute all'Istituto Carducci in Como.

Le accoglienze che la proposta ricevette in Italia prima, all'estero poi, furono tali da lasciar subito prevedere il più lieto successo alla riunione; ed il pronostico infatti si avverò nel modo più completo, sia dal punto di vista scientifico, sia per le accoglienze che ebbero gli ospiti illustri.

Quasi tutti gli invitati aderirono; alcuni che non poterono intervenire di persona, si impegnarono di mandare comunicazioni da pubblicare negli atti del Congresso.

Non è possibile ricordare brevemente i meriti degli intervenuti (una ottantina), perchè questo soltanto porterebbe ad un lunghissimo articolo: farò cenno solo di alcune delle più eminenti personalità straniere, essendo la notorietà di quelle italiane già largamente diffusa tra i lettori del nostro giornale.

Ricordo tra i primi Lorentz, uno dei maestri della fisica moderna, che per le sue ricerche sull'influenza del magnetismo nell'emissione delle radiazioni si ebbe nel 1902 il premio Nobel assieme a Zeeman, anch'egli presente, uno dei padri della magnetooptica (effetto Zeeman dello sdoppiamento delle linee spettrali sotto l'azione del campo magnetico). Altri che conseguirono i premi Nobel, e che intervennero, furono: Rutherford, celebre per le sue ricerche nel campo della radioattività e per la disintegrazione della materia ottenuta mediante il bombardamento con le particelle alfa; Planck, il fondatore della

che, cioè: Franck, Aston, Gerlach, Cabrera, Stern, Bose, Langmuir, de Broglie, Smekal, Kennelly, Wagner, Wood, Boucherot, Cotton, Janet, Tolman, Brillouin, Alcobè, Frenkel, Grünheisen, Ehrenhaft, Hall, Lasareff, Mac Lenan, Paschen, Douane, Saha, Debye, Kramers, Heisemberg, Eddington.

Gli italiani che presentarono comunicazioni scientifiche furono: Maiorana, Corbino, Cantone, Amaduzzi, Amerio, Fermi, Gianfranceschi, Giorgi, Levi-Civita, Lo Surdo, La Rosa, Perucca, Straneo.

Così pure per necessaria brevità ometterò la descrizione di tutta la parte festeggiamenti, riuscita non meno splendidamente di quella scientifica, grazie all'ospitalità ovunque esercitata con magnifica grandezza; festeggiamenti che, svoltisi largamente a Como ed a Pavia, culminarono in Roma (dove i Congressisti furono ospiti del Comitato Elettrotecnico Italiano) nei ricevimenti a Villa Torlonia, offerto da S. E. Benito Mussolini, ed in Campidoglio, offerto dal Governatore.

\*

Assai difficile è il riassumere organicamente i lavori scientifici del Congresso, data l'estrema varietà dei temi trattati, e la difficoltà presentata da taluni di essi, che costituiscono delle

ipotesi matematiche di lavoro, lanciate verso l'ignoto perchè servano di strada al progresso incessante: seguirà quindi l'ordine cronologico della discussione, che, d'altra parte, era stata predisposta in modo da porre assieme gli argomenti affini.

\*

La seduta inaugurale ebbe luogo la mattina del giorno 11 settembre nel Teatro Sociale di Como, alla presenza dei membri della Commissione Elettrotecnica Internazionale, e dei partecipanti alla riunione del Comité Consultatif de Téléphonie à grande distance e del Congresso Internazionale di Telegrafia e Telefonica.

Precedettero i discorsi del Baragiola, Podestà di Como, del Vallauri a nome dell'A. E. I., del Majorana a nome del Comitato dei Congressi e della Società Italiana di Fisica, del Di Pirro, come Presidente dei Congressi telegrafici e telefonici.

Prese poi la parola l'oratore ufficiale della manifestazione, Senatore Garbasso, che richiamò la figura scientifica del Volta nelle sue svariate esplicazioni, culminate negli studi di elettrologia e in quelli dell'elettricità animale (iniziati dal Galvani), studi che lo portarono alla scoperta meravigliosa della pila.

Al Garbasso seguirono vari oratori stranieri: Rutherford richiamando gli stretti rapporti tra Volta e la Royal Society di Londra; Janet parlando dell'ammirazione che per il Grande ebbero Napoleone e tutta l'Académie des Sciences di Parigi; Kennelly e von Laue portando il saluto degli scienziati americani e tedeschi.

\*

Nella prima giornata di lavori si trattò delle *esperienze sulla struttura della materia*, nella seconda de *l'elettricità e le sue applicazioni*, nella terza dell'*elettrologia*, nella quarta dell'*ottica fisica*, nella quinta delle *teorie sulla struttura della materia e sulle radiazioni*; ed in fine l'ultima (la riunione ebbe luogo a Pavia) fu riservata ad una *sintesi dei lavori compiuti e dei problemi attuali*.

L'organizzazione era tale che solo le personalità designate dal Comitato potevano presentare memorie o partecipare alle discussioni; altri invitati potevano invece solo assistere ai lavori; ottenendosi così di limitare fortemente il numero degli oratori, con evidente vantaggio nella discussione stessa. Le lingue ammesse erano l'italiana, la francese, l'inglese e la tedesca, funzionando un servizio di interpreti in caso di necessità.

\*

Prima dell'inizio dei lavori i Congressisti elessero a Presidente del Congresso il Prof. Majorana, ed a vice Presidenti, i Proff. Lorentz, Rutherford, Cotton, Millikan, Laue e Vallauri. Iniziò i lavori E. Rutherford dell'Università di Cambridge riferendo sulla struttura degli atomi radioattivi e sulla origine delle radiazioni. Egli avanzò l'ipotesi, per spiegare delle esperienze sulla dispersione per parte della materia delle particelle  $\alpha$  (dispersione che sembra mostrare una differente natura delle forze circumnucleari tra atomi leggeri e atomi pesanti), che esistano nella regione del nucleo degli atomi pesanti, delle particelle elettricamente neutre comportantesi come satelliti del nucleo positivo centrale. Il calcolo mostra la possibilità che esistano tali neutroni, ed applicando questa ipotesi si trovano soluzioni ai problemi relativi all'emissione delle particelle  $\alpha$  e dei raggi  $\gamma$  dagli atomi radioattivi.

J. Franck di Gottinga espose un nuovo metodo ottico per la determinazione del lavoro di dissociazione delle molecole, basato sulla determinazione del punto di convergenza di gruppi di bande nello spettro.

Seguì F. W. Aston del Laboratorio Cavendish di Cambridge parlando di recenti lavori compiuti col suo celebre spettrografo di massa, istrumento che permette di separare in un fascio di atomi ionizzati, gli atomi che hanno masse differenti, e che portò alla scoperta degli isotopi, vale a dire di corpi di identiche proprietà chimiche, ma di massa leggermente diversa, che sino a qualche anno fa si riunivano sotto il nome di un solo elemento.

L'autore, che ha recentemente perfezionato l'apparecchio aumentandone molto la sensibilità, portò a conoscenza degli uditori la scoperta di diversi isotopi del mercurio, del piombo, dello zolfo e dello xenon.

Il Gerlach di Tübingen riferì sulle proprietà magnetiche dei gas, partendo dalle teorie attualmente note e da dati speri-

mentali raggiunti, seguito dal Cabrera di Madrid con una nota sulle proprietà magnetiche dei metalli delle famiglie del palladio e del platino, e dal Bose di Calcutta con studi teorici sul paramagnetismo.

Lo Stern di Amburgo espose delle esperienze fatte in collaborazione col Knauer, sui raggi molecolari ottenuti anche da sostanze difficilmente condensabili, cosa che sino ad ora non era stata fatta, verificando le strane proprietà che ha la materia in movimento in queste condizioni, proprietà che si avvicinano a quelle della luce.

Infatti una radiazione corpuscolare formata da atomi di idrogeno è in notevole proporzione riflessa da una superficie molto liscia; lo stesso raggio corpuscolare lanciato su un reticolo lineare tracciato su uno specchio, permette di verificare fenomeni di diffrazione sino ad oggi ritenuti ottenibili solo con una radiazione di carattere ondulatorio.



I Congressisti escono dal ricevimento offerto dalla Municipalità di Como.

Il Compton di Chicago riferì poi sui risultati più recenti conseguiti nello studio dell'azione delle radiazioni sugli elettroni, vale a dire su quell'effetto che porta il suo nome e che tanta importanza ha nelle nuove vedute che vanno formandosi sulla natura della luce.

Il Bragg di Manchester richiamò in seguito in una sintesi tutto il lavoro che è stato fatto utilizzando i cristalli come reticolo di diffrazione per i raggi X, sopra tutto al fine di dimostrare l'intima costituzione dei cristalli anche più complessi. Questa tecnica ha avuto molto successo, permettendo di sostituire molte volte al concetto di molecola quello di costruzioni di atomi: potrà per l'avvenire permettere di verificare moltissime delle teorie sull'atomo.

Già al giorno d'oggi essa è uscita dai laboratori per entrare nell'industria, dove permette di riconoscere lo stato cristallino dei materiali usati nelle costruzioni.

Il De Broglie di Parigi espose la sua memoria sull'assorbimento dei raggi di corta lunghezza d'onda operato dalla ma-

teria, chiudendo la serie di lavori di questa giornata, svoltisi nella mattina sotto la presidenza del Majorana, nel pomeriggio sotto quella del Lorentz. Si ebbero interessanti discussioni, cui oltre ai presentatori delle memorie sopra citate intervennero Millikan, Debye, Sommerfeld, Richardson e Kramer.

La mattina seguente lo Smekal di Vienna espose l'ultima memoria riguardante la struttura della materia, riprendendo il tema di Bragg sui reticoli cristallini.

Egli mostrò come le proprietà che in molti casi sfuggivano alle leggi generali dei reticoli cristallini si possano benissimo spiegare col fatto che vi sono nella costituzione reale dei materiali delle lacune di regolarità nella struttura cristallina, lacune dimostrabili sperimentalmente.

\*

La seconda giornata di lavoro (13 settembre) si svolse sotto le presidenze di Rutherford e Millikan, e dopo la comunicazione di Smekal si occupò del tema: *l'elettricità e le sue applicazioni*.

Il Kennelly di Cambridge (U. S. A.) parlò mostrando le analogie, nei riguardi dell'attenuazione normale, tra le reti di conduttori elettrici i cui elementi seguano la legge di Ohm per le correnti alternate, e le linee uniformi. Su un argomento vicino a questo (conduttori in catena e filtri elettrici) prese poi la parola il Wagner del Telegraphentechnischen Reichsamts di Berlino. Con la teoria da lui proposta, il calcolo della distribuzione della corrente e della tensione su una catena di conduttori (linee pupinizzate, linee artificiali, catene di isolatori, ecc.), risulta notevolmente più semplice che con i vecchi metodi. Con lo stesso sistema si possono trattare i filtri elettrici, e su questi ultimi l'oratore si soffermò dopo averli distinti nelle quattro categorie dei filtri per la soppressione delle frequenze alte, di quelle basse, per il passaggio di uno o di più intervalli di frequenze.

Il Majorana espose poi i recentissimi risultati da lui ottenuti nella trasmissione della parola a mezzo della luce visibile od invisibile, trasmissione ottenuta sino ad una ventina di chilometri di distanza a mezzo di una lampada a vapori di mercurio la cui corrente è modulata da un microfono, e di una cella fotoelettrica unita attraverso ad un amplificatore ad un altoparlante.

La sera dello stesso giorno il Majorana eseguì alcune riuscite esperienze di trasmissione tra la Villa Olmo, sede delle Esposizioni Voltiane, e l'albergo Plinius in Como.

Gli effetti biologici e fisici degli ultrasuoni prodotti da un oscillatore piezoelettrico furono descritti dal Wood di Baltimore con molte interessanti proiezioni ed un notevole brio.

Gli ultrasuoni prodotti da un oscillatore piezoelettrico alimentato da una corrente a 300.000 periodi producono interessantissimi e paradossali effetti: il sollevamento e la polverizzazione della superficie di un liquido in cui è posto l'oscillatore, la produzione di emulsioni colloidali tra liquidi diversi, la distruzione di organismi (rane, pesci, globuli del sangue). I microbi patogeni sono però troppo piccoli per essere uccisi. Un sottile e lungo filo di vetro sottoposto a questa azione ad un estremo, carbonizza all'altro capo un pezzo di legno; un pezzo di ghiaccio sotto l'azione dell'ultrasuono fonde in tutta la massa.

Gli effetti dipendono dall'accelerazione e non degli spostamenti, e crescono col quadrato dell'accelerazione stessa, mentre gli spostamenti praticamente vanno sempre più riducendosi coll'aumentare della frequenza.

Segui poi il Boucherot di Parigi prospettando dei metodi di utilizzazione dell'acqua fredda esistente in fondo agli oceani al fine di raffreddare le case nelle regioni tropicali e di produrre forza meccanica, paragonando le sue idee a quelle del Claude, del Campbell, del Dornig e del Boggia.

Il Giorgi fece osservare le grandi dimensioni che occorrono negli apparecchi per raffreddare gli ambienti con metodi simili, riferendosi ad esperienze da lui fatte a Roma.

Il progetto e le esperienze eseguite per la costruzione di un grande elettromagnete vennero esposti dal Cotton di Parigi. L'apparecchio peserà circa 100 tonnellate, assorbirà 100 kW, producendo campi magnetici intensissimi anche in notevoli volumi di traferro.

Altro argomento prettamente elettrotecnico fu quello trattato dallo Janet di Parigi, sui tentativi infruttuosi fatti da gran numero d'inventori per realizzare macchine a corrente continua a notevoli differenze di potenziale, senza collettore. La comunicazione, corredata da molte proiezioni, diede poi l'occasione al Corbino di riferire alcune esperienze da lui eseguite

col bismuto, che sono in contraddizione apparente con i principii su cui si era basato lo Janet.

Infatti l'impossibilità teorica prospettata vale per tutti i conduttori che seguono la legge di Ohm, non per quelli che variano la propria resistenza col variare del campo magnetico. Basandosi su questi ultimi (ad esempio col bismuto) è possibile fare in laboratorio modelli di motori e generatori di corrente continua senza contatti striscianti.

R. C. Tolman di Pasadena riferì su una serie di misure da lui eseguite su azioni elettriche piccolissime che accompagnano il movimento della materia, quali la forza elettromotrice generata dalla forza centrifuga tra il centro e la periferia di un elettrolito in rotazione, gli effetti dell'inerzia degli elettroni durante l'arresto brusco di un solenoide in rotazione.

Segui la comunicazione del Brillouin di Parigi sui fenomeni elettrici nell'atmosfera, prospettando l'esistenza di vaste zone elettrizzate in continuo movimento. Questi movimenti sarebbero una delle origini dei « parassiti » in radiotelegrafia. L'azione ponderomotrice di queste zone, sia positive, sia negative, è ordinariamente trascurabile rispetto alle forze agenti normalmente sull'atmosfera. Caratteristica però di questi fenomeni è l'estrema instabilità. Il Rutherford fece in proposito notare che probabilmente i parassiti in r.t. sono dovuti alle scariche causate dai movimenti di queste masse elettrizzate.

Ultimo conferenziere di questa giornata d'intenso lavoro fu l'Alcobè di Barcellona che rivendicò ad un medico spagnolo, Salvà, la prima idea di telegrafia elettrica a mezzo di un dispositivo elettrostatico, pur ignorando completamente il concetto di corrente elettrica.

\*

Sotto la presidenza di Cotton, la mattina del giorno 14, Langmuir di New York, iniziò i lavori con la sua comunicazione sulle scariche elettriche nei gas rarefatti, mostrando come in questi fenomeni gli elettroni si muovano secondo la legge del caso, come particelle di un gas ipotetico a temperatura compresa tra i 10.000 e i 60.000 gradi. Anche un getto di elettroni, dotati tutti della stessa velocità e direzione, proiettato in un gas rarefatto, dopo un breve tragitto assume un comportamento analogo a quello sopra descritto, e si trovano degli elettroni che hanno una velocità anche superiore a quella impressa inizialmente. La causa di questo aumento di velocità del getto (fenomeno di « riscaldamento ») dice il Langmuir) non è ancora conosciuta. Sull'argomento si ebbe un interessante discussione tra l'oratore, Debye, Wood e Frank.

Il Lorentz di Leida espose le ricerche matematiche da lui compiute intorno all'ipotesi che gli elettroni circolanti attorno al nucleo dell'atomo siano dotati anche di un movimento di rivoluzione. Ciò serve a spiegare alcuni fenomeni di ottica spettroscopica. Per svolgere questi studi bisogna formulare alcune ipotesi speciali sulla struttura dell'elettrone per poter applicare la funzione di Lagrange: su queste ipotesi chiesero spiegazioni Giorgi e Sommerfeld.

Il Planck di Berlino trattò matematicamente il problema della differenza di potenziale tra due soluzioni dello stesso solvente, problema che presenta un notevole interesse teorico. Al termine della comunicazione Lorentz prese la parola apprezzando molto la teoria esposta dal Planck, che ritiene superiore a quella formulata da Henderson.

Il Corbino di Roma illustrò poi la sua teoria elettronica della pila di Volta, da cui risulta che il campo elettromagnetico che sempre si forma attorno ad una coppia zinco-rame, dipende dall'essere gli elettroni di conduzione nei vari metalli vincolati con diverse energie, cosicché si ha un passaggio di elettroni da un metallo all'altro sino a che il campo che si produce non impedisce un ulteriore proseguimento del fenomeno. In modo analogo spiegò il funzionamento della pila, mostrando come anche in essa l'effetto Volta sia sostanziale, in opposizione a quanto dicevano le teorie chimiche. Concluse notando come questa teoria, basata sui modernissimi fenomeni elettronici, sia vicinissima a quella formulata dal Volta stesso, e che poi era stata abbandonata per altre, in seguito anche alle opposizioni del Maxwell.

Su un argomento simile (La teoria di Volta dell'effetto Volta nelle sue moderne interpretazioni) prese nella stessa giornata la parola E. H. Hall di Cambridge (U. S. A.), mostrando anche lui come la concezione di Alessandro Volta, cioè che la differenza di potenziale si genera nel punto di contatto tra i due metalli per forze attrattive e repulsive inerenti ai metalli stessi, risponda assai bene alla moderna teoria dualista della conduzione metallica. Questa teoria spiega mediante il moto degli elettroni e degli ioni positivi sia l'effetto Volta, sia l'effetto



Peltier. Ciò è assai notevole, in quanto la scoperta dell'effetto Peltier era stata una di quelle che avevano servito a demolire la teoria voltiana.

Dell'effetto Volta si occupò anche il Perucca di Torino, confermando l'ipotesi già avanzata dal grande Comasco che vi fosse uno stretto legame tra l'elettricità da contatto e quella da strofinio (triboelettricità). Finita la comunicazione, Cotton suggerì all'oratore di cercare di estendere anche alla triboelettricità le esperienze del Dubois, sull'influenza della temperatura nell'effetto Volta.

J. Frenkel di Leningrado parlò dei nuovi sviluppi della teoria elettronica dei metalli, opponendosi al concetto che considera gli elettroni di conduzione nel metallo alla stregua di un gas contenuto in un recipiente, e considerandoli invece obbligati a passare per le varie orbite quantistiche degli atomi. Esaminò poi l'ipotesi avanzata, basandosi sulla modernissima meccanica ondulatoria.

Seguì E. Grünheisen di Berlino studiando la conducibilità elettrica e termica dei metalli a varie temperature, mostrando che la seconda è facilmente calcolabile considerandola nel metallo formata da due parti: una « metallica » proporzionale alla resistenza elettrica, l'altra « non metallica » costante. La memoria serve sopra tutto a chiarire i complicati fenomeni di conducibilità termica alle basse temperature.

La comunicazione dell'Ehrenhaft di Vienna che venne poi, trattò della fisica della materia submicroscopica.

Lo studio delle forze magnetiche, elettriche e meccaniche su particelle ultramicroscopiche venne eseguito dall'oratore in un piccolo condensatore elettrico, arrivando a dei risultati oltremodo interessanti, in contraddizione in qualche punto con le ipotesi elettroniche. Questi risultati sollevarono qualche obiezione da parte di Lorentz, obiezioni cui rispose diffusamente l'oratore.

Il Lasareff di Mosca comunicò poi l'accordo perfetto che ha trovato in un grandissimo numero di prove tra l'esperienza e le conseguenze deducibili dalla sua teoria fotoelettrica della visione. La teoria in questione spiega la sensazione luminosa a mezzo degli ioni che si formano nella porpora dell'occhio sotto l'azione della luce, e che, agendo sul sistema nervoso, ci farebbero « vedere » la luce.

Ultimo degli iscritti per la giornata era l'Amaduzzi di Parma che riferì su alcune esperienze di fotoelettricità dello zolfo; dopo di che il Presidente della seduta pomeridiana Plank, ed il Lorentz, pregarono il Majorana di informare l'assemblea dello stato attuale delle sue ricerche sulla gravitazione. Aderendo all'invito, il Majorana espose i concetti direttivi su cui si è basato, cioè sulla ricerca di un eventuale assorbimento della forza gravitazionale per parte dei corpi pesanti. Trattò in seguito dei dispositivi sperimentali usati e delle molteplici cause di errore che si incontrano in queste delicatissime esperienze, concludendo che, benché sino ad oggi si siano trovati risultati abbastanza concordanti, pure una conclusione esatta e sicura potrà essere formulata solo dopo una nuova lunga serie di esperienze. Il Lorentz mise in rilievo tutta l'importanza di queste ricerche.

\*

I problemi di *ottica fisica* occuparono i lavori del giorno 15 settembre sotto le presidenze di Rutherford e di Majorana.

La seduta si iniziò con la comunicazione del Millikan di Chicago sulle radiazioni cosmiche di brevissima lunghezza d'onda, che investono continuamente la terra. Le esperienze descritte determinano con precisione l'intensità della radiazione al livello del mare (essa produce 1,5 ioni per cm<sup>2</sup> di aria per secondo), la composizione spettrale che si estende di due ottave più in là di quanto si credesse (composizione che quindi rende capace la radiazione di attraversare quattro metri di piombo e 45 metri di acqua) ed infine provano che questa radiazione non proviene da una speciale regione del cielo, ma in modo sensibilmente uniforme da ogni zona dello spazio siderale. Probabilmente i centri emettenti di questa radiazione, si trovano nelle nebulose spirali. Però gravi difficoltà teoriche esistono nella ricerca della spiegazione di come si generino così brevi lunghezze d'onda.

L'interessantissima comunicazione suscitò una lunga discussione, cui parteciparono Mac Lenan, Rutherford ed Edington.

Il La Rosa di Palermo riferì poi sui nuovi recenti studi atti a comprovare la rispondenza dei fenomeni ottici stellari con la teoria balistica della luce. A lui seguì il Giorgi di Roma che riprese la stessa questione da un punto di vista teorico, richiamando le tre teorie formulate sino ad oggi per spiegare la

propagazione della luce nel vuoto: la teoria ormai classica di Fresnel-Maxwell-Lorentz, la teoria dell'Einstein e quella del Ritz. L'oratore esaminò e classificò poi i dati sperimentali sino ad oggi conosciuti, indicando le direttive da seguire per arrivare ad una conclusione definitiva della questione.

Lo studio dello spettro dell'aurora boreale quale mezzo per estendere le nostre cognizioni sia nel campo dell'emissione per parte dei gas, sia sui fenomeni dell'alta atmosfera, formò l'argomento della relazione di Mac Lenan di Toronto. Egli si occupò specialmente di una famosa linea verde dello spettro dell'aurora, la cui origine era controversa.

A seguito di ciò il Frank espose una sua ipotesi, basata su luminescenze chimiche, sull'origine di questa linea, ed il Meg Nad Saha ed il Paschen svilupparono ulteriormente la questione.

Uno studio sullo spettro a bande dell'idrogeno molecolare venne presentato dal Richardson di Londra, mostrando i risultati che si possono ottenere per questa via anche per la determinazione del momento d'inerzia della molecola dell'idrogeno. Sull'argomento presero la parola Sommerfeld, Kramers, Saha.

F. Paschen di Charlottenburg discusse poi una nuova sorgente luminosa da lui studiata per la spettroscopia, che porta gli atomi nei loro stati quantici più elevati di eccitazione, senza che essi si trovino in campi elettrici o magnetici che modifichino i fenomeni. Seguì W. Duane di Boston che si occupò delle radiazioni prodotte da un elettrone urtante contro un atomo, con speciale riguardo allo spettro continuo che così si origina. Egli arriva al risultato che lanciando degli elettroni di identica velocità contro il vapore di mercurio si ottiene uno spettro sensibilmente monocromatico. Fecero delle obiezioni Kramers, Wood, Richardson, Compton, dando luogo ad una animata discussione sui metodi impiegati nelle esperienze dall'oratore.

Meg Nad Saha di Allahabad (India) esaminò la questione degli spettri complessi degli elementi, partendo dalle prime teorie che posero un po' d'ordine nella grande massa dei risultati sperimentali spettroscopici, per arrivare ad una sua teoria sulla composizione elettronica dell'atomo.

A lui seguì P. Zeeman di Amsterdam riassumendo i risultati ottenuti dai fisici nell'analisi teorica ed empirica dei fenomeni di separazione delle righe spettrali, che furono da lui per primo scoperti; mostrando quale progresso nelle nostre cognizioni questi studi hanno portato.

Il problema della radiazione emessa dal sole occupò infine gli uditori nell'esposizione della memoria di A. Amerio di Pavia, che parlò dei risultati ottenuti col suo piroelometro integrale, chiudendo così la serie delle memorie sull'argomento dell'ottica fisica.

\*

*Le teorie sulla struttura della materia e sulle radiazioni* occuparono la quinta giornata di lavori (16 settembre) che si svolse sotto la presidenza di Majorana.

Il Levi-Civita fece una comunicazione di carattere matematico sugli invarianti adiabatici, facendo rilevare come con opportune ipotesi questi possano comprendere diverse forme già note.

A. Sommerfeld di Monaco mostrò come adottando i nuovi metodi statistici elaborati dal Fermi, cioè ammettendo tra l'altro che due elettroni nello stesso conduttore non possono avere identica velocità, sia possibile riprendere con successo quei problemi sulla conducibilità metallica che presentavano sin qui delle difficoltà ad essere risolti. I risultati così ottenuti sono applicabili agli effetti Volta, Thomson, Peltier e termoelettrico. Questa comunicazione sollevò una serrata discussione, a cui parteciparono Lorentz, Hall, Fermi, Planck, Richardson, Corbino e Frenkel, discussione in cui vennero poi ad inquadrarsi molte delle memorie che seguirono.

In essa vennero affrontate talune difficoltà contro cui urta la nuova teoria del Fermi (ad esempio quella del Lorentz: quando due pezzi metallici vengono a contatto, se in essi vi erano due elettroni con uguale velocità come fa uno di essi a «sapere» di dover cambiare velocità?). Il Fermi nel corso della discussione annunciò che anche egli sta elaborando una nuova teoria sulla conducibilità metallica, in cui gli ioni positivi si trovano disposti nel reticolo cristallino, e gli elettroni sono distribuiti secondo le leggi della nuova statistica.

P. Debye di Zurigo riferì sulle proprietà dei dielettrici esaminate in base alla teoria quantica, e M. von Laue di Berlino trattò dell'influenza della temperatura sull'interferenza dei raggi X nei cristalli, esponendo una teoria che giunge a spie-

gare tutto il materiale sperimentale sin qui raccolto su questo argomento. L'agitazione termica degli atomi costituenti il reticolo spaziale produce delle variazioni di frequenza nelle radiazioni diffuse.

Compton e Bragg, che lavorano nello stesso campo, presero la parola sull'argomento, chiedendo spiegazioni, e portando il contributo di esperienze eseguite.

Lo stato elettrico nell'interno di una stella fu l'argomento trattato da A. S. Eddington di Cambridge, il quale indicò i grandiosi fenomeni che avvengono entro queste gigantesche masse di gas che si trovano a temperatura dell'ordine di 10.000.000 di gradi centigradi. Gli elettroni, più leggeri, tendono a portarsi alla superficie della massa in confronto degli ioni più pesanti; ma il campo elettrico che così si produce arresta rapidamente questo fenomeno. La conducibilità elettrica delle stelle alla temperatura sopra indicata è dell'ordine di quella del rame: nella fotosfera essa è invece ridotta ad un milionesimo della precedente.

Anche dei notevoli campi magnetici si producono negli astri: ad esempio alla superficie del sole l'effetto Zeeman mostra l'esistenza di campi di circa 20 gauss, campi che possono salire a 2000 gauss nelle macchie. La materia quindi in movimento in queste zone deve essere sede di intense correnti indotte che potentemente frenano il moto.

G. Gianfranceschi di Roma parlò del valore fisico della teoria dei quanta, notando come essa si basi solo su concetti matematici e non materializzabili, e quindi difficilmente comprensibili ai non specializzati. D'altra parte essendo i fenomeni atomici e subatomici spiegabili solo per questa via, occorre trovare un'ipotesi che consenta di fare entrare anche i quanti nelle teorie che ci permettano una rappresentazione materiale del fenomeno. L'oratore diede qualche esempio in proposito.

Nel pomeriggio, dopo il lavoro preparatorio dei giorni precedenti e della mattina, la discussione sulla struttura della materia e delle radiazioni raggiunge un tono ancora più elevato. Il Bohr fece una chiarissima e dettagliata relazione sullo stato attuale della teoria dei quanti nei riguardi della struttura dell'atomo, mostrando i punti di contatto e di discordanza tra le varie teorie, e tra le teorie ed i fatti sperimentali, chiudendo con considerazioni filosofiche sul mondo dell'atomo. Questa esposizione fu l'inizio di una grandiosa discussione sull'argomento, cui parteciparono Born, Kramers, Heisenberg, Fermi e Pauli. In essa M. Born di Gottinga parlò delle relazioni esistenti tra l'elettrodinamica di Maxwell e la teoria dei quanti, mostrando come la luce oggi appaia, sia come un fenomeno oscillatorio, sia come un fenomeno corpuscolare, a seconda che si esamini l'una o l'altra sua manifestazione.

H. A. Kramers di Utrecht trattò della diffusione della luce per mezzo della materia, studiando l'effetto Compton, in cui si osserva che le radiazioni, nell'atto di essere diffuse da un atomo, danno luogo a fenomeni che ricordano quelli dell'urto di corpi materiali, ciò che si spiega solo con la teoria dei quanti. Parlò inoltre dei fenomeni connessi all'emissione di fotoelettroni.

Seguì W. Heisenberg di Copenaghen parlando dei nuovi risultati conseguiti dalla meccanica quantistica nello studio delle proprietà delle particelle elementari elettriche. In questo campo la statistica classica non vale più, ed occorre appoggiarsi o a quella di Bose e Einstein, o a quella di Fermi e Dirac.

Ultimo fu il Fermi di Roma, che prese la parola riferendo sulle relazioni tra la statistica e la nuova meccanica, mostrando egli pure come la statistica classica applicata ai quanti in alcuni casi non porti a risultati concreti, mentre invece questi si ottengono applicando i metodi escogitati dall'oratore, che stabiliscono una dipendenza statistica tra le singole particelle esaminate (molecole di gas, elettroni di un metallo). Esse così si dispongono in diversi livelli energetici: una sola per ogni livello.

Questo sistema di ragionare, che per i profani risulta oltremodo strano, sembra portare, come risultò dall'andamento generale della discussione, a risultati oltremodo interessanti, cosicché l'ipotesi del Fermi costituì uno dei perni su cui posarono i lavori della giornata. Prima della chiusura dei lavori l'Heisenberg fece notare che la statistica di Fermi serve anche nel caso dei protoni (cariche elementari positive).

\*

Il giorno seguente (17 settembre) i partecipanti al congresso si trasferirono a Pavia per tenere l'ultima seduta di lavori nel palazzo dell'Università, dove la mattina ascoltarono

un'alata allocuzione del Rettore dell'Università, il Rossi, cui rispose degnamente a nome dei congressisti il Majorana.

Nel pomeriggio vi fu una riunione nell'anfiteatro Volta dell'Università, dove, dopo il saluto portato da Amerio a nome della Facoltà di Fisica di quell'Ateneo, prese la parola Lorentz riassumendo i lavori compiuti.

Ricordato brevemente il chiaro spirito d'indagine del Volta quale risulta dai suoi scritti, rammentò poi il vertiginoso sviluppo della scienza nel secolo passato, sviluppo che ci ha dato la conoscenza dei fenomeni e delle leggi che oggi utilizziamo correntemente nella pratica e nella scienza. L'oratore inoltre rilevò come le varie teorie fisiche non durino mai molto a lungo, perchè esse generalmente, dopo aver assolto il loro compito, passano come le onde del mare, che svaniscono, lasciando però sempre delle tracce del loro passaggio. Probabilmente questa sarà pure la sorte della teoria elettronica e di quella relativistica, che oggi sono molto in onore; ma questo non deve indebolire l'alacre lavoro che si sta compiendo per dar loro basi solide.

Il Lorentz passò poi ad esaminare i lavori svolti nel Congresso, osservando, a proposito delle radiazioni, che oggi giorno non sappiamo se i raggi luminosi sono formati da onde o da quanta.

Venendo alla teoria dei quanta, il Lorentz osservò che lo stesso Planck, suo fondatore, sarà meravigliato dell'importanza che essa ha assunto. Certamente si è ancora nel mistero più profondo nell'interpretazione fisica della teoria, arrivandosi attualmente sino a formulare l'ipotesi dell'esistenza di « pacchetti di probabilità », ipotesi che fisicamente non è per noi concepibile. Solo la ricerca sperimentale accurata e lunga potrà dare la spiegazione delle cose che attualmente ci meravigliano, e l'oratore chiude il suo bellissimo discorso con un invito a tutti gli studiosi, e a tutti i popoli, di partecipare sempre più intensamente, e ad un sempre più attivo progresso della scienza.

\*

Un forte gruppo di congressisti il giorno seguente si recò a Roma, dove ebbero luogo i magnifici ricevimenti e le interessantissime visite e gite accennate in principio.

Ricorderemo solamente che il giorno 19 in Campidoglio il Senatore Marconi pronunciò un elevato discorso per commemorare il Volta nel massimo centro della Civiltà Latina.

\*

S. E. Corbino, all'inaugurazione della nostra XXXII Riunione in Como, ha riassunto in modo mirabile lo stato attuale della fisica moderna. Il senso di disorientamento che invade anche i competenti di fronte allo sfasciarsi di vecchie e importanti teorie, e al sorgere di nuove non ancora completamente delineate ed in gran parte fisicamente non rappresentabili, potrebbe a maggior ragione sgomentare gli incompetenti.

Ma dall'arida cronaca di questo Congresso apparirà anche ai profani quale vasta raccolta di studi e di esperienze si vada formando nei silenziosi laboratori; sia elaborata dalle menti dei fisici più grandi: studi ed esperienze intrapresi anche con fini limitati, che vengono poi ad inquadrarsi in un insieme più vasto.

E forse ben tempestivo è stato questo Congresso, che ha permesso, in un momento di tanta incertezza e di ansiose ricerche, la messa a punto di tutti i problemi che appassionano i fisici moderni, onde ognuno può procedere nel proprio lavoro più speditamente e con maggior conoscenza dei rami affini.

Ne ha sentito tutta l'utilità quel forte gruppo di congressisti i quali proposero alle personalità, che ebbero funzioni presidenziali in questo Congresso, di mantenersi per l'avvenire in contatto fra loro per rinnovare, sia pure a larghi intervalli, manifestazioni del genere: proposta accolta da tutti con calorose approvazioni.

Nessuna conclusione dunque di quelle che impressionano i profani; ma animato lavoro, attive discussioni, scambi di vedute personali ed inizi di relazioni scientifiche tra i più eminenti fisici di tutte le parti del mondo.

Tutto questo non mancherà di dare ampi frutti negli anni venturi, onde possiamo attendere nuove grandiose conquiste.

**I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via Annunziata, 4 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.**

## L'IMPIANTO DI CARDANO DELLA SOCIETÀ IDROELETTRICA DELL'ISARCO

L'impianto utilizza le acque del fiume Isarco che, sorgendo dal Brennero, raccoglie sul suo percorso i torrenti discendenti dai ver-

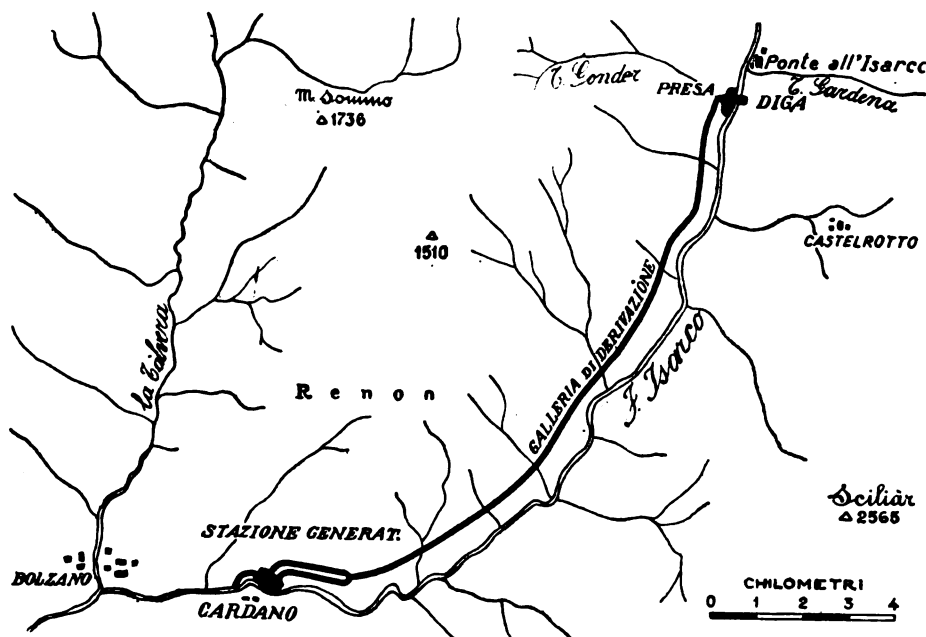


Fig. 1. -- Planimetria generale dell'impianto.

santi delle Alpi Breonie, Aurine, Pusteresi e Ampezzane, sfruttando un bacino imbrifero di 3350 km<sup>2</sup>.

Dall'Isarco sono derivati 80 m<sup>3</sup> d'acqua al minuto secondo con uno sbarramento costruito sul fiume in località Ponte all'Isarco, utilizzando il dislivello tra la presa e la località di Cardano dove sorge la centrale.

Il salto utile è di 160 metri.

**Opere di presa.** — Lo sbarramento del fiume è fatto con una diga a paratoie doppie.

La diga è costituita da tre paratoie principali di 15 metri di luce e da una quarta paratoia di quattro metri di luce che funziona da sghiaiatore. La soglia delle paratoie si trova a quota 458,50 s. l. m. ed il ciglio superiore delle medesime a quota 463 s. l. m.

La soglia di queste paratoie è a quota 459,75 s. l. m. ed esse sono comandate con servomotori a pressione d'olio come le paratoie dello sbarramento.

Dal bacino l'acqua è immessa nel canale in galleria attraverso due serie di paratoie: una superiore a quota 460 s. l. m., ed una inferiore a quota 453,25 s. l. m.

Si usa la prima serie composta di 20 paratoie, di m 2,50 di luce per m 1,25 di altezza, quando si utilizza l'acqua che sfiora dal bacino senza interessare l'accumulazione. L'acqua precipita allora lungo la parete di divisione fra il bacino e il canale.

La seconda serie composta di 20 paratoie, di m 2 di luce per m 1,30 di altezza, permette di vuotare completamente il bacino e di utilizzarlo per l'accumulazione nei periodi in cui non è necessario decantare l'acqua.

Tutte queste paratoie sono comandate con servomotori a pressione d'olio.

**Canale.** — Esso si sviluppa totalmente in galleria con un percorso di 16 km. Il canale è calcolato per una portata di 90 m<sup>3</sup> al minuto secondo ed ha una sezione di 36 m<sup>2</sup> con una pendenza del 0,75 per mille.

All'uscita del canale, e prima di raggiungere la camera di carico, trovasi uno sfioratore che scarica l'acqua di supero direttamente nell'Isarco attraverso ad una galleria rivestita con un tubo di ferro di m 3 di diametro.

**Camera di carico e tubazioni.** — La camera di carico ha una capacità di 60.000 m<sup>3</sup> tenendo conto del quantitativo d'acqua contenuto nel tratto di canale, opportunamente allargato, compreso fra essa e lo sfioratore.

Il pelo massimo dell'acqua nel bacino raggiunge la quota 441; il pelo minimo la quota 433.

Dalla camera di carico partono sei tubazioni; cinque di queste sono destinate all'impianto a frequenza industriale ed hanno un diametro iniziale di m 2,80 decrescente fino a m 2,50; una è destinata all'impianto a frequenza 16 2/3 periodi ed ha un diametro costante di metri 2.

Ogni tubazione è provvista di una paratoia con comando elettrico e di una valvola a farfalla con chiusura automatica inserita immediatamente a valle della paratoia.

La valvola a farfalla si chiude automaticamente quando la velocità dell'acqua supera quella normale; essa può inoltre essere chiusa elettricamente, a distanza, dalla centrale.

Tutte le tubazioni sono chiodate fino alla pressione corrispondente ad una caduta di 120 m; dai 120 m in poi le tubazioni sono saldate e blindate.

Lungo il percorso le tubazioni sono amarrate con tre punti fissi ed in corrispondenza di ognuno di essi si trova un giunto di espansione.

**Impianto a frequenza industriale (42 e 50 ~).** — Ciascuna delle cinque tubazioni alimenta separatamente un gruppo generatore. Il col-

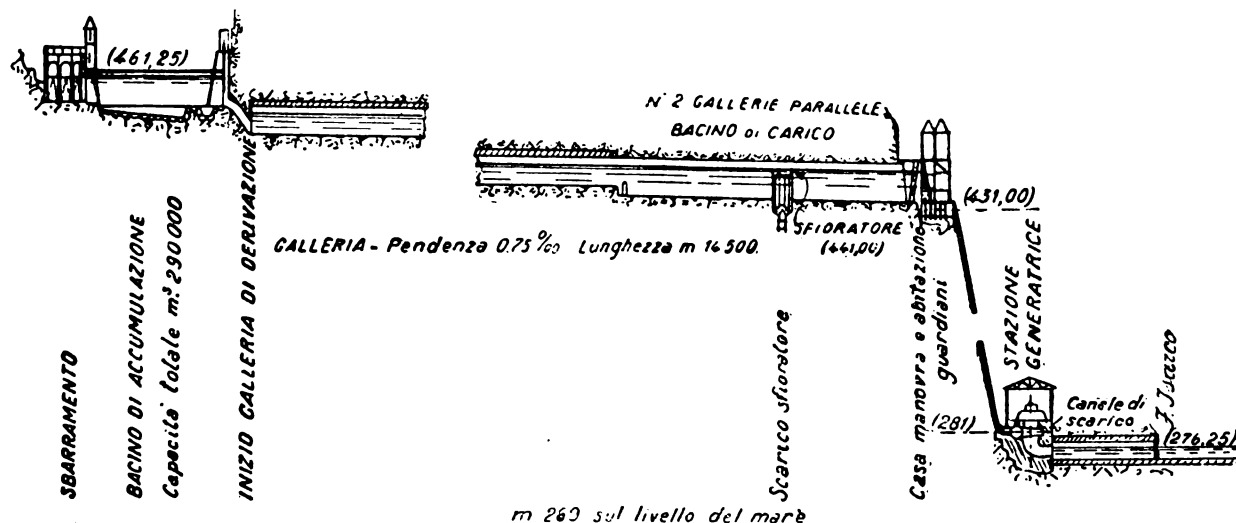


Fig. 2. -- Profilo generale dell'impianto.

Le paratoie sono comandate con servomotori a pressione d'olio; l'olio sotto pressione è fornito da elettropompe alimentate normalmente con la corrente prodotta dalla centrale, o, in difetto di questa, con un impianto ausiliario Diesel-alternatore.

In caso di piena il fiume può raggiungere una portata di 1200 m<sup>3</sup> al minuto secondo, quindi si dovette dimensionare la diga in modo che essa possa scaricare l'intera portata.

Lo sbarramento eleva il livello dell'acqua a monte, di circa cinque metri; questo rigurgito è utilizzato per immettere l'acqua in un bacino di decantazione e accumulazione di 290.000 m<sup>3</sup>, attraverso 15 paratoie di metri 3 di luce per 1,25 di altezza.

legamento con la turbina avviene attraverso un venturimetro che misura il consumo dell'acqua, e una valvola sferica.

Le cinque turbine sono del tipo Francis ad asse verticale e questo tipo fu scelto per poter utilizzare nel miglior modo la caduta disponibile.

La notevole lunghezza del canale di resa (500 m con una pendenza del 0,75 per mille) obbliga ad abbassare notevolmente il livello dell'acqua all'uscita delle turbine rispetto alla quota del terreno (285 metri). Per questo motivo si ritenne più adatto l'uso di turbine ad asse verticale. La ruota della turbina è a quota 281 m sul mare.

**Macchinario idraulico.** Le turbine sono fornite dalla Società



per Costruzioni Meccaniche Riva di Milano, ed hanno le seguenti caratteristiche:

Ogni turbina è costruita per una caduta utile di m 155 ed una portata di 25 m<sup>3</sup> di acqua al secondo (fig. 6).

La potenza resa sull'asse risulta di effettivi 33.750 kW alla velocità di 252 ÷ 300 giri, potendo le unità far servizio indifferentemente alle frequenze di 42 o 50 periodi.

La ruota Francis, radiale di m 2,60 di diametro esterno è fusa in bronzo in un sol pezzo. Pel getto grezzo di ogni ruota si richiesero circa kg 800 di metallo.

I distributori hanno venti pale in acciaio comandate esternamente con giuoco di leve e tiranti in acciaio azionate in due punti diametralmente opposti.

La camera forzata a spirale verrà completamente annegata nella muratura di calcestruzzo. Essa è composta di uno scheletro scomponibile in acciaio fuso mentre l'involucro è in grossa lamiera di acciaio chiodata a coprighiunto.

Il sottostante tubo aspirante a sezioni gradatamente crescenti è pure metallico fino al tratto in direzione orizzontale lungo 13 metri e con sezione di uscita di 7 m<sup>2</sup>. Il primo tratto scomponibile ed accessibile è in ghisa; il tratto sottostante col gomito a sezioni ellittiche è in lamiera di acciaio chiodata e sarà annegato nelle fondazioni di calcestruzzo.

L'albero di 600 mm di diametro, ha le due estremità flangiate, quella inferiore per il collegamento col mozzo della ruota, quella superiore per il diretto accoppiamento alla flangia dell'albero dell'alternatore.

Un solo supporto di guida a circolazione d'olio sovrasta il coperchio della turbina e nel breve tratto d'albero al disotto del giunto trova posto il carter per gli ingranaggi conici di comando della trasmissione del regolatore.

Il regolatore automatico di velocità, al piano degli interruttori, è del tipo a pressione costante con accumulatore a cassa d'aria, pompa rotativa autonoma per l'olio comandata direttamente da motore elettrico e da turbinetta Pelton, doppio servomotore a stantuffo al piano sottostante in prossimità della turbina.

Il supporto di sospensione è del tipo brevettato Michell, a blocchetti oscillanti (vedere la fig. 12 a pag. 278 dell'Elettrotecnica, n. 13, 1927). Esso è montato sulla crociera superiore dell'alternatore al disotto della dinamo eccitatrice, ed è capace di portare 200.000 kg., cioè il peso di tutti gli organi rotanti dell'alternatore e della turbina, nonché le sollecitazioni dovute alla spinta idraulica.

**Macchinario elettrico.** — Gli alternatori sono forniti parte dalla Compagnia Generale di Elettricità di Milano e parte dal Tecnomasio Italiano, pure di Milano.

Essi hanno le seguenti caratteristiche: potenza 36.000 kVA, 252/300 giri, 42/50 periodi a tensione regolabile tra 9500 ed 11.000 volt. Per il funzionamento a 42 e 50 periodi l'avvolgimento statorico ha prese speciali: in entrambi i casi, la reazione di indotto risulta uniforme su tutta la periferia.

L'eccitatrice principale che è direttamente addossata all'alternatore, è provvista di una eccitatrice ausiliaria, pure addossata, la quale permette di variare entro vastissimi limiti il valore della tensione di eccitazione pur mantenendo un funzionamento stabile.

Per realizzare gli stessi valori della tensione ai morsetti, in corrispondenza alle due diverse frequenze di esercizio, le macchine sono provviste di una presa sull'avvolgimento statorico, la quale permette di escludere parte di tale avvolgimento durante il funzionamento a 50 periodi.

Il pacco lamellare dello statore è costituito da lamiere a basse perdite.

L'isolamento, sia dei singoli conduttori che contro massa, è in mica pura flessibile. Inoltre, l'isolamento tra due conduttori statorici contigui in una stessa bobina è tale, da poter resistere alla piena tensione di 11.000 volt.

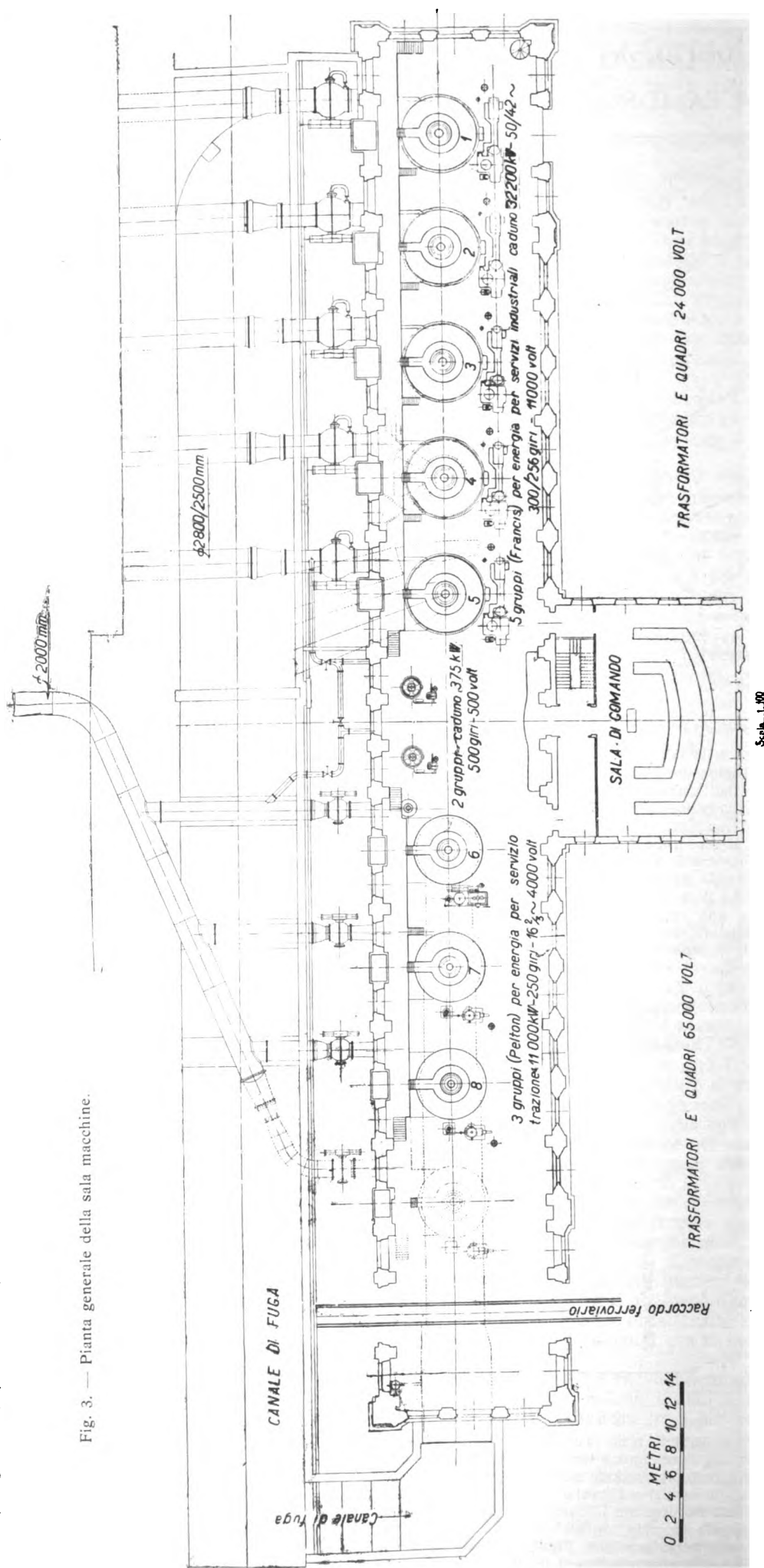


Fig. 3. — Pianta generale della sala macchine.

Il rotore, costruito con anelli di acciaio fucinati montati a caldo su di un mozzo di acciaio fuso, è divisibile in due parti per com-



dità di trasporto. Il rotore coi relativi poli, pesa circa 150 tonnellate. L'albero è vuoto all'interno per permettere il passaggio dei cavi di eccitazione e di un tirante, che consentirà di abbassare la ruota della turbina a mezzo di gru senza smontare nè l'alternatore, nè le altre parti della turbina, salvo l'eccitatrice ausiliaria. La ventilazione del rotore e dello statore è fatta a mezzo di due ventilatori centrifughi.

La macchina, oltre al supporto di spinta tipo Michell, è munita di due cuscinetti di guida, nei quali la circolazione dell'olio avviene a mezzo pompa.

La crociera superiore sopporta tutto il carico della parte rotante dell'alternatore e della turbina ed è costruita in modo da permettere lo smontaggio ed il montaggio del cuscinetto di guida senza asportare alcun pezzo della macchina.

E' prevista l'adozione di uno speciale isolamento per proteggere i cuscinetti dalle correnti vaganti, che verrebbero ad agire sull'olio di lubrificazione, alterandone le proprietà lubrificanti.

La parte rotante dell'alternatore, le due crociere superiore ed inferiore, i cuscinetti di guida, l'eccitatrice principale ed il supporto di spinta possono essere sollevati con una sola manovra mediante un pezzo di raccordo adatto per l'agganciamento alla gru, previo il solo smontaggio dell'eccitatrice ausiliaria.

Per poter facilmente smontare e controllare il supporto di spinta, il rotore può essere fatto posare su speciali appoggi disposti sulla crociera inferiore. Questi appoggi sono anche muniti di freni ad aria compressa, che permettono, in caso di arresto della macchina, di fermare la parte rotante in pochi minuti.

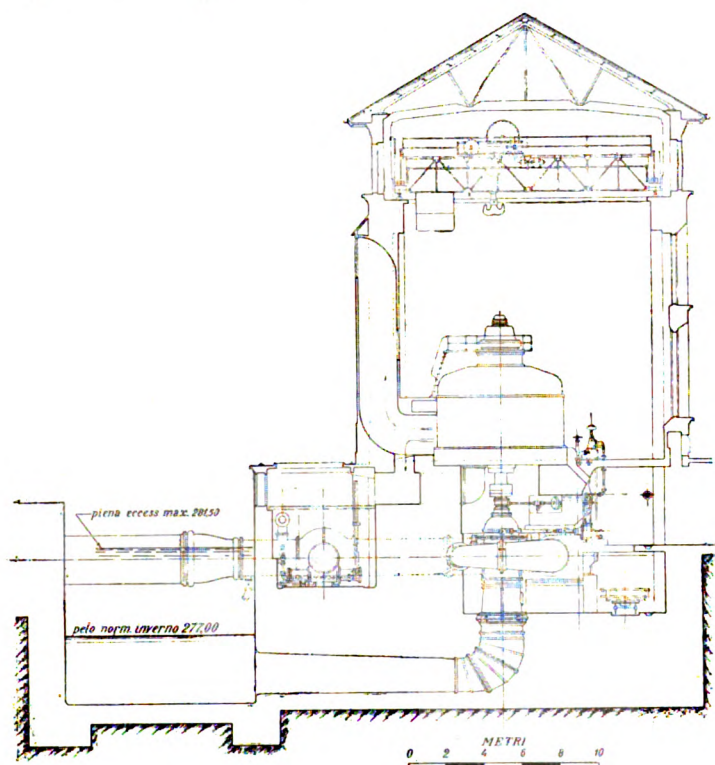


Fig. 4. — Sezione trasversale della sala macchine.

L'alternatore è provvisto di elementi termoelettrici per la misurazione della temperatura nei supporti, nel ferro e nel rame dello statore, di segnalatori automatici per avvertire un arresto della circolazione dell'acqua o dell'olio; tutti questi apparecchi fanno capo ad un unico quadro.

L'altezza totale della macchina dal piano del pavimento è di oltre metri 7 ed il diametro esterno è pure di 7 metri; la lunghezza assiale, dalla flangia dell'albero alla eccitatrice, è di circa 9 m.

Per il getto di ciascuna carcassa occorrono 35 tonn. di ghisa, per la crociera superiore 25 tonn.; il peso complessivo della macchina è di circa 300 tonn. Il  $P D^2$  del rotore è di circa 1.000.000  $\text{kg/m}^2$ .

La figura 5 rappresenta un modello in scala 1:10 di tale macchina quale era esposto all'Esposizione Voltiana in Como nello Stand della Compagnia Generale di Elettricità.

I trasformatori da 36.000 kVA ciascuno sono pure trifasi, del tipo per installazione all'aperto e previsti per raffreddamento artificiale, mediante circolazione esterna dell'olio; l'olio viene raffreddato a mezzo di ventilatori in appositi sistemi refrigeranti ad aria, montati all'aperto.

I trasformatori sono direttamente allacciati agli alternatori senza sbarre di smistamento e senza interruttori intermedi. Il collegamento degli avvolgimenti è a triangolo per il primario ed a stella per il secondario; il rapporto di trasformazione a vuoto è di 11.000/260.000 volt circa. Il neutro secondario è portato a morsetto in modo da poter essere collegato a terra, i trasformatori sono però previsti per poter funzionare anche con neutro isolato; tale prescrizione fa sì che questi trasformatori costituiscano una prima costruzione nel mondo, trattandosi di tipi trifasi a 260.000 volt, capaci di funzionare con neutro isolato.

Anche i trasformatori possono naturalmente funzionare con pari potenza alle due frequenze di 42 e 50 periodi.

Il peso di ciascun trasformatore, escluso il sistema refrigerante è di circa 168 tonn. delle quali 57 di olio; l'altezza, compresi gli isolatori è di circa 10 metri.

Sul lato alta tensione i trasformatori si allacciano alle sbarre attraverso una terna di interruttori unipolari per 225.000 V, aventi una capacità di interruzione di 2.000.000 di kVA.

L'olio di riempimento delle tre casse unipolari, è di circa 60 tonnellate; il peso totale di un interruttore tripolare compreso l'olio è di circa 98 tonnellate.

La linea ad altissima tensione (220 kV circa) destinata a collegare Cardano con Cislago, richiede a vuoto una potenza di carica molto elevata, circa 26.000 kVA alla frequenza di 50 periodi ed alla tensione di 190.000 volt pari a 80 A. circa a  $\cos \varphi = 0$  in anticipo.

Quando la linea è a vuoto la tensione viene appunto ridotta a 190.000 volt, onde limitare al valore sopra indicato la potenza capacitativa assorbita. La tensione degli alternatori deve essere ridotta più che proporzionalmente per tenere conto delle cadute negative nei trasformatori funzionanti con  $\cos \varphi$  in anticipo (la tensione viene ridotta fino

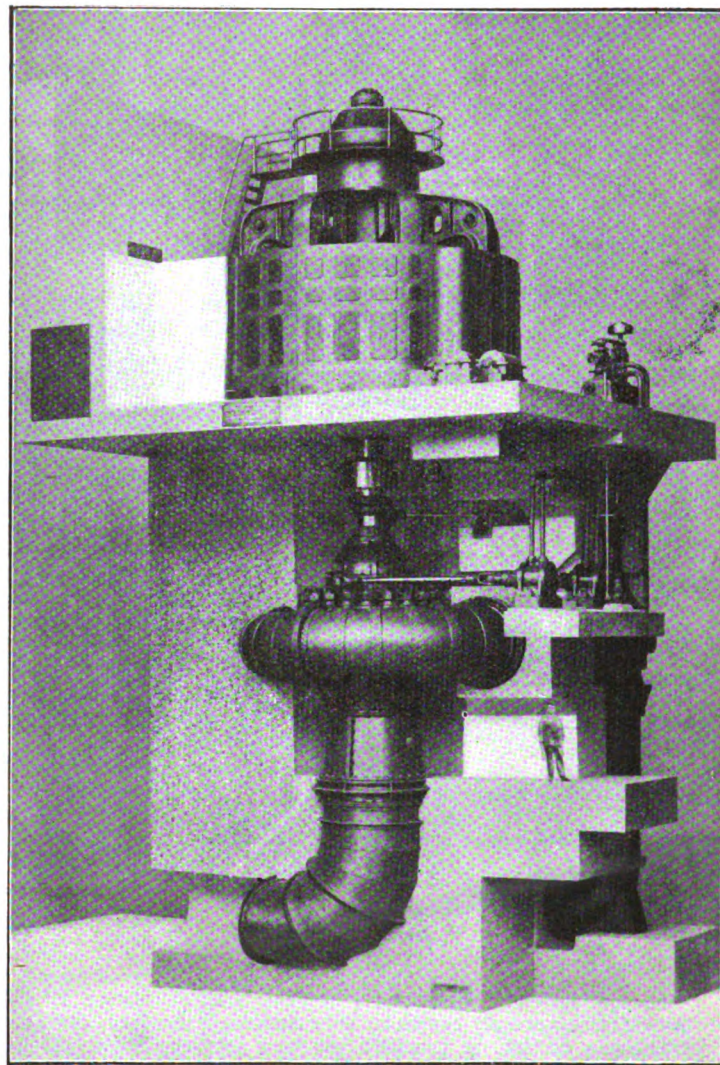


Fig. 5. — Modello di uno dei gruppi generatori da 36.000 kVA.

a circa 7400 volt). Dovendosi poi evitare l'autoeccitazione degli alternatori, si è previsto per questi ultimi, un valore molto elevato del trasferimento.

Anche i trasformatori sono forniti parte dalla Compagnia Generale di Elettricità e parte dal Tecnomasio Italiano.

Un modello di questi trasformatori era esposto nello Stand del Tecnomasio Italiano all'Esposizione di Como (fig. 8).

**Cabina di trasformazione.** — I trasformatori sono installati in una sottostazione all'aperto. Ogni alternatore è direttamente collegato con condutture sotterranee ad un trasformatore elevatore.

Le sbarre ad alta tensione si possono dividere in due metà con separatori a coltello permettendo così la commutazione ed il raggruppamento dei gruppi funzionanti a 50 periodi e di quelli funzionanti a 42 periodi.

Dalle sbarre si deriva, con coltelli e interruttori in olio, la linea di trasporto a 240.000 V di circa 300 km di lunghezza, armata con una corda tubolare di acciaio-alluminio corrispondente ad una sezione di rame di 200  $\text{mm}^2$ .

**Impianto a frequenza 16 2/3 periodi.** — La tubazione che serve questo impianto termina in un collettore con tre derivazioni corrispondenti ai tre gruppi installati.



In ogni derivazione trova posto il venturimetro ed una valvola sferica.

Dato il basso rapporto fra carico medio e carico massimo (1/7), non si poterono adottare in questo caso le turbine Francis e si preferì ricorrere alle turbine Pelton.

Le turbine scelte sono del tipo a getti multipli, quattro getti per le due turbine De Pretto E. W. Schio, e cinque getti per la turbina Franco Tosi di Legnano. Colle turbine fornite dalla S. A. De Pretto E. W. si elimina o si inserisce automaticamente uno dei getti se il carico diminuisce od aumenta oltre un certo limite; la regolazione nella turbina fornita dalla Franco Tosi avviene invece simultaneamente.

Le caratteristiche di queste turbine sono le seguenti:

Portata 9000 litri al minuto secondo;

Caduta utile  $144 \div 152$  metri;

Giri 250;

Potenza 11.000 kW;

Rendimento: 80 % a 1/7 del carico, che si eleva a 85 % a 1/2 carico per ridiscendere a 80 % al carico massimo.

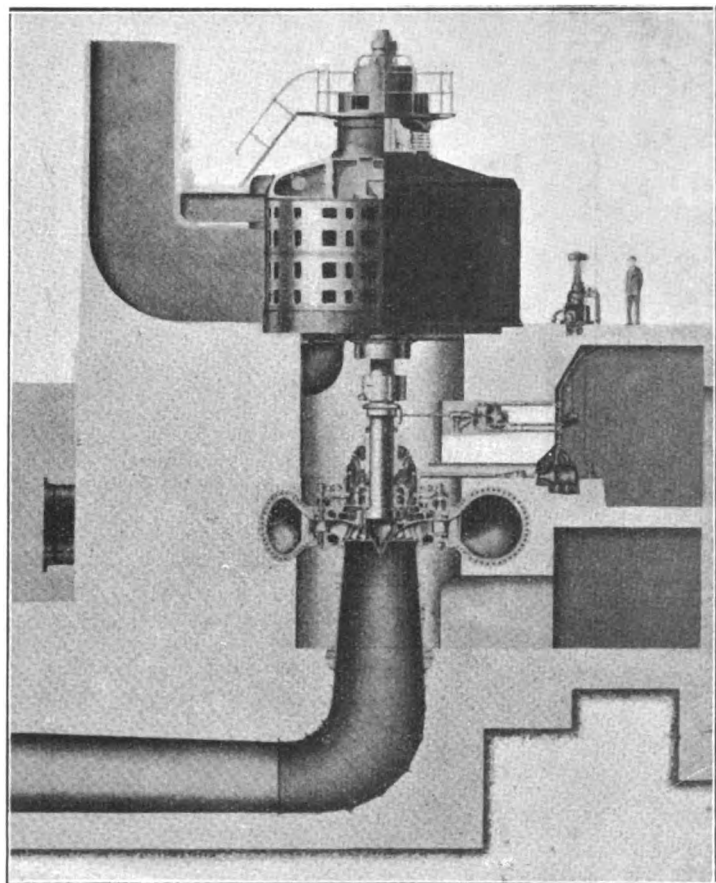


Fig. 6. — Sezione attraverso una delle turbine da 36.000 kVA della Soc. Riva.

Ad ogni turbina è direttamente accoppiato un alternatore del tipo trifase ad asse verticale completamente chiuso e raffreddato con auto-ventilazione; eccitazione coassiale con una sola eccitatrice. Aspirazione dell'aria fredda e restituzione dell'aria calda all'esterno.

Potenza 9000 kVA con possibilità di sovracarico sino a 13.500 kVA;

Tensione composta ai morsetti: 4000 V;

Frequenza:  $16 \frac{2}{3}$  periodi;

Giri: 250;

Il rendimento a pieno carico e  $\cos \varphi = 0,75$  è di 0,97.

L'energia prodotta a 4000 volt è trasformata a 66.000 volt in una sottostazione all'aperto. Per quanto la tensione non rendesse necessaria questa speciale disposizione, tuttavia si preferì adottarla per ragioni di uniformità. Ciascuno dei tre alternatori può essere collegato direttamente al trasformatore corrispondente oppure inserito su un sistema di sbarre di commutazione.

I trasformatori sono del tipo trifase in olio equipaggiati per l'installazione all'aperto; anche questi trasformatori sono raffreddati esternamente con circolazione d'olio in radiatori speciali raffreddati con aria soffiata.

La potenza di ognuno dei tre trasformatori è di 8700 kVA. Sull'alta tensione essi sono commutabili su un doppio sistema di sbarre che possono a loro volta essere messe in parallelo.

Il collegamento fra il secondario dei trasformatori e le sbarre a 66.000 V è fatto coll'ausilio di un interruttore automatico in olio, e la commutazione con separatori a coltello.

Dalle sbarre partono due linee commutabili sui due sistemi di sbarre come i trasformatori; queste linee sono collegate alla rete di distribuzione primaria delle Ferrovie di Stato.

*Quadri di manovra e misura.* — Essi sono collocati in un ampio locale ad avancorpo che si trova a metà del lato maggiore della cen-

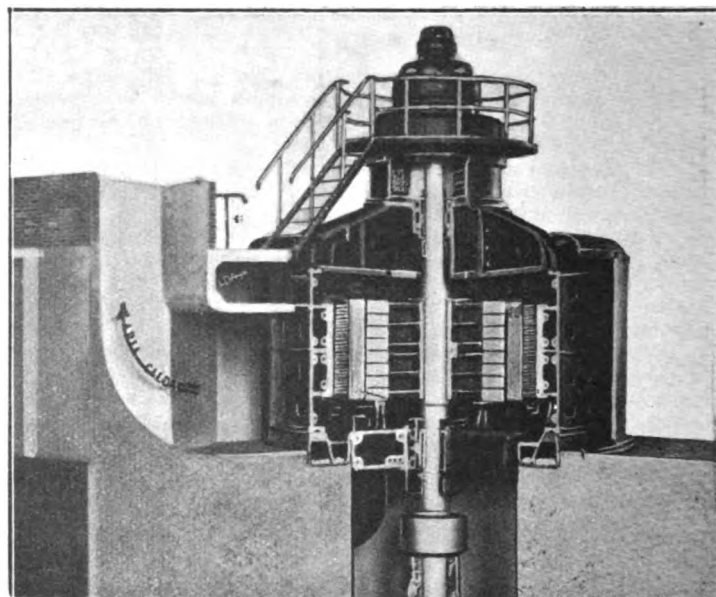


Fig. 7. — Modello della sezione trasversale di uno degli alternatori da 36.000 kVA della Compagnia Generale di Elettricità.

trale. Dalla sala quadri si guarda sia in centrale come verso la sottostazione rendendo così possibile una perfetta sorveglianza di tutto l'impianto.

Nell'avancorpo trovano posto anche gli Uffici, il Magazzino, un locale per i pronti soccorsi, ecc.

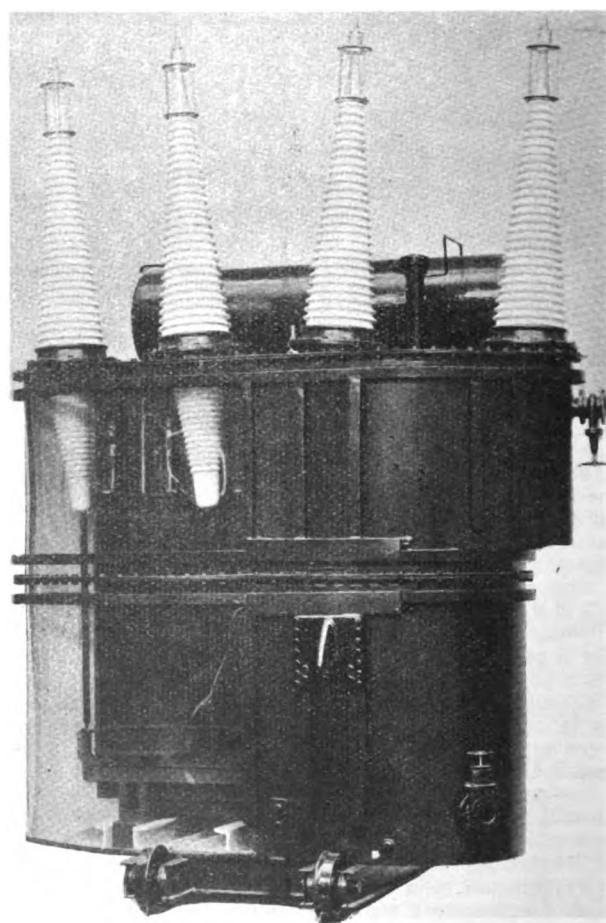


Fig. 8. — Modello di uno dei trasformatori da 36.000 kVA, 11.000/260.000 volt del Tecnomasio Italiano Brown Boveri.

*Varie.* — Nella Centrale, inoltre sono installati due gruppi turbina-alternatore di 375 kW a 500 giri, 500 volt, 50 periodi per i servizi ausiliari; anche queste macchine, costruite dal Tecnomasio Italiano,



sono ad asse verticale, di tipo chiuso con autoventilazione forzata e scarico dell'aria calda fuori dalla sala macchine. Vi sono inoltre due batterie di accumulatori per l'azionamento dei comandi a distanza e per l'illuminazione di riserva.

Presso il Tecnomasio è in costruzione anche un trasformatore di tensione da 12 kVA, 42.50 periodi, rapporto 236.000/210 V, il cui peso è di circa 19 tonnellate, delle quali 9 di olio.

La centrale è fornita di due grue di 105 tonnellate di portata cadauna, costruite dalla Società Nazionale Officine di Savigliano, e di un raccordo ferroviario che la collega alla stazione di Cardano.

Il fabbricato della Centrale misura 120 metri di lunghezza per 13 di larghezza e 17 di altezza.

\*

Riassumendo: nella centrale saranno installati cinque gruppi da 32.200 kW, tre gruppi da 11.000 kW, e due da 375 kW con un totale di circa 200.000 kW.

La produzione di energia annua si aggirerà sui 500.000.000 di kWh.

Tutta l'energia, eccettuati circa 25.000.000 di kWh prelevati dalle Ferrovie di Stato, verrà trasmessa con la linea a 240.000 volt alla cabina di trasformazione di Cislago (Milano) della S. I. P. e di qui distribuita parte in Lombardia, parte in Piemonte.

L'ingente potenza installata e la tensione della linea di trasporto, fanno della centrale di Cardano la più potente centrale idroelettrica d'Europa, e il primo impianto d'Europa a tensione sì elevata.

I lavori sono stati iniziati verso la fine dell'anno 1925 e si fa assegnamento di poter mettere in servizio i primi gruppi nell'inverno 1928-1929.

## :: SUNTI E SOMMARI ::

### IMPIANTI.

**L. MADDALENA — Gli impianti idroelettrici di Suviana e Castrola.** (Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, 15 marzo 1926, pag. 80).

**L. MIRONE — Diga sul Reno.** (Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, 15 marzo 1927, pag. 97).

L'Amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha iniziato sulla « Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane » (incaricandone della redazione gli stessi ingegneri addetti ai lavori) la pubblicazione di una serie di monografie destinate ad illustrare il complesso degli impianti idroelettrici che essa ha in costruzione sull'Appennino Tosco-Emiliano. Gli impianti sfruttano le acque dell'alto Reno e dei suoi due affluenti Limentra di Sambuca e Limentra di Treppio. Essi hanno lo scopo sia di costituire, per i bisogni della trazione elettrica sulla Porrettana e sulle altre linee facenti capo a Firenze e Bologna, una sorgente di energia vicina ai luoghi di utilizzazione e capace di integrare quella fornita da impianti privati più lontani, sia, particolarmente, di provvedere alle punte. Lo schema generale degli impianti è indicato nelle figure 1 e 2. Le opere principali sono:

1. - Sbarramento al Molino del Pallone per la derivazione delle acque del Reno, costituito da una diga a gravità munita di paratoie automatiche

2. - Galleria a pelo libero lunga metri 2840 con sezione utile di m<sup>2</sup> 10,66 destinata a convogliare le acque del Reno nella vallata della Limentra di Sambuca.

3. - Sbarramento di Pavana sulla Limentra di Sambuca, costituito da una diga ad archi multipli con spalle a gravità, alta sull'alveo metri 49. Provvisoriamente, e cioè durante la costruzione degli sbarramenti di Suviana e Castrola, le acque derivate dal Reno (bacino imbrifero di km<sup>2</sup> 91) e quelle della Limentra di Sambuca (bacino imbrifero di km<sup>2</sup> 41) sono utilizzate in una centrale posta immediatamente a valle della diga di Pavana, con salto medio di circa 45 metri.

4. - Galleria-canale ordinariamente a pelo libero, lunga metri 2796 con sezione utile di m<sup>2</sup> 13,97 destinata a convogliare le acque riunite del Reno e della Limentra di Sambuca nella vallata della Limentra di Treppio.

5. - Sbarramento di Suviana sulla Limentra di Treppio costituito da una diga a gravità alta metri 77,60 sull'alveo, la quale determinerà

un lago artificiale della capacità totale di m<sup>3</sup> 46.000.000 ed utile di 36.000.000 alimentato dalle acque riunite del Reno, della Limentra di Sambuca e di quella di Treppio (bacino imbrifero complessivo di km<sup>2</sup> 91+41+74 = 206). Le acque così regolate saranno utilizzate in una centrale a valle della diga con salto medio di circa metri 80.

6. - Successivo sbarramento di Castrola sulla stessa Limentra di Treppio, costituito da una diga a gravità di altezza non ancora definitivamente fissata, la quale determinerà un lago artificiale di capacità alquanto inferiore a quello di Suviana, alimentato dalle acque di scarico della centrale e degli sfioratori di Suviana e da quelle defluenti da altri 28 km<sup>2</sup> di bacino imbrifero. La centrale sorgerà a valle della diga.

Le centrali di Suviana e Castrola produrranno complessivamente circa 75.000.000 di kWh annui.

La portata continua regolata sarà di circa 8 m<sup>3</sup>/sec.; per sfruttarla maggiormente sono in corso studi per una ulteriore utilizzazione a valle dell'impianto di Castrola, creando un'altra centrale a Riola, presso la confluenza della Limentra di Treppio con il Reno.

Attualmente sono ultimati: lo sbarramento di Molino del Pallone, le due gallerie canali e la diga di Pavana. La centrale provvisoria di Pavana è già entrata in esercizio. Della diga di Suviana si sono iniziati gli scavi.

Data l'importanza di queste opere l'amministrazione delle Ferrovie dello Stato ha ritenuto necessario che esse fossero precedute e accompagnate da accurati studi geognostici. Specialmente estese furono le indagini relative alle zone di Suviana e Castrola (fig. 3). La stretta di Suviana è costituita da banchi di arenarie (che superano talora i 4 metri di potenza) con sottili intercalazioni di schisti argillosi induriti. La pila degli strati ha una potenza complessiva inferiore a duecento metri e si appoggia sopra un grande banco di marne argillose a struttura gallestrina. Tali arenarie costituiscono un buon fondamento per una diga di grande altezza. La stratificazione ha una direzione pressoché normale al corso del fiume e quindi parallela all'asse della diga, ciò che è un vantaggio per la costruzione. La pendenza degli strati è verso valle e questo potrebbe compromettere la impermeabilità dello sbarramento. Senonché l'arenaria è limitata alla sola stretta; a monte di essa è stratificamente sotto alle arenarie si hanno potenti banchi di marne argillose gallestrine, terreni questi essenzialmente impermeabili. Ne consegue che gli affioramenti di arenaria che verranno sommersi saranno assai limitati e non sarà quindi difficile procedere ad un accurato esame delle testate degli strati e alla copertura di esse con gettate di calcestruzzo. Le fondazioni della diga si troveranno completamente sull'arenaria.

Per l'esame geognostico della stretta furono eseguiti 25 sondaggi profondi da 10 a 58 metri mediante sonda a corona di diamanti capace di prelevare campioni dei terreni attraversati. Un campione di arenaria estratto alla profondità di circa 43 metri diede una resistenza alla rottura di 725 kg. per cm<sup>2</sup>. I terreni a monte della stretta e che saranno sommersi dal futuro lago sono, come si è già detto, di natura essenzialmente argillosa con scarse e discontinue intercalazioni di calcare alberese. Si hanno quindi sufficienti garanzie per l'imper-

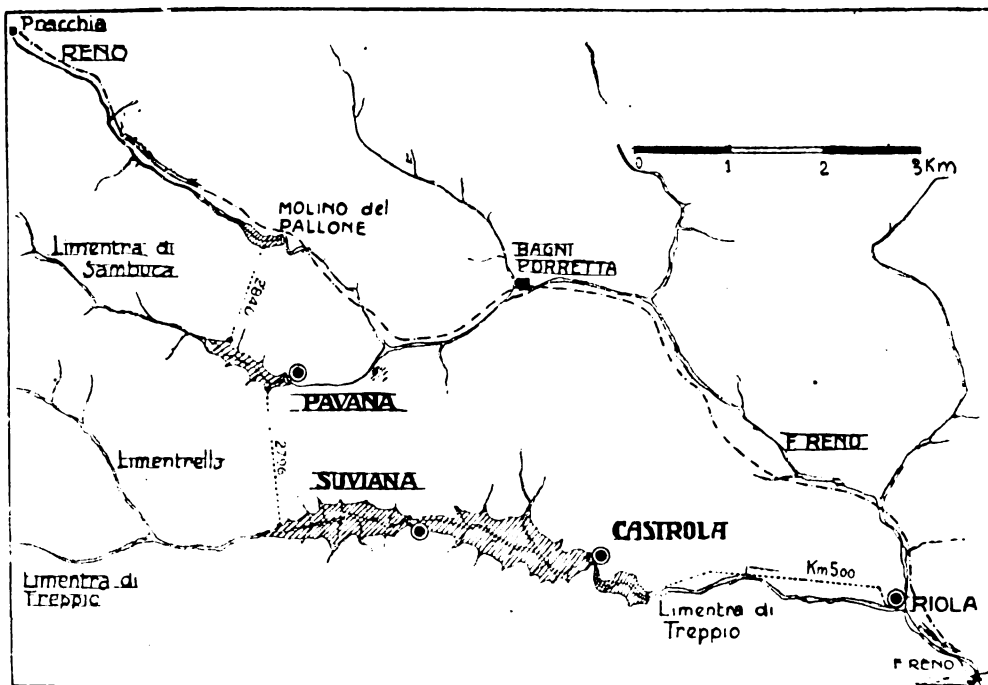


Fig. 1. — Planimetria generale degli impianti.

meabilità del bacino. Sono state esaminate altresì le condizioni delle sponde della conca in relazione alla loro stabilità. Il profilo costantemente ondulato delle falde e la loro piccola pendenza dimostrano come vi siano stati movimenti franosi in tempi più o meno lontani, fino a raggiungere l'attuale stato di relativo equilibrio. Tuttavia si ritiene che l'immagazzinamento dell'acqua non potrà determinare una rimessa

in moto di queste antiche frane, perchè verrà a mancare la causa principale di esse, cioè l'erosione al piede.

Circa il pericolo di interrimento viene osservato che tutta la parte alta del bacino è coltivata a bosco di castagno per cui da quella

degli strati è verso monte, ciò che è particolarmente favorevole per la impermeabilità dello sbarramento.

Poichè le arenarie presentano in superficie notevoli fessurazioni furono eseguiti sulle sponde (oltre ai 10 sondaggi profondi da 45 a 101 metri praticati in fondo valle) anche numerosi assaggi, trivellazioni, denudamenti e cunicoli orizzontali. Uno di questi fu spinto a circa 200 metri. Queste indagini hanno dato in complesso risultati soddisfacenti in quanto hanno dimostrato che l'orientamento degli strati sulle due sponde e sul fondo è concordante e che gli strati stessi sono ben serrati e con fessure meno evidenti all'interno che all'esterno. La resistenza alla rottura di un campione di arenaria prelevato a notevole profondità è stata di 848 kg. per cm<sup>2</sup>.

Circa l'impermeabilità dei terreni sommersi, la loro stabilità e i pericoli di interrimento si può ripetere quanto è stato detto per il bacino di Suviana. Anche per quello di Castrola è previsto un importante complesso di sistemazioni idraulico-forestali.

\*

Per lo sbarramento del Reno (fig. 4 e 5) fu scelta una stretta poco a valle della stazione di Molino del Pallone, che presenta sponde nettamente costituite da arenaria. La diga, planimetricamente rettilinea ha una lunghezza in sommità di circa 75 metri ed una sezione a profilo triangolare col paramento a monte verticale e quello a valle inclinato del 66 per cento. La massima altezza sulla fondazione, in corrispondenza della passerella di servizio è di circa 27 metri (fig. 6).

La diga è munita di tre paratoie automatiche: una del tipo a ventola e contrappeso, di metri 14 di lunghezza per m. 3,30 di altezza installata nella parte centrale della diga; due, eguali fra loro, del tipo a settore e galleggianti, ciascuna di m. 4 di larghezza per 3 di altezza, situate presso la sponda destra in adiacenza della galleria di derivazione. La prima paratoia ha la soglia a quota 471,00 e lavora a pelo libero; le altre due, destinate precipuamente a funzionare come sghiaiatori, hanno la soglia a quota 466,75 e lavorano sotto battente. Tutte tre regolano automaticamente il pelo dell'acqua a monte della diga, in modo che esso non superi la quota 470,30.

L'adozione di paratoie automatiche anziché di una diga a semplice tracimazione o munita di paratoie a comando, è stata consigliata principalmente dal fatto che il rigurgito prodotto dallo sbarramento, lambisce per un buon tratto alcuni rilevati della linea ferroviaria Bologna-Firenze, mantenendosi poco al di sotto del loro ciglio. Era quindi necessario garantirsi nel modo più sicuro da qualsiasi aumento del pelo d'acqua oltre la quota massima prevista, e per avere questa garanzia si è ricorso alle paratoie automatiche.

La paratoia a ventola può scaricare m<sup>3</sup> 150 al secondo, ciascuna delle paratoie a settore m<sup>3</sup> 80. Si ha così una capacità complessiva di smaltimento di m<sup>3</sup> 310. Aggiungendovi i 24 m<sup>3</sup> di cui è capace la

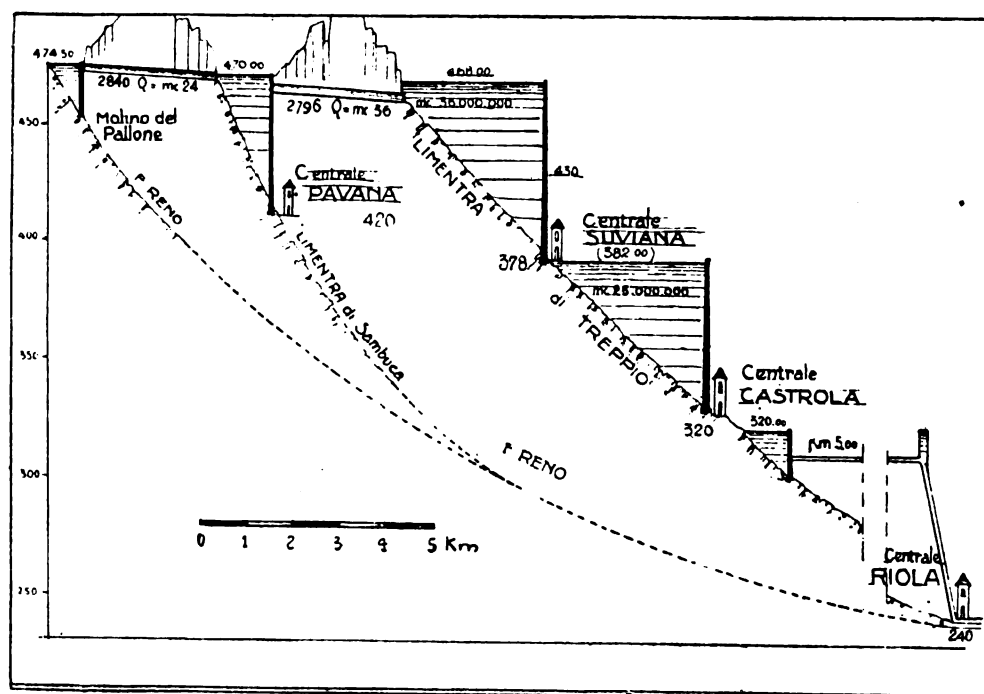


Fig. 2. — Profilo generale degli impianti.

parte il pericolo è minimo. Nella parte bassa i terreni coltivati o nudi possono invece presentare pericoli. Per ridurli al minimo fu studiato, ed è già stato approvato dalle competenti autorità, un vasto progetto di sistemazione idraulico-forestale.

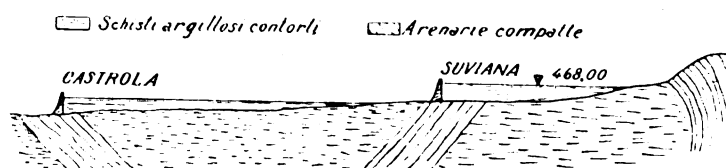


Fig. 3. — Sezione geologica nella regione di Castrola e Suviana.

La valle della Limentra di Treppio, che subito dopo la stretta di Suviana si apre amplissima nei terreni argillosi, torna a restringersi bruscamente alla stretta di Castrola, in corrispondenza di un altro affioramento di rocce arenacee. I caratteri litologici di esse sono analoghi a quelli di Suviana. La direzione degli strati non è però normale al corso del fiume e quindi essa risulterà alquanto obli-

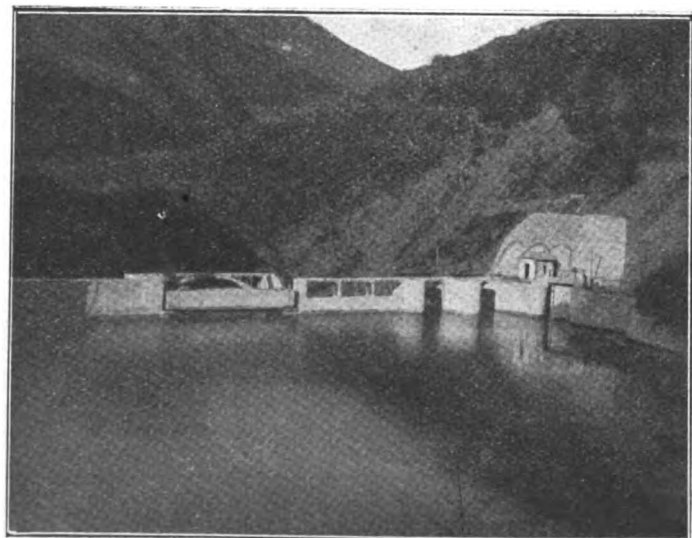


Fig. 4. - Lo sbarramento del Reno al Molino del Pallone, visto da monte.

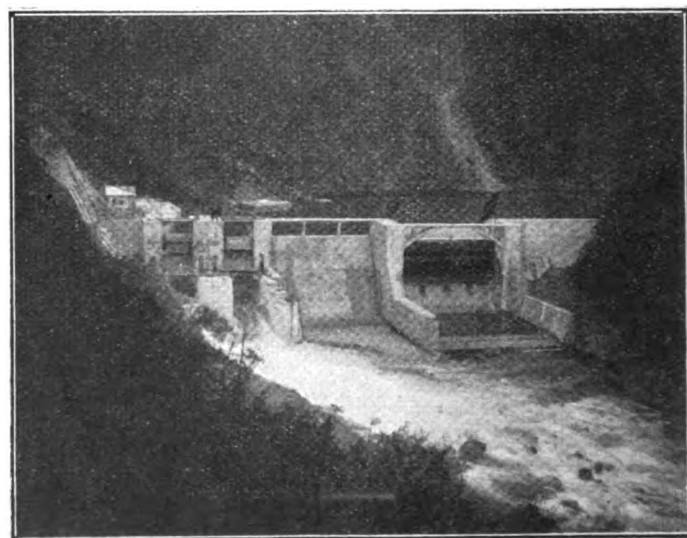


Fig. 5. — La diga sul Reno a Molino del Pallone vista da valle.

qua rispetto all'asse della diga, ma le intercalazioni argillose fra gli strati di arenaria sono molto sottili e costituite da schisti induriti; non si ritiene quindi che tale obliquità possa avere influenza nociva sulla uniformità di resistenza al peso della muratura. L'inclinazione

galleria di derivazione si ha che lo sbarramento è in grado di far fronte a piene di 334 m<sup>3</sup>. Poichè il bacino imbrifero a monte della diga è di km<sup>2</sup> 91, ciò corrisponde a prevedere una portata massima di m<sup>3</sup> 3,70 per km<sup>2</sup>.

A valle della grande paratoia centrale è stata costruita per lo smorzamento della lama stramazzone un'ampia vasca con platea in conci di pietra, alcuni dei quali sporgono per una certa altezza dal fondo per rendere più efficace l'azione smorzatrice.

L'imbocco della galleria di derivazione si apre subito a monte della diga sulla sponda destra. Esso è provvisto di una paratoia piana con manovra a mano, ma non è preceduto nè da bacini di calma nè da bacini di decantazione e neppure è munito di griglie. Questa disposizione è giustificata dal fatto che la galleria non alimenta direttamente alcuna centrale, ma sbocca nell'ampio bacino creato dalla diga di Pavana sul torrente Limentra di Sambuca, dove le acque hanno tutta la possibilità e il tempo di sedimentare.

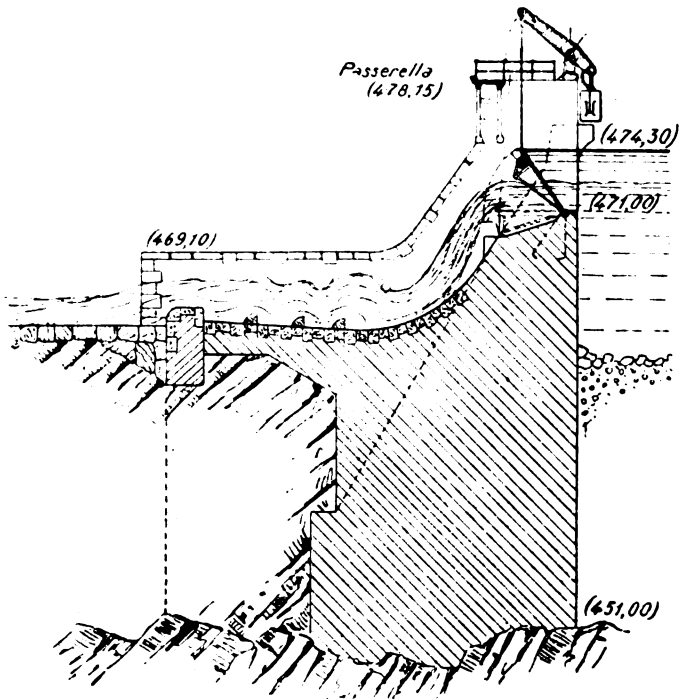


Fig. 6.

Anche la costruzione di questo sbarramento fu preceduta da una serie di sondaggi eseguiti con sonda rotativa a diamanti. Essi indicarono che nella parte centrale dell'alveo la roccia si trovava ad una profondità di circa 12 metri e a questa profondità fu necessario spingere le fondazioni della diga, andando incontro a notevoli difficoltà.

L'intera costruzione è stata gettata in calcestruzzo con dosatura media di kg 250 di cemento ed ha un volume complessivo di 12.400 m<sup>3</sup>. In alcune parti della diga sono stati inclusi nel calcestruzzo grossi massi di arenaria.

L'articolo termina con una dettagliata descrizione dei due tipi di paratoie automatiche e del loro modo di funzionare.

g. m.

#### TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

**R. H. CHADWICK — Avvolgimenti di trasformatori con numero frazionario di spire.** (Gen. El. Rev., luglio 1927, pag. 342).

Stabilito che nei trasformatori la presenza di frazioni di spira ha una grande importanza, l'A. definisce in modo preciso il concetto di « spira » in relazione ai suoi effetti elettromagnetici sul funzionamento del trasformatore.

Avvolgimenti con numero frazionario di spire vengono talora usati per conseguire determinati valori del rapporto o anche per disporre in modo conveniente gli attacchi sui due lati del nucleo.

Considerando un caso molto semplice, l'A. mostra come un avvolgimento con frazioni di spira porti una differenza fra le amper-spire dei circuiti magnetici concatenati, differenza che origina uno squilibrio fra le forze magnetomotrici dei due avvolgimenti, che si manifesta nelle condizioni normali di carico.

Sarebbe possibile determinare l'entità dello squilibrio considerando l'aumento subito dall'eccitazione del nucleo, ma tale ricerca, oltre che presentare difficoltà di calcolo, richiede la conoscenza della curva di saturazione per ogni tipo di nucleo usato.

Più semplice è lo stabilire un criterio di carattere generale, che permetta di giudicare in ogni caso se la frazione di spira sia adottabile con tutta sicurezza, senza dar luogo ad un eccessivo squilibrio tra le forze magnetomotrici.

L'A. propone di considerare la percentuale di squilibrio riferita alla forza magnetomotrice necessaria per ottenere l'eccitazione normale del nucleo, ritenendo sufficiente la conoscenza di tale valore per individuare l'effetto della frazione di spira.

Tenendo conto del fatto che l'induzione nel nucleo non varia

proporzionalmente alla f. m. m., il fissare una percentuale di squilibrio massima del 5 % appare perfettamente sicuro e prudente. In base a questa cifra, e nell'ipotesi di una corrente di eccitazione di intensità 5 % della normale, per avere uno squilibrio inferiore a quello massimo sovraccennato è necessario che il numero delle spire secondarie sia maggiore di 200 (nucleo del tipo monofase corazzato, squilibrio prodotto da mezza spira dell'avvolgimento secondario).

Analogamente con nucleo del tipo Berry (a croce), un quarto di spira dell'avvolgimento secondario produce uno squilibrio inferiore al 5 %, solo se il numero delle spire è maggiore di 300.

Conferme sperimentali di queste semplici deduzioni teoriche non si possono agevolmente ottenere nei trasformatori ordinari, poichè la misura del flusso non compensato si ottiene dall'aumento delle perdite nel ferro e della corrente di eccitazione; misura oltremodo difficile a realizzare, poichè lo squilibrio si manifesta solo nelle condizioni normali di carico.

Per i trasformatori di corrente e in serie le condizioni di funzionamento sono favorevoli: l'A. riporta le variazioni del rapporto e dell'angolo di fase di due trasformatori di corrente costruiti per lo stesso numero di amper primari e aventi entrambi gli avvolgimenti, che differiscono di mezza spira. L'effetto di questa, quasi trascurabile per una corrente del 10 % della normale, diventa di grande importanza in vicinanza del valore normale.

Alcuni costruttori hanno studiato speciali trasformatori per la misura dello squilibrio del flusso dovuto a frazioni di spira. I risultati hanno dimostrato che in ogni caso, trattandosi di trasformatori di corrente, non si devono mai usare frazioni di spira, poichè l'errore nel rapporto, che ne deriva, è talmente grande da essere misurato con gli ordinari amperometri.

C. G. E. (\*)

(\*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

## :: :: :: CRONACA :: :: ::

#### ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

La Fiera Campionaria di Tripoli che ebbe tanto successo sarà nuovamente aperta nel prossimo anno dal 1 febbraio al 31 marzo 1928. Un apposito Ente Autonomo è stato costituito e la organizzazione procede alacremente. La Direzione della Fiera rivolge un caldo appello a tutti gli industriali italiani perchè partecipino alla nuova manifestazione contribuendo a diffondere sempre più anche nell'ambiente coloniale la conoscenza della nostra produzione tecnica.

#### LIBRI E PUBBLICAZIONI.

Sulla *sviluppo del servizio tramviario a Milano*, l'Ufficio Studi e Statistica del Comune ha pubblicato una pregevole monografia. Prendendo le mosse dai primi tentativi di pubblici trasporti nel 1860, viene esposto il graduale perfezionamento di tale servizio e il suo progressivo sviluppo per adeguarlo alle accresciute esigenze della città. La seconda parte della monografia raccoglie ed espone una grande quantità di dati statistici riguardanti lo sviluppo del traffico, la sua distribuzione topografica e nel tempo durante i diversi periodi dell'anno e della giornata; questa parte sarà certamente interessante per gli studiosi dei problemi dei servizi dei pubblici trasporti.

#### SOCIETÀ SCIENTIFICHE, CONCORSI, ECC.

Il Comitato Italiano di R. T. Scientifica ha deliberato di indire un concorso assegnando un premio di L. 4000 alla migliore monografia che verrà presentata entro il giugno 1928 sopra uno dei seguenti temi:

- 1) Studio della scintilla elettrica, con particolare riguardo al suo comportamento, nella eccitazione ad impulso nei circuiti radio-telegrafici.
- 2) Stato attuale ed esame critico dei diversi metodi per attenuare gli effetti dei parassiti naturali nelle trasmissioni radioelettriche.
- 3) Esame e studio riassuntivo del così detto fenomeno del « fading » (evanescenza).
- 4) Metodi di misura di piccolissime capacità ed induttanze sia localizzate, sia distribuite, con particolare riguardo alla misura della capacità propria delle bobine.
- 5) Esame critico delle formule in uso per il calcolo della resistenza ad alta frequenza, delle bobine. Importanza delle diverse cause determinanti la divergenza tra i risultati del calcolo e quelli della esperienza.
- 6) Studio oscillografico, ad alta frequenza, delle caratteristiche dei triodi.
- 7) Studio delle oscillazioni che possono determinarsi nei circuiti radiotelegrafici a contatti cristallini.

Allo scopo poi di incoraggiare ed attivare la operosità dei radio-dilettanti, il Comitato ha altresì deliberato di assegnare un altro premio



di L. 3000 alla migliore monografia su uno dei seguenti argomenti di carattere prevalentemente statistico.

1) Misura della intensità di ricezione delle trasmissioni r. t. lontane.

2) Studio sistematico, nella ricezione con telaio, delle variazioni di direzione delle onde trasmesse da una stazione trasmittente.

3) Studio delle variazioni della intensità nelle trasmissioni con onde cortissime.

Il Comitato si riserva inoltre di prendere in considerazione anche memorie su altri argomenti anche differenti da quelli indicati purché trattino di materie attinenti alla tecnica delle radiocomunicazioni.

Il termine utile per la presentazione delle monografie nei due concorsi precedenti, scade il 30 giugno 1928. Le monografie, redatte a stampa o in dattilografia, dovranno essere senza firma, e contrassegnate con un motto, ripetuto in una busta chiusa contenente il nome e l'indirizzo del concorrente. Il tutto dovrà essere inviato, entro il termine predetto, al seguente indirizzo:

Prof. G. Vanni - Segretario Generale del Comitato Nazionale di R. T. Scientifica - Viale Mazzini, 8 - Roma (49).

### TRAZIONE E PROPULSIONE.

*Ferry-boat per il trasporto passeggeri e merci con equipaggiamento elettrico*, alimentando i motori di propulsione con l'energia fornita da speciali gruppi motore Diesel-dinamo, sono stati adottati da diverse Compagnie americane; recentemente la Southern Pacific Railroad ha introdotto quattro di questi ferry-boat per il servizio nella baia di San Francisco. L'equipaggiamento elettrico, G. E. Co., comprende quattro gruppi generatori per ogni unità, che constano di motore Diesel da 315 kW, 230 giri accoppiato con dinamo da 275 kW, 250 volt. Pure direttamente accoppiata è una dinamo ausiliaria da 40 kW, 125 volt, per l'eccitazione dei motori e della generatrice principale, e per i servizi ausiliari di bordo. Esiste anche uno speciale gruppetto da usare a battello fermo per i servizi ausiliari.

I motori di propulsione, in numero di due per battello, sono installati alle due estremità del natante e sono collegati in serie tra di loro e colle dinamo; possono sviluppare ciascuno la potenza di 900 kW a 130 giri.

## :: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

ADRIANO DUCATI. — *Le onde corte nelle comunicazioni radioelettriche*. — Bologna - Nicola Zanichelli, editore, 1927. — Un volume di pag. 637 con 606 figure, formato 24×15 cm., numero medio di parole per pagina 390.

Ecco un libro stampato bene: buona la carta, chiari i caratteri, rari gli errori del proto, nitide le illustrazioni. Dal punto di vista tipografico si può affermare che esso lascia poco o nulla a desiderare, e che si uniforma in tutto alle belle tradizioni della Casa editrice che ne ha curato la pubblicazione.

Ma, disgraziatamente, questo giudizio favorevole non può estendersi al contenuto del libro. L'Autore ha dato prova certamente di ardimento e di buona volontà, ma ha anche dimostrato di essersi assunto un compito, per il quale non aveva affatto la necessaria preparazione.

E' vero che l'A. crede giustificarsi in anticipo, dichiarando nella Prefazione: «L'indole di questo libro è infatti sperimentale e nello scriverlo mi sono proposto di renderlo accessibile al maggior numero di persone. Per questa ragione, se pure spesso con notevoli difficoltà, ho evitato ogni svolgimento matematico, cercando tuttavia che il lettore possa ben rendersi conto dei fenomeni esaminati per poterli poi al caso approfondire con sicurezza. Ho usato così qualche volta una terminologia inconciliabile con la rigida espressione teorica: e di ciò chiedo venia ai matematici e ai fisici». Ma questo non vale a costituire un salvacondotto al carico di inesattezze, di equivoci, di procedimenti confusionari, di imprecisioni concettuali e dialettiche, nonché di autentici spropositi onde il libro è infarcito.

Perché ci sembra opportuno osservare, che anche in un libro d'indole sperimentale (ma che cosa sarà mai un libro di indole sperimentale?) privo di svolgimenti matematici, in un'opera, insomma di vulgarizzazione, appunto perché diretta a lettori di media cultura e di incerti fondamenti teorici, devono per contro essere curati col massimo scrupolo la esattezza dei concetti esposti, la precisione assoluta della loro espressione verbale, la chiarezza e l'ordine dell'esposizione.

Nulla di tutto ciò, invece, in questo volume che, presentato sotto un titolo che allude ad un ramo abbastanza ben delimitato delle radiocomunicazioni, allarga, nell'indice e nella trattazione, il suo campo in modo da comprendervi su per giù tutto lo scibile radioelettrico. E' questo, se non il più grave, il primo difetto che salta agli occhi del lettore. Oggi nella pratica corrente si chiamano «onde corte» quelle la cui lunghezza d'onda non sorpassa i cento, al massimo i duecento metri. Il nostro A. ha voluto invece arbitrariamente elevarne il limite ai 600 metri, includendovi perciò tutta la zona del «Broadcasting» (Prefazione, pag. V); nel corso del volume poi, infedele alla sua stessa delimitazione mentre a pag. 185 si contraddice affermando

«si è convenuto di chiamare corte le onde inferiori ai 200 metri di lunghezza», tratta spesso anche della tecnica delle onde più lunghe. Né si limita a trattare sostanzialmente della radiotecnica; bensì si diffonde anche su tanti altri argomenti secondari che con questa non hanno se non rapporti accessori e che, comunque, potevano anche tralasciarsi con profitto in una pubblicazione dedicata alle onde corte, essendo già abbondantemente trattati nelle opere relative alla radio-tecnica e alla elettrotecnica in generale. Ciò contribuisce non poco alla oscurità e al disordine di tutto il libro.

Per quanto poi riguarda specificatamente il modo, onde la vastissima e abbondantissima materia è trattata, una critica di carattere generale sarebbe possibile ove si riscontrasse nel libro un minimum di comprensione e di esposizione organica dei fondamenti teorici e degli sviluppi pratici del soggetto che si considera. Purtroppo, invece, non ci è riuscito di ravvisare neppure quel minimum e dobbiamo quindi forzatamente limitarci a citare qualcuno dei molti svarioni che si incontrano nel testo, tanto per dare un'idea della leggerezza con cui esso è stato compilato; e avvertendo che di simili perle se ne possono trovare quasi ad ogni pagina. A pag. 10 dopo una strabiliante analogia con la capacità d'un serbatoio di gas, si trova la seguente definizione della capacità elettrica: «Ricordando quanto si è detto, possiamo dire che la capacità di un condensatore dipende essenzialmente dalla d. d. p. (differenza di potenziale) applicata, dalla natura del dielettrico interposto fra le armature e dalla distanza di queste».

A pag. 21 si afferma: «Il circuito percorso da una corrente continua e costante ha una resistenza nulla poichè riceve dall'esterno tanta potenza quanto ne dissipa».

A pag. 31: «La combinazione di un'induttanza e di un condensatore in parallelo e in risonanza con la f. e. m. impressa equivale allora a quella (?) di una induttanza di valore grandissimo».

A pag. 43 e 44 è impressionante la confusione fra diffrazione, rifrazione e riflessione.

A pag. 49: «Il campo elettrico e il campo magnetico hanno quindi direzioni esattamente perpendicolari (sono cioè: in quadratura)».

A pag. 81: «Ci si porta allora a funzionare in uno dei punti di flesso o ginocchi della curva...».

A pag. 89, la fig. 106 è talmente errata nelle relazioni fra le varie curve che non è possibile che chi la tracciò ne abbia capito nemmenoamente il significato.

A pag. 115 si legge: «Le caratteristiche principali di un amplificatore ad alta frequenza si debbono attribuire esclusivamente agli effetti reattivi che intervengono nell'apparecchio».

A pag. 122: «Il valore del condensatore di griglia è di circa un quarto di millimicrofarad con dielettrico possibilmente in mica e molto bene isolato». Se ora avremo da isolare i dielettrici, che dovremo fare con i conduttori?

A pag. 211: «Infatti un isolatore qualunque... agisce come un condensatore di capacità tanto maggiore quanto più notevoli sono le sue dimensioni».

E così via dicendo.

Concludendo, ci sembra un vero peccato che una buona e seria Ditta Editrice come la Zanichelli, la quale con evidente amore ha curato la pubblicazione di quest'opera mancata, che poteva per contro riuscire utilissima e di vera attualità, non abbia avuto la mano altrettanto felice nella scelta dell'Autore.

Il quale, da parte sua, se invece di nominare, come fa nella Prefazione, tanti illustri tecnici della materia, avesse pensato a sottoporre preventivamente ad uno qualsiasi di essi le bozze del suo libro, avrebbe forse trovato il modo di rendere più utile il suo copioso lavoro depurandolo di tutte le scorie che, purtroppo, l'inquinano.

R. S. M.



**Associazione  
Elettrotecnica Italiana**

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

### Notizie delle Sezioni

#### SEZIONE DI GENOVA.

Il 29 novembre u. s. il nostro Socio Ing. Ugo Visentini ha fatta nella Sede della nostra Sezione una comunicazione che verrà pubblicata sul nostro giornale sul «Nuovo relais di protezione Buchholz». L'interessante comunicazione sulle prove eseguite a Cassel alla presenza di tecnici dei principali stati del mondo fatta con chiara esposizione dall'Ing. Visentini ed illustrata da numerosi disegni e proiezioni è stata seguita con la massima attenzione dai numerosi ascoltatori nei quali l'argomento destò vivissimo interesse.

Il ringraziamento che il Presidente della Sezione Sig. Comm. Ing. Gonzales porse al conferenziere è stato sottolineato dall'approvazione di tutti i presenti che hanno così voluto porgere all'Ing. Visentini il loro grazie ed esprimere la loro soddisfazione.







157  
BIBLIOTECA  
ROMA

*Inventario N.* \_\_\_\_\_

